

Proves d'accés a la universitat

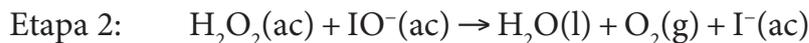
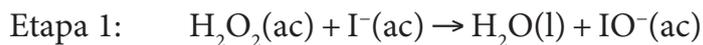
Convocatòria 2014

Química

Serie 3

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 peróxido de hidrógeno (H_2O_2), llamado también *agua oxigenada*, se descompone muy lentamente en disolución acuosa en oxígeno y agua. La reacción de descomposición se ve facilitada cuando se añaden iones yoduro, y sigue el siguiente mecanismo:



Cuando se estudia experimentalmente este mecanismo se encuentra que la etapa 1 es la más lenta y, por lo tanto, la reacción global sigue una cinética de orden 1 respecto al peróxido de hidrógeno y de orden 1 respecto al ion yoduro.

- a) Escriba la ecuación de velocidad de la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno en presencia de iones yoduro e indique cuál es el orden total de la reacción. Explique razonadamente qué función tienen los iones yoduro en este proceso de descomposición y con qué unidades se expresa la constante de velocidad de esta reacción.

[1 punto]

- b) ¿Cuál de las dos figuras siguientes representa mejor la descomposición del peróxido de hidrógeno en presencia de iones yoduro y qué magnitudes representan las letras A, B y C? Desde el punto de vista energético, ¿la descomposición es exotérmica o endotérmica? Argumente las respuestas.

[1 punto]

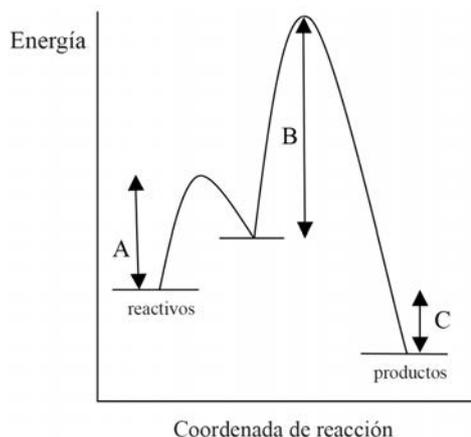


FIGURA 1

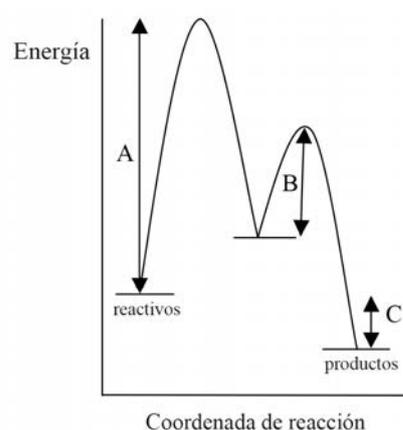


FIGURA 2

2. Las aguas duras, debido a la presencia de iones calcio y otros iones metálicos, son un problema en los hogares porque pueden formar fácilmente compuestos insolubles como el CaCO_3 que provocan averías en las conducciones y en los electrodomésticos.
- a) Una muestra de agua contiene 40 mg/L de iones Ca^{2+} . Calcule la concentración mínima de iones carbonato que debería contener esta agua, en mol L^{-1} , para que precipite CaCO_3 a 25 °C.
- b) La solubilidad del CaCO_3 , ¿se mantiene, disminuye o aumenta cuando la sal se disuelve en una disolución acuosa de Na_2CO_3 ? ¿Y si se disuelve en una disolución acuosa de ácido clorhídrico? Argumente las respuestas.

[1 punto]

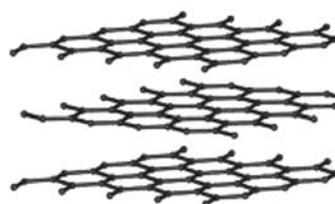
[1 punto]

DATOS: Constante del producto de solubilidad del CaCO_3 , a 25 °C: $K_{ps} = 4,8 \times 10^{-9}$
 Masa atómica relativa: Ca = 40,0

3. El diamante y el grafito son dos sustancias sólidas formadas solo por átomos de carbono que reciben la denominación de *variedades alotrópicas del carbono*. La diferencia fundamental en sus propiedades se debe a la disposición espacial de los átomos de carbono:



Diamante



Grafito

- a) Calcule la variación de energía libre estándar, ΔG° , de la siguiente transformación química a 298 K, y justifique si es espontánea:



[1 punto]

- b) La entalpía estándar de combustión del carbono grafito, a 298 K, es $-395,5 \text{ kJ mol}^{-1}$. Escriba la reacción de combustión del carbono grafito y calcule la masa mínima que necesita quemarse de este compuesto para que el calor liberado pueda utilizarse para calentar 2,0 L de agua contenidos en una olla abierta, a 10 °C y presión atmosférica, hasta la temperatura de ebullición. Considere despreciable el calor absorbido por el recipiente.

[1 punto]

DATOS: Entalpía estándar de formación, a 298 K:

$$\Delta H_f^\circ (\text{C, grafito}) = 0,0 \text{ kJ mol}^{-1}; \Delta H_f^\circ (\text{C, diamante}) = 1,9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Entropía estándar absoluta, a 298 K:

$$S^\circ (\text{C, grafito}) = 5,7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}; S^\circ (\text{C, diamante}) = 2,4 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

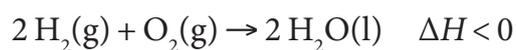
Masa atómica relativa: C = 12,0

Calor específico del agua = $4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Densidad del agua = $1,0 \text{ g mL}^{-1}$

Temperatura de ebullición del agua (a presión atmosférica) = 100 °C

4. Dada la escasez y el precio tan alto de los derivados del petróleo, se piensa en el hidrógeno como un combustible que puede sustituirlos, ya que también reacciona con el oxígeno y produce energía en este proceso.



- a) Justifique que se trata de una reacción de oxidación-reducción, e indique qué reactivo es el oxidante y qué reactivo es el reductor. Explique razonadamente si la reacción es espontánea, en condiciones estándar y a 298 K.

[1 punto]

- b) En la naturaleza no hay hidrógeno libre y, por lo tanto, hay que obtenerlo de alguna manera. El reactivo más barato es el agua y se propone utilizar las radiaciones solares para romper directamente el enlace O—H de la molécula de agua, de manera que los radicales formados continuarían la reacción. Justifique si es posible que la radiación solar rompa el enlace O—H, si se supone que la radiación solar que llega a la superficie terrestre tiene una frecuencia de entre $5,0 \times 10^{14}$ y $1,0 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$.

[1 punto]

DATOS: Potencial estándar de reducción, a 298 K:

$$E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}; E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}$$

Energía del enlace O—H (en condiciones estándar y a 298 K) = 463 kJ mol^{-1}

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

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

5. El ácido tartárico, $\text{HOOC}-\text{CHOH}-\text{CHOH}-\text{COOH}$, es un ácido orgánico diprótico debido a que tiene en su fórmula química dos grupos carboxílicos ($-\text{COOH}$). En la industria alimentaria se utiliza como acidificante y conservante natural, y las bebidas refrescantes de frutas lo contienen. En un laboratorio de análisis se han valorado 25,0 mL de una bebida refrescante que contiene ácido tartárico con hidróxido de sodio 0,150 M y se han necesitado 18,6 mL de esta base para que reaccionen los dos grupos carboxílicos.

- a) La recomendación legal es que la concentración de ácido tartárico en las bebidas no supere el valor de 9,0 g/L. ¿La bebida refrescante analizada está dentro del marco legal?

[1 punto]

- b) Detalle el material necesario y el procedimiento experimental para llevar a cabo esta valoración en el laboratorio.

[1 punto]

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

6. El mecanismo de hinchado de un airbag de automóvil se basa en la descomposición de la azida de sodio (NaN_3) que, en menos de 50 milisegundos, libera una gran cantidad de nitrógeno gaseoso según la siguiente reacción en fase heterogénea:



En un reactor de 1,0 L de capacidad se introducen 71,5 g de azida de sodio y se calienta a 600 K para provocar su descomposición. Cuando se alcanza el equilibrio se encuentran en el reactor 6,5 g de azida de sodio sin reaccionar.

- a) Determine la constante de equilibrio en concentraciones, K_c , de la reacción de descomposición de la azida de sodio a 600 K.

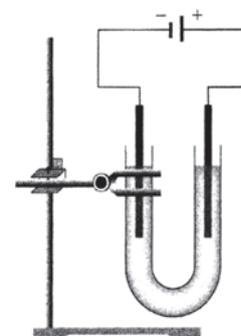
[1 punto]

- b) ¿Cómo influirá en la cantidad de azida de sodio descompuesta un aumento de la temperatura si se mantiene constante el volumen del recipiente? ¿Y un aumento del volumen si se mantiene constante la temperatura? Argumente las respuestas.

[1 punto]

DATOS: Masas atómicas relativas: N = 14,0; Na = 23,0

7. En la electrólisis de una disolución acuosa de yoduro de potasio (KI) se obtiene I_2 y H_2 . Para llevar a cabo este proceso de electrólisis en el laboratorio, un estudiante realiza el montaje representado en la figura adjunta. El estudiante ha introducido una disolución acuosa de yoduro de potasio 0,5 M en el tubo en forma de U y ha añadido unas gotas de fenolftaleína en el lado del tubo donde se encuentra el electrodo que hace de cátodo. A medida que avanza el proceso electrolítico, aparecen una coloración rosada en la zona del cátodo y una coloración marrón en la zona del ánodo.



Electrólisis del yoduro de potasio acuoso.

- a) Indique la polaridad del cátodo y la del ánodo en este proceso electrolítico. Escriba la semirreacción que se produce en el cátodo y explique razonadamente la coloración que aparece en esta zona.

[1 punto]

- b) Escriba la semirreacción que se produce en el ánodo. ¿Qué masa de yodo se obtendrá si en el proceso electrolítico circula una corriente de 500 mA durante 40 minutos?

[1 punto]

DATOS: Masa atómica relativa: I = 126,9

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

Fenolftaleína: — forma ácida: incolora

— forma básica: rosada

— pH de viraje: 8,3-10,0



Institut
d'Estudis
Catalans

Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2014

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.

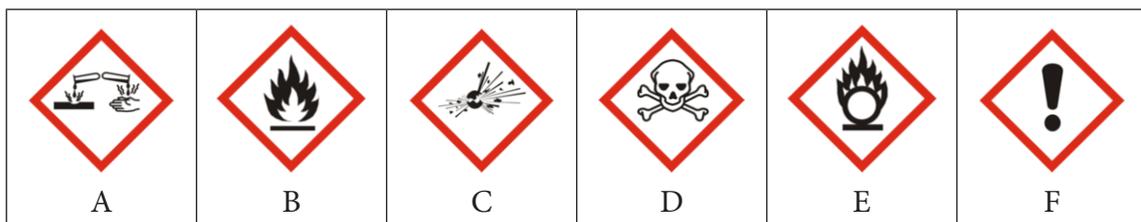
1. El ácido fluorhídrico es una disolución de fluoruro de hidrógeno en agua. Es una sustancia irritante, tóxica y corrosiva. Una de las propiedades del ácido fluorhídrico es que puede atacar el vidrio, y por eso se utiliza para hacer graffías en los llamados *cristales esmerilados*. La constante de acidez de este ácido, a 25 °C, es de $6,6 \times 10^{-4}$.

a) ¿Qué pH tiene una disolución de ácido fluorhídrico 0,5 M a 25 °C?

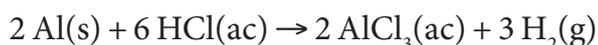
[1 punto]

b) De los pictogramas de la figura (A-F), indique los tres que aparecen en la etiqueta de una botella de ácido fluorhídrico. Explique de qué peligros alertan estos tres pictogramas y diga qué precauciones hay que tomar en la manipulación de ácido fluorhídrico en el laboratorio.

[1 punto]



2. Las disoluciones acuosas de los ácidos reaccionan con muchos metales y producen hidrógeno. Así, por ejemplo, cuando se dejan caer unas gotas de una disolución acuosa de HCl sobre una lámina delgada de aluminio, esta se agujerea debido a la siguiente reacción:



- a) Justifique que esta reacción es espontánea en condiciones estándar y a 25 °C. Explique razonadamente qué reactivo es el oxidante y qué reactivo es el reductor.

[1 punto]

- b) Puede llevarse a cabo la reacción entre el aluminio y el ácido clorhídrico en una pila para generar corriente eléctrica continua empleando un puente salino de $\text{KNO}_3(\text{ac})$. La notación de esta pila es:



Haga un dibujo de la pila e indique las polaridades de los electrodos. Justifique hacia dónde se mueven los iones del puente salino cuando la pila está en funcionamiento.

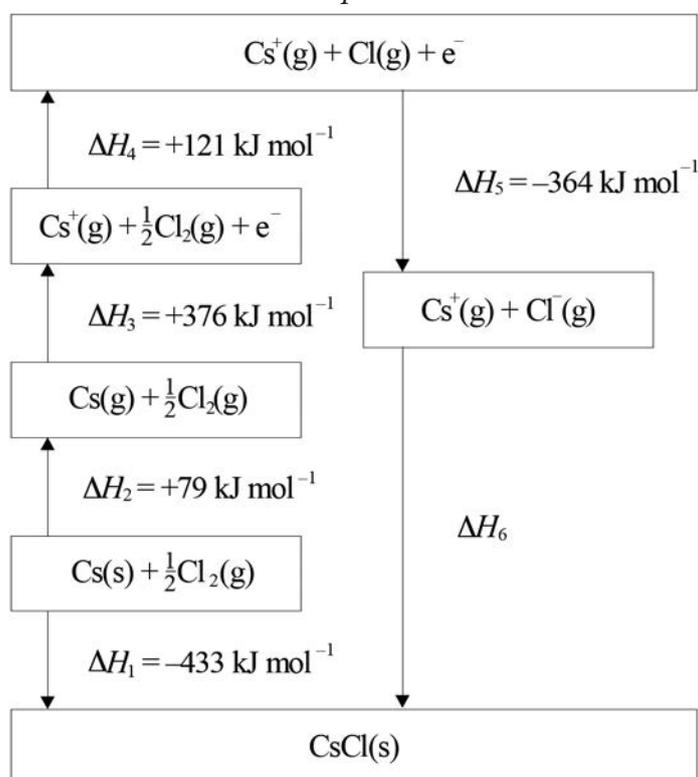
[1 punto]

DATOS: Potencial estándar de reducción, a 25 °C:

$$E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}; E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$$

3. Las energías reticulares de los compuestos iónicos son útiles para predecir los puntos de fusión y las solubilidades en agua de este tipo de compuestos. Para poder calcular el valor de la energía reticular de un compuesto iónico se utiliza el ciclo de Born-Haber. A partir de la siguiente figura:

Ciclo de Born-Haber para el cloruro de cesio



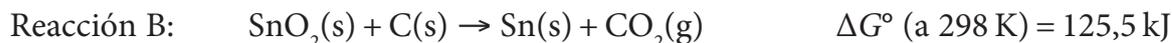
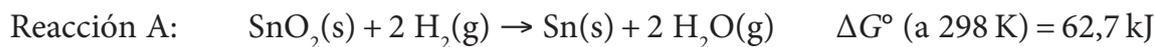
- a) Escriba las reacciones correspondientes a la energía de ionización del cesio, la afinidad electrónica del cloro y la entalpía de formación del cloruro de cesio, e indique qué valor tienen las entalpías de cada uno de estos procesos.

[1 punto]

- b) Calcule el valor de la energía reticular del cloruro de cesio.

[1 punto]

4. El estaño es un metal plateado, maleable, que no se oxida fácilmente y, por eso, se utiliza en muchas aleaciones para recubrir otros metales y protegerlos de la corrosión. Puede obtenerse a partir del óxido de estaño(IV) mediante dos reacciones diferentes:



- a) ¿Cuál de las dos reacciones tendrá una variación de entropía mayor en condiciones estándar y a 298 K? Explíquelo razonadamente.

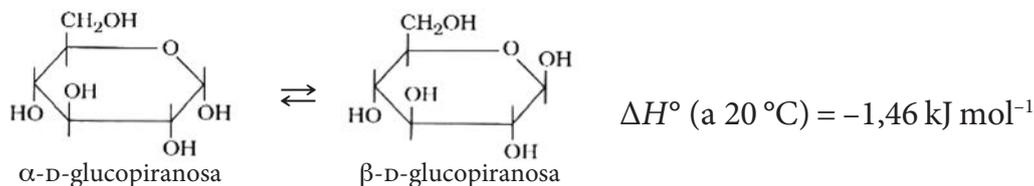
[1 punto]

- b) Calcule el valor de la energía libre estándar de formación, ΔG_f° , del óxido de estaño(IV) a 298 K.

[1 punto]

DATOS: Energía libre estándar de formación, a 298 K: $\Delta G_f^\circ (\text{CO}_2) = -399,4 \text{ kJ mol}^{-1}$

5. La molécula de α -D-glucopiranososa se transforma en su isómero β -D-glucopiranososa, en disolución acuosa y a 20 °C. Este proceso se conoce con el nombre de *mutarrotación*:



- a) Una disolución contiene en equilibrio un 34 % en masa de α -D-glucopiranososa y un 66 % en masa de β -D-glucopiranososa, a 20 °C. ¿Qué valor tiene la constante de equilibrio en concentraciones, K_c , de la reacción de mutarrotación de la α -D-glucopiranososa a 20 °C?

[1 punto]

- b) La mutarrotación de la α -D-glucopiranososa a 20 °C sigue una cinética de primer orden con una constante de velocidad de $5,27 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$. Dibuje, de manera aproximada, el perfil de esta reacción en un diagrama de la energía en función de la coordenada de la reacción, suponiendo que la reacción se lleva a cabo en una única etapa, e indique dónde se encuentra la magnitud de la energía de activación. Cuando la reacción se realiza en un medio fuertemente ácido, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \text{ M}$, la constante de velocidad tiene un valor de $14,0 \text{ s}^{-1}$. Explique razonadamente a qué se debe este cambio.

[1 punto]

DATOS: La masa molecular relativa tanto del compuesto α -D-glucopiranososa como del compuesto β -D-glucopiranososa es 180.

6. Las disoluciones fertilizantes a base de sulfato de zinc provocan problemas en las plantas cuando se aplican por vía foliar. Para evitar estos efectos tóxicos se recomienda modificar el pH de la disolución de sulfato de zinc hasta que comience a precipitar $\text{Zn}(\text{OH})_2$.



Hojas afectadas por la aplicación de un fertilizante a base de sulfato de zinc.

- a) Calcule la solubilidad del $\text{Zn}(\text{OH})_2$, a $20\text{ }^\circ\text{C}$, expresada en mol L^{-1} .
[1 punto]
- b) Si se tiene una disolución fertilizante que contiene $1,8\text{ g/L}$ de sulfato de zinc, ¿qué pH debe fijarse para que comience a precipitar $\text{Zn}(\text{OH})_2$?
[1 punto]

DATOS: Constante del producto de solubilidad del $\text{Zn}(\text{OH})_2$, a $20\text{ }^\circ\text{C}$: $K_{\text{ps}} = 6,87 \times 10^{-17}$
Masa molecular relativa del sulfato de zinc = $161,4$
Constante de ionización del agua, a $20\text{ }^\circ\text{C}$: $K_{\text{w}} = 1,00 \times 10^{-14}$

7. La descomposición del ozono en la estratosfera tiene lugar mediante una cadena de reacciones. La primera consiste en la rotura de una molécula de oxígeno en dos átomos de oxígeno:



- a) Calcule la energía de la radiación electromagnética capaz de producir esta reacción. Explique razonadamente si la radiación infrarroja podría provocar la rotura de la molécula de oxígeno.

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 UV-vis.	radiación infrarroja	microondas	ondas de radio

- [1 punto]
- b) Defina el término *orbital atómico* según el modelo ondulatorio del átomo. Escriba la configuración electrónica en estado fundamental del átomo de oxígeno e indique los números cuánticos del electrón más interno de este átomo.
[1 punto]

DATOS: Número atómico (Z): $Z(\text{O}) = 8$
Número de Avogadro: $N_{\text{A}} = 6,02 \times 10^{23}$
Constante de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34}\text{ J s}$



Institut
d'Estudis
Catalans