

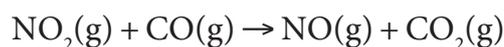
Química

Serie 1

Responda a las cuestiones 1, 2 y 3. A continuación, elija UNA cuestión entre la 4 y la 5 y UNA cuestión entre la 6 y la 7, y conteste las dos que haya escogido.

Cada cuestión vale 2 puntos.

1. El dióxido de nitrógeno y el monóxido de carbono reaccionan en fase gaseosa según la siguiente ecuación:



Para poder predecir el mecanismo de esta reacción química a una determinada temperatura, hay que conocer previamente cuál es su ecuación de velocidad. En un estudio cinético de esta reacción efectuado en un reactor de 10 L, y manteniendo fija la temperatura a 325 °C, se han obtenido los siguientes datos experimentales:

Experimento	Masa inicial de $\text{NO}_2(\text{g})$	Masa inicial de $\text{CO}(\text{g})$	Velocidad inicial ($\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$)
1	23,00	56,00	$6,338 \times 10^{-4}$
2	69,00	56,00	$5,703 \times 10^{-3}$
3	69,00	28,00	$5,703 \times 10^{-3}$
4	69,00	14,00	$5,703 \times 10^{-3}$

- a) Determine el orden de reacción respecto a cada reactivo y la constante de velocidad de la reacción a 325 °C. Escriba la ecuación de velocidad de la reacción a 325 °C.

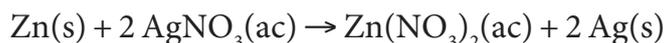
[1 punto]

- b) ¿Qué sucede con la velocidad de la reacción si se aumenta la temperatura y se mantiene constante el volumen? ¿Y si se aumenta el volumen y se mantiene constante la temperatura? Justifique las respuestas utilizando el modelo cinético de colisiones.

[1 punto]

DATOS: Masas atómicas relativas: C = 12,0; N = 14,0; O = 16,0.

2. Se ha montado una pila en el laboratorio empleando una solución concentrada de nitrato de potasio como puente salino. La reacción redox global que tiene lugar es la siguiente:



- a) Escriba las semirreacciones que se producen en cada electrodo, y especifique cuál es el ánodo y cuál el cátodo. Escriba también la notación de la pila.

[1 punto]

- b) Razone hacia dónde se mueven los iones del puente salino. Calcule la fuerza electromotriz (FEM) de la pila en condiciones estándares y a 298 K.

[1 punto]

DATOS: Potenciales estándares de reducción a 298 K:

$$E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}; E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}.$$

3. En octubre de 2018 entró en vigor la aplicación de una nueva normativa de etiquetado de los combustibles. La gasolina, que contiene isooctano (C_8H_{18}), ahora se etiqueta con un círculo donde figura el símbolo E5, E10 o E85, según contenga un 5 %, un 10 % o el 85 % de etanol, respectivamente.

- a) Cuando se quema 1,0 L de isooctano a presión constante, en condiciones estándares y a 298 K, se obtienen 31 842 kJ de energía en forma de calor. Escriba la reacción de combustión del etanol líquido y justifique, a partir de los cálculos necesarios, si al quemar 1,0 L de etanol en las mismas condiciones se obtiene más o menos energía en forma de calor.

[1 punto]

- b) Explique de qué peligros nos alertan estos cuatro pictogramas que se encuentran en la etiqueta de un bidón de gasolina E5:

[1 punto]



A



B



C



D

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

Densidad del etanol líquido = 780 g L⁻¹.

Entalpía estándar de formación a 298 K:

Sustancia	H ₂ O(l)	etanol(l)	CO ₂ (g)
ΔH_f° (kJ mol ⁻¹)	-264	-278	-393

4. El sulfamán (disolución acuosa de ácido clorhídrico, HCl) y el amoníaco son algunas de las sustancias que se utilizan habitualmente en la limpieza del hogar: la primera porque actúa como desinfectante y bactericida y la segunda porque elimina bien las grasas.

a) Calcule el pH, a 25 °C, de una disolución acuosa de amoníaco 0,20 M.

[1 punto]

b) Escriba la reacción que se produce al mezclar una disolución acuosa de amoníaco con sulfamán. Explique el procedimiento experimental que seguiría en el laboratorio para determinar la entalpía de esta reacción e indique el material que utilizaría.

[1 punto]

DATOS: Constante de basicidad del amoníaco a 25 °C: $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$.

Constante de ionización del agua a 25 °C: $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$.

5. El benceno, C_6H_6 , es un hidrocarburo que se utiliza industrialmente como intermediario para fabricar otras sustancias químicas. Se ha comprobado experimentalmente que su punto de fusión es de 6,0 °C a 1,0 atm, su punto triple es de 5,5 °C a 0,048 atm y su punto crítico es de 289 °C a 48,35 atm.

a) Dibuje el diagrama de fases aproximado del benceno e indique los puntos de los que se tienen datos experimentales.

[1 punto]

b) Justifique si el proceso de vaporización del benceno en condiciones estándares y a 70 °C es espontáneo. Suponga que las variaciones de entalpía y entropía estándares del proceso de vaporización del benceno se mantienen constantes en el intervalo de temperatura entre 25 °C y 70 °C.

[1 punto]

DATOS: Entropías estándares absolutas a 25 °C: $S^\circ(C_6H_6, l) = 173,26 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$;

$S^\circ(C_6H_6, g) = 269,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Entalpía estándar de vaporización del benceno a 25 °C: $\Delta H^\circ = 33,74 \text{ kJ mol}^{-1}$.

6. El magnesio se utiliza para proteger las tuberías subterráneas de la corrosión. Este procedimiento químico, denominado *protección catódica*, se lleva a cabo soldando trozos de magnesio a las tuberías de hierro.

a) ¿En qué consiste el proceso de corrosión de un metal? Justifique por qué el magnesio protege las tuberías de hierro subterráneas.

[1 punto]

b) El magnesio metálico puede obtenerse mediante la electrólisis de cloruro de magnesio fundido. Justifique qué sustancia gaseosa se produce en el ánodo en este proceso electrolítico. ¿Qué volumen de este gas se obtendrá, medido a 2,0 atm y 25 °C, si se hace pasar una corriente de 2,50 A durante 550 minutos a través de cloruro de magnesio fundido?

[1 punto]

DATOS: Constante de Faraday: $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$.

Constante universal de los gases ideales: $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

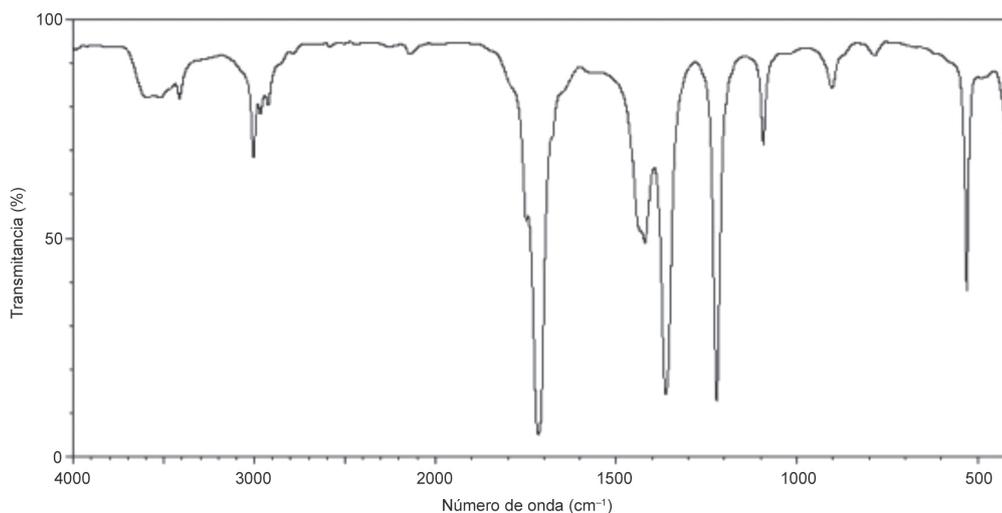
Potenciales estándares de reducción a 298 K: $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$;

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

7. La acetona, también conocida como *propanona*, es una sustancia de bajo punto de ebullición (56 °C) y miscible en agua. Puede obtenerse industrialmente mediante la reacción de deshidrogenación del propan-2-ol, también llamado *2-propanol*, según la siguiente reacción química en fase gaseosa:



- a) Para fabricar la máxima cantidad de acetona, ¿conviene trabajar a temperaturas altas o bajas? ¿A presiones altas o bajas? Justifique las respuestas.
[1 punto]
- b) En el laboratorio, a una temperatura de 25 °C, se tiene una muestra líquida que quiere etiquetarse, pero no se sabe si se trata de la acetona o del propan-2-ol. Mediante un espectrofotómetro de infrarrojo se obtiene el siguiente gráfico para la muestra líquida:



Explique en qué se basa la espectroscopia infrarroja y qué representan los picos que se obtienen con esta técnica. A partir del gráfico anterior y de los datos de la siguiente tabla, indique a qué sustancia corresponde la muestra líquida y justifique la respuesta.

[1 punto]

Datos espectroscópicos en la región del infrarrojo

Enlace	Tipo de compuesto	Intervalo de número de onda (cm ⁻¹)
C—H	alcanos (C—C—H)	2 850-2 970; 1 340-1 470
	alquenos (C=C—H)	3 010-3 095; 675-995
O—H	alcoholes	3 200-3 600
	ácidos carboxílicos	2 500-2 700
C—O	alcoholes, éteres, ácidos carboxílicos, ésteres	1 050-1 300
C=O	aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres	1 690-1 760



Institut
d'Estudis
Catalans



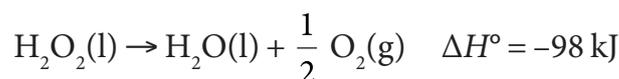
Química

Serie 4

Responda a las cuestiones 1, 2 y 3. A continuación, elija UNA cuestión entre la 4 y la 5 y UNA cuestión entre la 6 y la 7, y conteste las dos que haya escogido.

Cada cuestión vale 2 puntos.

1. El uso de la nanotecnología en el ámbito de la medicina es actualmente un campo de investigación puntero. Se han construido nanomotores propulsados por oxígeno gaseoso obtenido a partir de la descomposición del peróxido de hidrógeno, según la siguiente ecuación química:



- a) Indique si la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno es espontánea en condiciones estándares y a 298 K, y si su espontaneidad depende de la temperatura. Justifique las respuestas.

[1 punto]

NOTA: Suponga que la entalpía y la entropía estándares no varían en función de la temperatura.

- b) En uno de los experimentos se demostró que las nanopartículas adquieren más velocidad cuando son iluminadas con radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda de 633 nm y 405 nm. ¿Cuál de las dos radiaciones es más energética? ¿Con qué tipo de radiación electromagnética estamos iluminando las nanopartículas? Razone las respuestas.

[1 punto]

DATOS: Entropías estándares a 298 K: $S^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 69,9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$;
 $S^\circ(\text{H}_2\text{O}_2, \text{l}) = 102,0 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; $S^\circ(\text{O}_2, \text{g}) = 205,1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Constante de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.

Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

Espectro electromagnético:

Frecuencia (Hz)	3×10^{19}	3×10^{16}	4×10^{14}	3×10^{11}	3×10^8	
Radiación	Rayos γ	Rayos X	Radiación ultravioleta y visible	Radiación infrarroja	Microondas	Ondas de radio

2. Unos estudiantes que llevan a cabo un experimento en el laboratorio han querido comprobar si el magnesio y el cobre pueden generar hidrógeno cuando cada uno de estos metales reacciona por separado con una disolución acuosa de ácido clorhídrico diluido. Los experimentos que han realizado demuestran que solo uno de los dos metales reacciona con el ácido.

a) Justifique los resultados experimentales, identifique el metal que reacciona con el ácido y escriba la reacción.

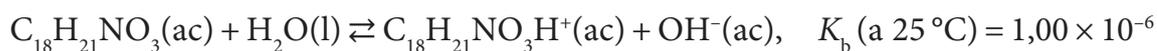
[1 punto]

b) En otro experimento construyen, en condiciones estándares y a 25 °C, una pila formada por los pares redox Mg^{2+}/Mg y Cu^{2+}/Cu . Escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y el cátodo, y la reacción iónica global de la pila. Calcule también la fuerza electromotriz (FEM) de esta pila.

[1 punto]

DATOS: Potenciales estándares de reducción a 25 °C: $E^\circ(Mg^{2+}/Mg) = -2,37 V$;
 $E^\circ(H^+/H_2) = 0,00 V$; $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0,34 V$.

3. La codeína ($C_{18}H_{21}NO_3$) se obtiene a partir del opio y se utiliza para combatir la tos y el dolor; también se utiliza, combinada con otros analgésicos, para incrementar el efecto de estos fármacos. Es un compuesto con propiedades básicas y en solución acuosa reacciona del siguiente modo:



a) Al disolver un fármaco con un poco de agua se obtiene una disolución acuosa de codeína 0,020 M. Calcule el pH de esta disolución a 25 °C.

[1 punto]

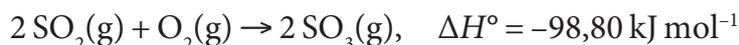
b) Se valora un jarabe incoloro que contiene codeína con una disolución de ácido clorhídrico. Indique, razonadamente, si el pH en el punto de equivalencia es ácido, neutro o básico. Diga cuáles de los siguientes indicadores podrían utilizarse para detectar el punto final de esta valoración y justifique las respuestas.

[1 punto]

<i>Indicadores ácido-base</i>	
<i>Nombre</i>	<i>Intervalo de viraje (pH)</i>
rojo de metilo	4,8-6,0
fenolftaleína	8,0-9,6
amarillo de alizarina	10,1-12,0

DATO: Constante de ionización del agua a 25 °C: $K_w = 1,00 \times 10^{-14}$.

4. El dióxido de azufre se origina por combustión de carbones o petróleos que contienen azufre como impureza. Este óxido se transforma en trióxido de azufre, y al mezclarse con vapor de agua produce ácido sulfúrico, uno de los principales componentes de la lluvia ácida. Observe la siguiente reacción:

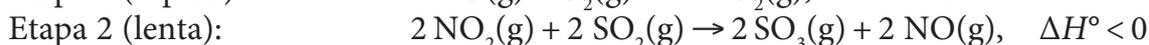


A una determinada temperatura, esta reacción puede darse directamente en una sola etapa (mecanismo A) o bien, de forma mucho más rápida, en presencia de monóxido de nitrógeno (mecanismo B).

Mecanismo A



Mecanismo B



- a) Dibuje, de forma aproximada, un gráfico de la energía respecto a la coordenada de reacción para el mecanismo A, y otro gráfico para el mecanismo B. Indique en los gráficos las energías de activación, los estados de transición (complejo activado) y la variación de entalpía de la reacción global.

[1 punto]

- b) Los estudios cinéticos demuestran que la oxidación del dióxido de azufre a trióxido de azufre es una reacción de orden 1 respecto al oxígeno, y de orden 2 respecto al dióxido de azufre. Escriba la ecuación de velocidad de la reacción y deduzca las unidades de la constante de velocidad. Explique qué función realiza el monóxido de nitrógeno en el mecanismo B.

[1 punto]

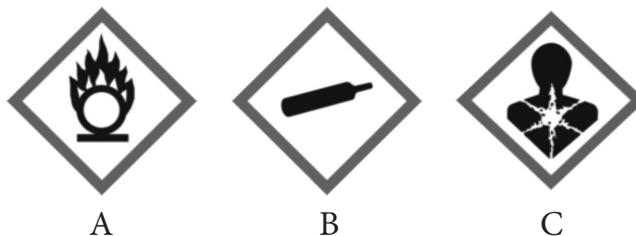
5. El oxígeno (O_2) es un gas que se utiliza en diferentes actividades industriales y sanitarias, y almacenarlo y transportarlo requiere unas medidas de seguridad importantes. En la siguiente tabla se muestran algunos datos del oxígeno:

<i>Punto de fusión</i>	<i>Punto de ebullición</i>	<i>Punto triple</i>	<i>Punto crítico</i>
55 K 1 atm	90 K 1 atm	54 K $1,5 \times 10^{-3}$ atm	154 K 49,8 atm

- a) Defina el término *punto triple* de una sustancia. Haga un dibujo aproximado del diagrama de fases del oxígeno, y marque en él los cuatro puntos que aparecen en la tabla.

[1 punto]

- b) La ficha de seguridad del oxígeno contiene los siguientes símbolos:



¿Qué significan estos símbolos y de qué peligros nos advierten?

[1 punto]

6. El propano y el butano son combustibles que se utilizan en los hogares y en la industria. Pueden licuarse fácilmente a presión, y esto facilita que puedan transportarse y venderse envasados en bombonas.

a) Escriba la reacción de combustión del propano y la del butano. Se quieren obtener 1 500 kJ de energía en forma de calor mediante la combustión de butano o propano a una presión constante de 1,0 bar. ¿Cuál de los dos procesos de combustión genera menos cantidad de dióxido de carbono?

[1 punto]

b) Calcule la masa de agua a 20 °C que puede calentarse hasta 80 °C si se queman 145 g de butano a una presión constante de 1,0 bar.

[1 punto]

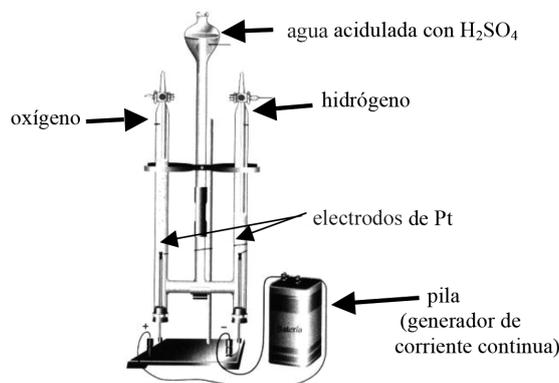
DATOS: Masas atómicas relativas: H = 1,0; C = 12,0.

Entalpías estándares de combustión a 298 K: $\Delta H^\circ_{\text{comb}}$ (propano) = -2 220 kJ mol⁻¹;

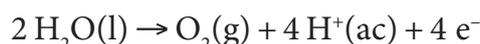
$\Delta H^\circ_{\text{comb}}$ (butano) = -2 876 kJ mol⁻¹.

Calor específico del agua (entre 20 y 80 °C) = 4 180 J kg⁻¹ °C⁻¹.

7. La electrólisis del agua puede realizarse con un voltámetro de Hofmann, como se muestra en la figura:



En uno de los electrodos se obtiene oxígeno según la siguiente semirreacción:



a) Escriba la semirreacción que tiene lugar en el otro electrodo e indique la polaridad de cada electrodo. ¿Qué gas se produce en el ánodo y cuál en el cátodo? ¿En todos los procesos electrolíticos es necesario suministrar energía mediante una pila? Justifique las respuestas.

[1 punto]

b) El número de Avogadro (N_A), que indica el número de partículas que contiene un mol de partículas, puede obtenerse de manera experimental mediante una electrólisis. En el laboratorio se ha llevado a cabo una electrólisis de agua; se ha suministrado a la celda electrolítica una corriente eléctrica de 2,0 A durante 60 minutos y se han obtenido 419 mL de oxígeno, medidos a 1,0 atm y 273 K. Calcule el número de Avogadro.

[1 punto]

DATOS: Carga eléctrica: 1 electrón = $1,60 \times 10^{-19}$ C.

Constante universal de los gases ideales: $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.



Institut
d'Estudis
Catalans