

## Proves d'accés a la universitat

---

# Química

## Serie 1

---

Responda a CUATRO de las siete cuestiones siguientes. En caso de que responda a más cuestiones, solo se valorarán las cuatro primeras.

Cada cuestión vale 2,5 puntos.

---

1. La dureza es una calidad del agua relacionada con el contenido en disolución de cationes alcalinotérreos, principalmente calcio y magnesio. Un efecto de la dureza del agua se observa en las incrustaciones de sales de carbonato que se producen dentro de los depósitos que contienen agua caliente.

a) ¿Cuál es la solubilidad molar de las sales de carbonato de calcio y de carbonato de magnesio a 25 °C?

Cuando la concentración de carbonato es  $11,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , ¿a partir de qué concentración de calcio (en  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) precipita el carbonato de calcio?

¿A partir de qué concentración de magnesio (en  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) precipita el carbonato de magnesio?

[1,25 puntos]

b) Como se verá afectado el equilibrio de solubilidad de las sales de carbonato debido a una disminución del pH del medio?

Justifique la idoneidad de eliminar las incrustaciones de sales de carbonato con vinagre.

[1,25 puntos]

DATOS:  $K_{ps}$  (carbonato de calcio) =  $4,50 \times 10^{-9}$  (a 25 °C).

$K_{ps}$  (carbonato de magnesio) =  $3,50 \times 10^{-8}$  (a 25 °C).

Masas atómicas relativas: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; Mg = 24,3; Ca = 40,1.

2. La tabla periódica es una ordenación de los elementos químicos de número atómico creciente, por lo que se consiguen agrupaciones de elementos con propiedades atómicas, físicas y químicas similares, y variaciones continuas de estas propiedades.

a) Determine la configuración electrónica de los elementos flúor, neón y sodio.

Defina las propiedades periódicas: *energía de ionización y afinidad electrónica*.

Justifique el signo y el orden de magnitud de la energía de ionización para los tres elementos.

Justifique el orden de magnitud de la afinidad electrónica para los tres elementos.

[1,25 puntos]

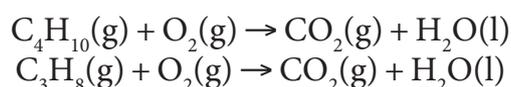
b) Justifique cuál es el ion más estable que se formará de cada uno de los tres elementos anteriores.

Justifique cuál de los iones formados tiene un radio menor.

[1,25 puntos]

DATOS: flúor,  $Z = 9$ ; neón,  $Z = 10$ ; sodio,  $Z = 11$ .

3. El butano y el propano son dos combustibles gaseosos utilizados en la industria y el hogar. Las reacciones no ajustadas de combustión de estos gases son las siguientes:



a) Ajuste las reacciones.

Calcule la entalpía de combustión estándar del butano y del propano a presión constante.

[1,25 puntos]

b) Uno de los gases causantes del efecto invernadero es el  $\text{CO}_2$ . Justifique cuál de los dos combustibles genera más moles de  $\text{CO}_2$  por cantidad de calor liberado a presión constante.

[1,25 puntos]

DATOS: Entalpías estándares de formación a  $25^\circ\text{C}$ :

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}; \quad \Delta H_f^\circ (\text{CO}_2, \text{g}) = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{C}_4\text{H}_{10}, \text{g}) = -126,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}; \quad \Delta H_f^\circ (\text{C}_3\text{H}_8, \text{g}) = -103,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Masas atómicas relativas:  $\text{H} = 1,0$ ;  $\text{C} = 12,0$ ;  $\text{O} = 16,0$ .

Temperatura del experimento:  $25^\circ\text{C}$ .

4. En el laboratorio hay dos disoluciones de 1 L cada una. La primera es ácido clorhídrico con una concentración 0,2 mM y la segunda es ácido acético de concentración desconocida. El pH medido de ambas disoluciones es el mismo.

a) Determine:

- el pH de las dos disoluciones ácidas;
- la concentración molar del ácido acético.

[1,25 puntos]

b) Se valoran por separado 10 mL de cada ácido con hidróxido de sodio 0,1 mM.

Escriba las reacciones de neutralización.

Razone si el pH de los puntos de equivalencia de ambas valoraciones será ácido, básico o neutro.

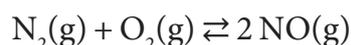
[1,25 puntos]

DATOS:  $K_a$  (ácido acético) =  $1,8 \times 10^{-5}$ .

$$K_w = 1 \times 10^{-14}.$$

$$1 \text{ mM} = 1 \times 10^{-3} \text{ M}.$$

5. La ecuación ajustada de formación del monóxido de nitrógeno a partir de sus elementos es la siguiente:



La constante de equilibrio  $K_c$  de la reacción ajustada para formar 2 moles de NO a una temperatura de 2 000 K es  $4,0 \times 10^4$ .

a) Indique la relación entre la  $K_p$  y la  $K_c$ . Calcule  $K_p$ .

[1,25 puntos]

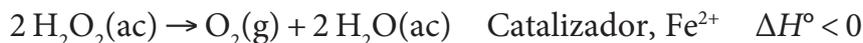
b) Determine las presiones parciales del nitrógeno y el oxígeno en el equilibrio, sabiendo que la presión del NO en el equilibrio es 0,2 atm y que la presión del nitrógeno en el equilibrio es igual a la del oxígeno.

Si se quiere favorecer la formación de monóxido, justifique qué variación de presión debe aplicarse a la reacción.

[1,25 puntos]

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

6. En muchas series policíacas se ha visto que los detectives utilizan un líquido que produce luminiscencia cuando se aplica sobre los lugares donde hay restos de sangre. Este líquido es una disolución de luminol con peróxido de hidrógeno en medio básico. La reacción luminiscente se produce cuando el luminol es oxidado por el oxígeno que se forma al descomponerse el agua oxigenada:



Un requisito imprescindible es la presencia de un catalizador para la reacción anterior. En la detección de sangre, el catalizador es el hierro de la hemoglobina presente en los glóbulos rojos.

- a) Para la reacción de descomposición del agua oxigenada:

- Dibuje el diagrama energético de la reacción catalizada y de la no catalizada.
- Compare la variación de entalpía de la reacción catalizada y de la no catalizada.

[1,25 puntos]

- b) Teniendo en cuenta el modelo del estado de transición:

- ¿Qué es la energía de activación?
- Compare las energías de activación de la reacción catalizada y de la no catalizada.
- ¿Cómo se modifica la velocidad de reacción si se aumenta la temperatura?

[1,25 puntos]

7. En el año 2019 el Premio Nobel de Química recompensó el desarrollo de las baterías de ion litio. Estas baterías se utilizan actualmente en dispositivos como teléfonos móviles, ordenadores portátiles y vehículos eléctricos.

Hay varios modelos de baterías de ion litio; en uno de los modelos, el electrodo de litio es oxidado y el electrodo de azufre ( $\text{S}_8$ ) es reducido a sulfuro ( $\text{S}^{2-}$ ) mediante un proceso complejo. La fuerza electromotriz estándar medida de una de estas baterías es 2,23 V.

- a) Escriba las semirreacciones ajustadas que tienen lugar en cada electrodo y la reacción global.

Indique la polaridad y el nombre de los electrodos.

Calcule el potencial estándar de reducción para la semirreacción del azufre en esta batería.

[1,25 puntos]

- b) ¿Cuántos gramos de litio se necesitan para construir una batería que funcione durante 10 horas a una intensidad de 0,5 A?

[1,25 puntos]

DATOS:  $F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Masa atómica relativa del Li: 6,94.

$E^\circ(\text{Li}^+/\text{Li}) = -3,05 \text{ V}$ .



Institut  
d'Estudis  
Catalans

## Proves d'accés a la universitat

# Química

## Serie 3

Responda a CUATRO de las siete cuestiones siguientes. En caso de que responda a más cuestiones, solo se valorarán las cuatro primeras.

Cada cuestión vale 2,5 puntos.

1. El vinagre se obtiene mediante fermentación acética de vinos de baja graduación alcohólica, causada por bacterias aerobias de la familia Acetobacteraceae. El vino fermentado toma un sabor agrio cuando el etanol se convierte en ácido etanoico, también llamado *ácido acético*.

a) Una muestra de 10 mL de vinagre presenta un grado de acidez de 30, expresado en gramos de ácido acético por litro de vinagre.

Calcule el pH del vinagre considerando que el único ácido presente en la muestra es el acético.

[1,25 puntos]

b) La determinación del grado de acidez del vinagre se lleva a cabo mediante una valoración ácido-base con hidróxido de sodio.

¿Cuántos mL de disolución de hidróxido de sodio 0,5 M se necesitan para valorar 10 mL de vinagre que tiene una concentración de ácido acético del 3 % en peso?

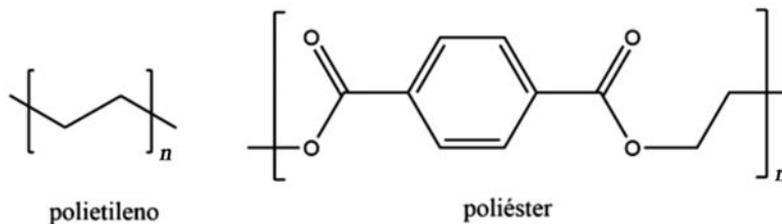
[1,25 puntos]

DATOS:  $K_a$  (ácido acético) =  $1,8 \times 10^{-5}$ .

Masas atómicas relativas: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; Na = 23,0.

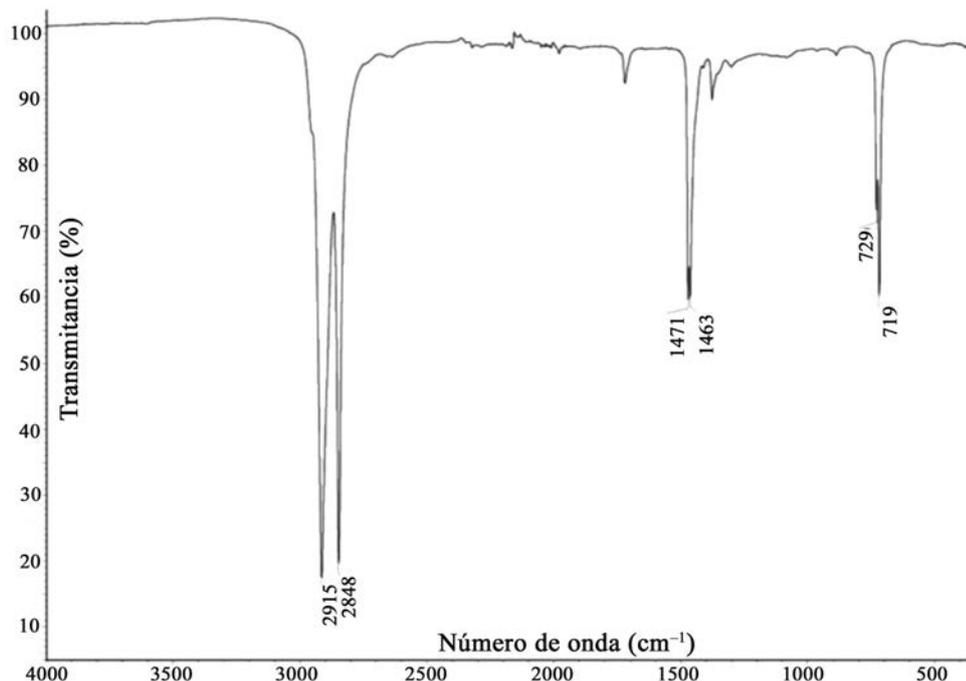
Densidad del vinagre:  $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ .

2. La policía ha encontrado una esterilla de camping que podría resolver una investigación. Para ello deben identificar su tipo de polímero entre el polietileno y el poliéster. Se dispone de un espectrofotómetro de infrarrojo para llevar a cabo su identificación. Las estructuras de los dos polímeros son:



- a) Describa los fundamentos de la técnica espectroscópica de infrarrojo. Justifique cuál es el polímero de acuerdo con su espectro de infrarrojo:

[1,25 puntos]



- b) Identifique el pico de mayor energía del espectro anterior. Calcule su frecuencia, su longitud de onda y su energía.

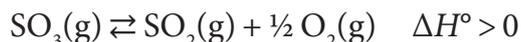
[1,25 puntos]

DATOS: Velocidad de la luz:  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .  
Constante de Planck:  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ .

*Datos espectroscópicos en la región del infrarrojo*

| Enlace | Tipo de compuesto                                | Intervalo de número de onda (cm <sup>-1</sup> ) |
|--------|--|---|
| C-H    | alcanos (C-C-H)                                  | 2 970-2 850                                     |
|        | alquenos (C=C-H)                                 | 3 095-3 010                                     |
| C-O    | alcoholes, éteres, ácidos carboxílicos, ésteres  | 1 300-1 050                                     |
| C=O    | aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres | 1 760-1 690                                     |

3. Actualmente se está estudiando la utilización del SO<sub>3</sub> para almacenar energía solar. Cuando la energía solar incide sobre el SO<sub>3</sub> situado dentro de un recipiente cerrado a alta temperatura, se disocia produciendo SO<sub>2</sub> (g) y O<sub>2</sub> (g) según la siguiente reacción ajustada:



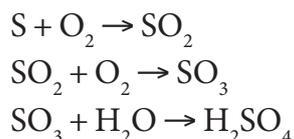
- a) Se introduce una cierta cantidad de SO<sub>3</sub> en un recipiente de 0,8 L. Una vez alcanzado el equilibrio, hay 2 moles de oxígeno. La K<sub>c</sub> de la reacción ajustada es 0,47 a la temperatura del experimento. Calcule la concentración de todas las especies presentes en el equilibrio.

[1,25 puntos]

- b) Explique en qué condiciones de presión y temperatura se debería trabajar para mantener el SO<sub>3</sub> disociado y así almacenar la energía solar.

[1,25 puntos]

4. Una central térmica ha quemado el equivalente a 400 g de azufre provocando un episodio de lluvia ácida. Se calcula que el 25 % del ácido sulfúrico producido ha caído dentro de un depósito cercano que contiene 2 000 L de agua. Las reacciones no igualadas que se han producido son:



- a) Ajuste las reacciones.

Calcule la concentración de ácido sulfúrico en el depósito en unidades de  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  y  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

[1,25 puntos]

- b) Haga los cálculos correspondientes y explique el procedimiento experimental que seguiría en el laboratorio para preparar 250 mL de disolución de ácido sulfúrico de concentración  $80 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  a partir de ácido sulfúrico concentrado.

Indique el material de laboratorio necesario.

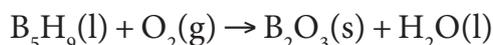
[1,25 puntos]

DATOS: Masas atómicas relativas: H = 1,0; O = 16,0; S = 32,1.

Densidad del ácido sulfúrico concentrado:  $1,84 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ .

Concentración del ácido sulfúrico concentrado: 96 % en peso.

5. Los hidruros de boro se han utilizado como combustibles de cohetes en la industria aeroespacial. Uno de estos hidruros, el  $\text{B}_5\text{H}_9$ , se inflama espontáneamente al aire para dar óxido de boro(III) y agua, de acuerdo a la siguiente reacción no ajustada:



- a) Ajuste la reacción.

Calcule la cantidad de calor liberado cuando se quema 1 g del hidruro a la presión constante de 1 atm.

[1,25 puntos]

- b) La gasolina de alto octanaje está compuesta mayoritariamente por octano líquido. Escriba la reacción ajustada de combustión del octano en la que se obtiene dióxido de carbono gaseoso y agua líquida.

Calcule la energía obtenida en la combustión de 1 g de este hidrocarburo a volumen constante.

[1,25 puntos]

DATOS: Entalpías estándares de formación ( $25^\circ\text{C}$ ):

$$\Delta H_f^\circ (\text{B}_5\text{H}_9, \text{l}) = +73,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{B}_2\text{O}_3, \text{s}) = -1\,273,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

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

Masas atómicas relativas: H = 1,0; B = 10,8; C = 12,0; O = 16,0.

Entalpía estándar de combustión del octano:  $-5\,512 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

$R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

Temperatura:  $25^\circ\text{C}$ .

6. El metantíol ( $\text{CH}_3\text{-SH}$ ) és un gas incoloro amb un olor similar a la col fermentada i és una de les principals substàncies responsables del mal alient. Se produeix de forma natural amb la descomposició bacteriana de les proteïnes i, per tant, s'estudia com a indicador de la degradació d'aliments.

Se sintetitza per reacció entre el metanol i el sulfur de hidrògen a  $400\text{ }^\circ\text{C}$ , utilitzant l'alúmina i el wolframat de potassi com a catalitzadors:



- a) Determineu si la reacció serà espontània o no a aquesta temperatura.

[1,25 punts]

- b) Representeu gràficament el diagrama d'energies de la reacció amb catalitzador, indicant l'energia d'activació i l'entalpia de la reacció.

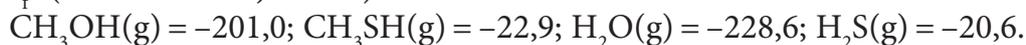
Expliqueu com el catalitzador modifica la velocitat de la reacció.

Indiqueu també si el catalitzador modifica l'entalpia de la reacció. Justifiqueu les respostes.

[1,25 punts]

DATOS: Masas atòmiques relatives:  $\text{H} = 1,0$ ;  $\text{C} = 12,0$ ;  $\text{O} = 16,0$ ;  $\text{S} = 32,0$ .

$\Delta H_f^\circ$  (unitats en  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) a  $25\text{ }^\circ\text{C}$ :



$S^\circ$  (unitats en  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) a  $25\text{ }^\circ\text{C}$ :



NOTA: Suponga que els valors de variació d'entalpia i entropia no varien amb la temperatura.

7. Se disposa d'una dissolució de sulfat de coure(II)  $1\text{ M}$ , una dissolució de sulfat de zinc  $1\text{ M}$ , i una dissolució de  $\text{KNO}_3$ ,  $3\text{ M}$ , així com de làmines metàl·liques de Zn i Cu.

- a) Justifiqueu, a partir dels potencials estàndards de reducció dels parells redox, què làmina ha de ser l'ànode i què el càtode per construir una pila.

Calculeu la força electromotriu de la pila.

Escriu la notació esquemàtica de la pila.

[1,25 punts]

- b) Escriu les reaccions que tenen lloc a l'ànode i al càtode i la reacció global de la pila.

Expliqueu el procediment experimental que s'hauria de seguir per construir la pila.

Indiqueu el material i els reactius que es necessitaran.

[1,25 punts]

DATOS: Potencials estàndards de reducció a  $25\text{ }^\circ\text{C}$ :

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

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76\text{ V}.$$



Institut  
d'Estudis  
Catalans