

Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2015

Química

Serie 2

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.

1. El dióxido de nitrógeno es un gas contaminante de las zonas urbanas que se forma como subproducto en los procesos de combustión a elevadas temperaturas. En un reactor cerrado de 5,0 L de capacidad se calienta una muestra de dióxido de nitrógeno hasta una temperatura constante de 327 °C y se produce la siguiente reacción:



Cuando se llega al equilibrio, se analiza la mezcla gaseosa y se encuentra que contiene 3,45 g de NO_2 , 0,60 g de NO y 0,32 g de O_2 .

- a) Calcule la constante de equilibrio en concentraciones, K_c , y la constante de equilibrio en presiones, K_p , de la reacción anterior a 327 °C.
[1 punto]
- b) ¿Conseguiría producirse más monóxido de nitrógeno si se añade un catalizador a la mezcla gaseosa en equilibrio? ¿Y si se aumenta el volumen del recipiente? Explique razonadamente las respuestas.
[1 punto]

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

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

2. Quieren fabricarse pilas de diferente fuerza electromotriz en el laboratorio y se dispone de electrodos de los siguientes metales: cobre, níquel y hierro. Se han preparado disoluciones de concentración $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ de los iones Cu^{2+} , Ni^{2+} y Fe^{2+} a partir de sales solubles en agua y, además, se dispone de una disolución acuosa concentrada de KCl .

a) De todas las pilas que pueden montarse, justifique cuál tendrá la fuerza electromotriz máxima. Calcule su fuerza electromotriz.

[1 punto]

b) Explique cómo se montaría en el laboratorio una pila en la que los electrodos fueran el níquel y el hierro, y mencione el material y los reactivos necesarios. Dibuje un esquema de la pila e indique la polaridad de los electrodos.

[1 punto]

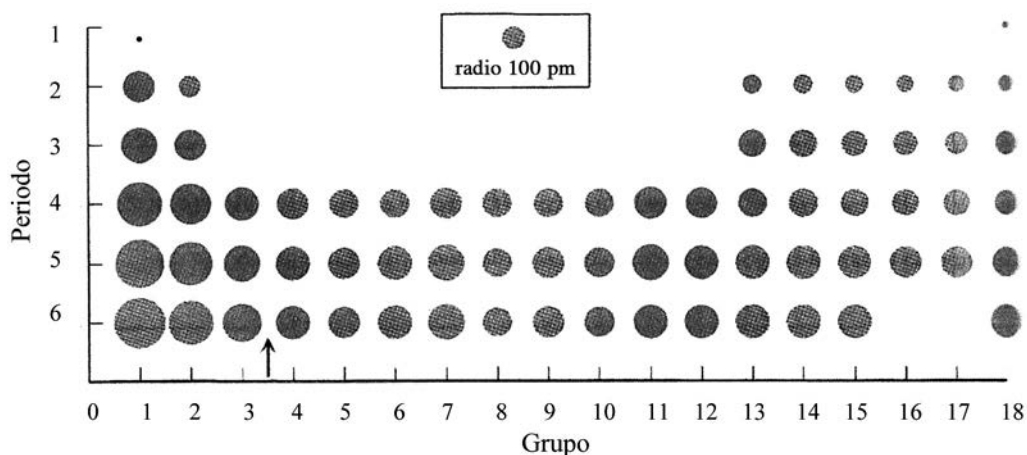
DATOS: Suponga que se trabaja en condiciones estándar y a 298 K.

Potencial estándar de reducción, a 298 K:

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}; E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}; E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}.$$

3. Observe el siguiente gráfico:

Radio atómico de los elementos de la tabla periódica



A partir de las configuraciones electrónicas de los átomos o iones, y utilizando el modelo atómico de cargas eléctricas, responda a las siguientes cuestiones:

a) Explique la diferencia de radio atómico entre el átomo de berilio y el de estroncio. Justifique cuál de estos dos elementos tiene la primera energía de ionización mayor.

[1 punto]

b) El cloruro de potasio es un compuesto iónico que contiene los iones K^+ y Cl^- en la red cristalina. Explique razonadamente si el radio del catión K^+ es mayor o menor que el radio del átomo de K, y si el radio del anión Cl^- es mayor o menor que el radio del átomo de Cl.

[1 punto]

DATOS: Números atómicos (Z): $Z(\text{Be}) = 4$; $Z(\text{Cl}) = 17$; $Z(\text{K}) = 19$; $Z(\text{Sr}) = 38$.

4. El ácido acetilsalicílico ($C_8H_7O_2COOH$), principio activo de la aspirina, es un ácido débil y monoprótico, ya que en su fórmula química tiene un único grupo ácido ($-COOH$). Se prepara una disolución de ácido acetilsalicílico en agua de concentración $3,32 \text{ g L}^{-1}$, y el pH medido es de 2,65 a la temperatura de 25°C .



- a) Calcule la constante de acidez, K_a , del ácido acetilsalicílico a 25°C .

[1 punto]

- b) Se valoran $25,0 \text{ mL}$ de otra disolución de ácido acetilsalicílico con hidróxido de sodio $0,0250 \text{ M}$ y se gastan $14,2 \text{ mL}$ de esta base para llegar al punto final. Escriba la reacción de valoración y calcule la concentración de la disolución de ácido acetilsalicílico, expresada en g L^{-1} .

[1 punto]

DATO: Masa molecular relativa del ácido acetilsalicílico = 180.

5. La glucosa ($C_6H_{12}O_6$) es un monosacárido que está muy presente en nuestra vida, ya que las células lo utilizan como fuente de energía y como intermediario metabólico. Una de las reacciones que pueden producirse en nuestro organismo es la siguiente:



- a) A partir de los datos termodinámicos de la tabla, calcule qué cantidad de energía en forma de calor proporciona al organismo la reacción de un mol de glucosa para formar etanol, si se realiza a presión constante.

[1 punto]

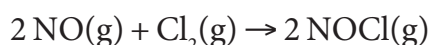
Compuesto	$CO_2(g)$	$C_6H_{12}O_6(s)$	$CH_3CH_2OH(l)$
Entalpía estándar de formación, a 298 K (kJ mol^{-1})	-393,5	-1 274,5	-277,0

- b) Justifique si la cantidad de energía en forma de calor que proporciona al organismo la reacción de un mol de glucosa para formar etanol, a volumen constante, sería igual, superior o inferior a la que proporcionaría la reacción si se realizara a presión constante.

[1 punto]

DATO: Suponga que las reacciones se llevan a cabo en condiciones estándar y a 298 K .

6. El cloruro de nitrosilo (NOCl), compuesto que se utiliza en síntesis química para introducir grupos –NO en diversas moléculas orgánicas, puede formarse a partir de la siguiente reacción:



Se ha estudiado la influencia de la concentración de los reactivos en la velocidad de esta reacción a una determinada temperatura y se han obtenido los siguientes resultados:

Estudio experimental de la cinética de la reacción

<i>Concentración inicial de NO (mol L⁻¹)</i>	<i>Concentración inicial de Cl₂ (mol L⁻¹)</i>	<i>Velocidad inicial de la reacción (mol L⁻¹ s⁻¹)</i>
0,0125	0,0255	$2,27 \times 10^{-5}$
0,0125	0,0510	$4,55 \times 10^{-5}$
0,0250	0,0255	$9,08 \times 10^{-5}$

- a) Justifique el orden de la reacción respecto a cada reactivo y calcule la constante de velocidad.
[1 punto]
- b) Explique en qué se basa el modelo cinético de colisiones. Justifique a partir de este modelo cinético el efecto de la temperatura y del volumen del reactor en la velocidad de la reacción.
[1 punto]

7. El bromo, Br₂, es una sustancia rojiza y líquida a 20 °C y 1,0 atm. A partir del diagrama de fases del bromo pueden extraerse los siguientes datos:

<i>Punto de fusión</i>	<i>Punto triple</i>	<i>Punto crítico</i>
-7,0 °C 1,0 atm	-7,3 °C 0,058 atm	315,0 °C 102 atm

- a) ¿Qué información dan el punto de fusión y el punto triple del bromo? Explique razonadamente qué se observará si en un recipiente cerrado que contiene bromo, a 20 °C y 1,0 atm, va disminuyéndose la presión mientras se mantiene la temperatura.
[1 punto]
- b) Puede presentarse el proceso de transformación del bromo líquido en bromo gaseoso mediante la siguiente ecuación química:



Determine, expresada en °C, la temperatura de ebullición del bromo a 1,0 atm, suponiendo que las variaciones de entalpía y de entropía estándar de este compuesto no cambian con la temperatura.

[1 punto]

DATO: Entropía estándar absoluta, a 298 K:

$$S^\circ(\text{Br}_2, \text{líquido}) = 152,2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}; S^\circ(\text{Br}_2, \text{gaseoso}) = 245,4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}.$$



Institut
d'Estudis
Catalans

Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2015

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.

1. Con el paso del tiempo, las tuberías pueden tener problemas de obturación a causa de residuos que pueden quedarse adheridos. En el mercado se encuentran diferentes desatascadores comerciales líquidos, algunos de ellos a base de NaOH. Para determinar la concentración de este compuesto en el producto comercial puede efectuarse una valoración ácido-base empleando como valorante una disolución de ácido clorhídrico de concentración conocida.



- a) Se valoran 5,0 mL de un desatascador comercial líquido que contiene NaOH con una disolución de ácido clorhídrico 0,902 M y se necesitan 41,5 mL de esta disolución ácida para llegar al punto final. Escriba la reacción de valoración y calcule la concentración de NaOH que contiene el desatascador comercial líquido, expresada en g L⁻¹.

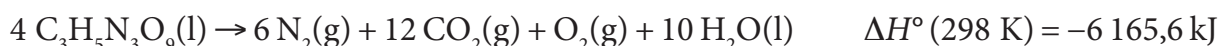
[1 punto]

- b) Explique el procedimiento experimental que seguiría en el laboratorio para llevar a cabo esta valoración, indicando el material y los reactivos que utilizaría.

[1 punto]

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

2. La nitroglicerina, $C_3H_5N_3O_9$, que tradicionalmente se ha utilizado para fabricar explosivos, también se usa en medicina como vasodilatador para el tratamiento de la angina de pecho. La descomposición de la nitroglicerina puede representarse mediante la siguiente ecuación:



- a) Una dosis de nitroglicerina para tratar la angina de pecho es de 0,60 mg. Si se supone que esta cantidad acaba descomponiéndose totalmente en el organismo según la reacción química anterior, calcule qué volumen de oxígeno se obtendría, medido a 1,0 bar y a 298 K, y qué cantidad de calor se liberaría a presión constante, en condiciones estándar y a 298 K.

[1 punto]

- b) Calcule la entalpía estándar de formación de la nitroglicerina a 298 K.

[1 punto]

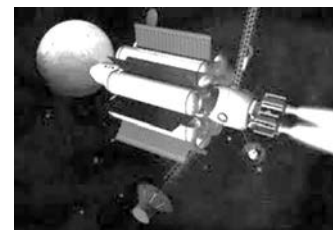
DATOS: Masas atómicas relativas: H = 1,0; C = 12,0; N = 14,0; O = 16,0.

Constante universal de los gases ideales: $R = 8,3 \times 10^{-2} \text{ bar L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Entalpía estándar de formación, a 298 K:

$$\Delta H_f^\circ (CO_2, g) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ (H_2O, l) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

3. Los propulsores iónicos son un tipo de propulsores de naves espaciales que utilizan un haz de iones positivos acelerados a velocidades muy elevadas. La propulsión iónica inicialmente utilizaba cesio, pero, por problemas de erosión de los materiales, en la actualidad se emplean gases nobles como el xenón.



- a) Cuando se hace incidir sobre átomos de xenón una radiación electromagnética con una longitud de onda máxima de $1,020 \times 10^{-6} \text{ m}$ se provoca la formación del catión Xe^+ . ¿Cuál es la frecuencia de esta radiación electromagnética? ¿Qué valor tiene la primera energía de ionización del xenón, expresado en kJ mol^{-1} ?

[1 punto]

- b) Escriba la configuración electrónica, en estado fundamental, de los átomos de cesio y de xenón. A partir de las configuraciones electrónicas y del modelo atómico de cargas eléctricas, compare el radio atómico y la primera energía de ionización del cesio y del xenón.

[1 punto]

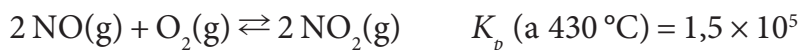
DATOS: Números atómicos (Z): $Z(Xe) = 54$; $Z(Cs) = 55$.

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

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

Número de Avogadro: $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

4. El monóxido de nitrógeno es el producto de la reacción entre el nitrógeno y el oxígeno atmosféricos que tiene lugar en los coches, dadas las altas temperaturas que se alcanzan. Este óxido se libera a la atmósfera y rápidamente se oxida a dióxido de nitrógeno, según el siguiente proceso:



- a) Se realiza un experimento en un recipiente cerrado, a volumen constante y a la temperatura de 430°C , introduciendo NO , O_2 y NO_2 hasta que la presión parcial de cada gas es $2,1 \times 10^{-3}$ bar, $1,1 \times 10^{-2}$ bar y $1,4 \times 10^{-1}$ bar, respectivamente. Justifique, a partir de los cálculos necesarios, por qué la reacción química no está en equilibrio. ¿La presión parcial del NO_2 será más alta o más baja cuando la reacción alcance el equilibrio? Justifique su respuesta.

[1 punto]

- b) Se determina la constante de equilibrio en presiones, K_p , de la reacción anterior para diferentes temperaturas y se obtienen los siguientes datos:

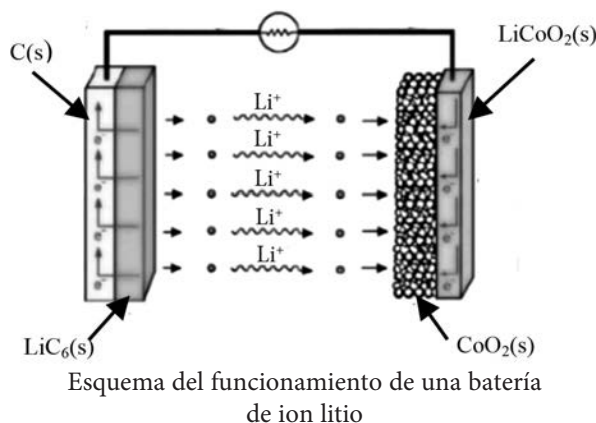
Temperatura (K)	600	700	800	900	1 000
Constante de equilibrio (K_p)	138	5,12	0,436	0,0626	0,0130

¿La reacción de oxidación del NO a NO_2 es exotérmica o endotérmica? Para favorecer la oxidación del NO a NO_2 , a una determinada temperatura, ¿es mejor realizar el experimento en un reactor cerrado de 10 L o de 100 L? Justifique sus respuestas.

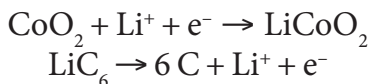
[1 punto]

DATO: Suponga que 1 bar de presión es aproximadamente igual a 1 atm.

5. Las baterías recargables de iones de litio se utilizan en los dispositivos móviles y en los ordenadores. Contienen un electrodo formado por los materiales $\text{LiCoO}_2(\text{s})$ y $\text{CoO}_2(\text{s})$, y otro electrodo formado por los materiales $\text{C}(\text{s})$ y $\text{LiC}_6(\text{s})$. La batería tiene, además, una sustancia entre los electrodos para facilitar el movimiento de los iones Li^+ .



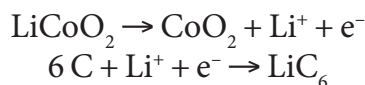
- a) Cuando esta batería funciona como una pila, las semirreacciones que se producen en los electrodos son:



Justifique qué semirreacción se produce en el ánodo y cuál se produce en el cátodo, y escriba la reacción global. Calcule la fuerza electromotriz de la batería si se sabe que la variación de energía libre de la reacción global es $-357,1$ kJ por mol de CoO_2 .

[1 punto]

- b) Cuando se carga la batería, se está efectuando un proceso electrolítico y se regeneran CoO_2 y LiC_6 en los electrodos, según las siguientes semirreacciones:

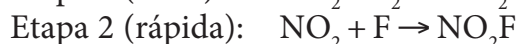


Calcule la masa de LiC_6 que se formará en uno de los electrodos si se carga la batería durante 2,5 h y se hace pasar una intensidad de corriente de 0,50 A.

[1 punto]

DATOS: Constante de Faraday: $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$.
Masas atómicas relativas: $\text{Li} = 6,9$; $\text{C} = 12,0$.

6. El fluoruro de nitrilo (NO_2F) es un gas incoloro que se utiliza como agente para la fluoración y puede sintetizarse a partir de dióxido de nitrógeno y flúor gaseosos. El mecanismo de esta reacción de síntesis tiene lugar en dos etapas elementales:



- a) Escriba la reacción global de la síntesis del fluoruro de nitrilo. Justifique el orden de reacción de la etapa 1 respecto de cada uno de los reactivos y escriba la ecuación de velocidad de la reacción de la etapa 1. Indique en qué unidades se expresa la velocidad de una reacción química.

[1 punto]

- b) Utilizando el modelo de colisiones o el modelo del estado de transición (o complejo activado), explique el concepto *energía de activación* y la influencia de la temperatura en la velocidad de una reacción química.

[1 punto]

7. Los detergentes contienen grandes cantidades de fosfatos, que son una de las causas de contaminación de las aguas. Su saneamiento es un proceso clave para garantizar la calidad del agua y, por tanto, la salud y la preservación del medio. Un método para eliminar los fosfatos de las aguas residuales consiste en precipitarlos como fosfato de aluminio, AlPO_4 .

- a) Escriba la reacción del equilibrio de solubilidad del fosfato de aluminio. Calcule la solubilidad de esta sal a $20\text{ }^\circ\text{C}$, expresada en mol L^{-1} .

[1 punto]

- b) Quiere verterse un agua residual con una concentración muy alta de fosfatos en un acuífero donde, por exigencias legales, solo está permitido verter agua con una concentración de fosfatos menor de $0,20\text{ mg L}^{-1}$. Por eso, antes de verterla se añade una cantidad de $\text{AlCl}_3(\text{s})$ que consigue precipitar una parte del fosfato y deja una concentración en equilibrio del ion Al^{3+} en el agua de $2,6 \times 10^{-15}\text{ mol L}^{-1}$. Justifique si el agua residual tratada cumple con las exigencias legales para verterla en el acuífero. Suponga que la temperatura del agua es de $20\text{ }^\circ\text{C}$.

[1 punto]

DATOS: Constante del producto de solubilidad, a $20\text{ }^\circ\text{C}$: $K_{\text{ps}}(\text{AlPO}_4) = 1,3 \times 10^{-20}$.

Masas atómicas relativas: O = 16,0; P = 31,0.

El cloruro de aluminio, AlCl_3 , es una sal soluble en agua.



Institut
d'Estudis
Catalans