

CATALUÑA · PAU 2013 · ORDINARIA

Química

14 ejercicios

Instrucciones del examen

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 elegido.

Ejercicio 1

2 puntos

La cal viva, CaO , se utiliza en el tratamiento de aguas y en la eliminación del dióxido de azufre de los gases de las chimeneas de las centrales térmicas, mientras que la cal muerta o apagada, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, se usa junto con arena y agua en los morteros empleados en la construcción para unir ladrillos. Si ponemos agua en contacto con la cal viva, esta se hidrata y origina la cal apagada. Observe la tabla siguiente y responda a las cuestiones:

a) 1 punto

Escriba la reacción de transformación de la cal viva en cal apagada y explique razonadamente si la reacción absorbe o desprende calor, en condiciones estándar y a 298 K, cuando se lleva a cabo a presión constante.

b) 1 punto

Explique razonadamente si la reacción de transformación de la cal viva en cal apagada es espontánea, en condiciones estándar y a 298 K.

Ejercicio 2

2 puntos

El eteno, hidrocarburo insaturado llamado habitualmente etileno, es uno de los compuestos químicos orgánicos producidos en más cantidad en el mundo. La principal aplicación que tiene es la fabricación del polímero polietileno, empleado para la elaboración de bolsas de plástico. También se puede transformar en etano mediante reacciones de adición de hidrógeno en presencia de catalizadores, como, por ejemplo, el paladio:



a) 1 punto

Calcule la entalpía estándar de esta reacción, a 298 K, empleando los valores de la tabla siguiente:

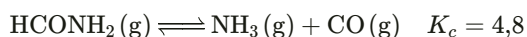
b) 1 punto

Explique razonadamente si la variación de entropía de esta reacción (ΔS°) es positiva o negativa, y también si la reacción será espontánea a temperaturas altas o bajas.

Ejercicio 3

2 puntos

La formamida, HCONH_2 , es un compuesto orgánico de gran importancia en la obtención de fármacos y fertilizantes. A altas temperaturas, la formamida se disocia en amoníaco y monóxido de carbono de acuerdo con el equilibrio según:



En un recipiente industrial de 200 L, en el cual previamente se ha hecho el vacío y se ha mantenido una temperatura de 400 K, se añade formamida hasta que la presión inicial en el interior es de 1,64 atm.

a) 1 punto

Calcule la concentración de formamida que contiene el recipiente una vez se ha alcanzado el equilibrio, expresada en mol L^{-1} .

b) 1 punto

Explique razonadamente cómo variará la concentración de formamida si a la mezcla en equilibrio se le añade un poco de amoníaco. ¿Y si aumentamos el volumen del recipiente?

Ejercicio 4

2 puntos

Un estudiante lleva a cabo el experimento siguiente en el laboratorio, a una temperatura de 20°C : transfiere a un vaso de precipitados, con la ayuda de una probeta, 40 mL de una solución acuosa de H_2SO_4 $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, y 160 mL de una solución acuosa de BaCl_2 $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$. Remueve bien la mezcla con una varilla de vidrio y observa enseguida la aparición de un precipitado de color blanco.

a) 1 punto

Explique razonadamente, a partir de los cálculos necesarios, la formación del precipitado.

b) 1 punto

El estudiante separa el precipitado blanco de la solución acuosa incolora mediante un proceso de filtración. Con la solución acuosa del filtrado llena dos tubos de ensayo hasta la mitad; en uno añade un poco de una solución acuosa concentrada de Na_2SO_4 y en el otro, un poco de agua destilada. Explique razonadamente qué sucederá en cada tubo.

Ejercicio 5

2 puntos

Uno de los problemas principales de las cafeteras son los depósitos de cal que se generan porque las estropean y alteran el sabor del café. Por este motivo es conveniente descalcificarlas periódicamente y se recomienda utilizar descalcificadores a base de ácido láctico, el cual, además de ser eficaz contra la cal, es biodegradable y no corrosivo para las piezas metálicas de la cafetera. La etiqueta de la botella de un descalcificador comercial líquido dice que contiene un 45 % en masa de ácido láctico. Para determinar la concentración exacta de este ácido se quiere hacer una volumetría ácido-base en el laboratorio.

a) 1 punto

Dado que el descalcificador comercial es demasiado concentrado para valorarlo directamente, decidimos diluirlo diez veces con agua destilada, de manera que la concentración de ácido láctico en la solución diluida será del 4,5 % en masa. Para hacerlo, disponemos de los lotes de material de vidrio siguientes:

Lote A	pipeta aforada de 5 mL probeta de 50 mL
Lote B	pipeta aforada de 10 mL matraz aforado de 1 000 mL
Lote C	pipeta aforada de 10 mL matraz aforado de 100 mL
Lote D	probeta de 10 mL matraz aforado de 100 mL

 Explique razonadamente cuál de los cuatro lotes permitirá hacer la dilución con más precisión, y justifique la eliminación de los otros tres.

b) 1 punto

Explique el procedimiento experimental que seguiría en el laboratorio para llevar a cabo la valoración de 5,00 mL de la solución diluida del descalcificador con una solución de NaOH 0,200 M, e indique el material y los reactivos que utilizaría.

Ejercicio 6

2 puntos

El magnesio es un elemento metálico que forma parte de muchas aleaciones, pero no se encuentra puro en la naturaleza. Se puede obtener a partir de alguna de sus sales empleando una celda electrolítica.

a) 1 punto

Escriba las semirreacciones que se producen en cada electrodo, y la reacción global cuando se lleva a cabo la electrólisis de cloruro de magnesio fundido, e indique el nombre y la polaridad de los electrodos.

b) 1 punto

Justifique por qué hay que realizar el proceso de obtención de magnesio en una celda electrolítica y no en una celda galvánica (pila). Si por la celda electrolítica de cloruro de magnesio fundido circula una intensidad de corriente de 5,0 A, ¿cuántas horas deben transcurrir para conseguir 100 g de magnesio?

Ejercicio 7

2 puntos

En el diagnóstico de enfermedades respiratorias se utiliza como prueba la difusión pulmonar de monóxido de carbono (DL_{CO}) que permite evaluar el proceso de transferencia de oxígeno desde los pulmones (alvéolos) hasta la unión con la hemoglobina contenida en los glóbulos rojos de la sangre.

a) 1 punto

¿En qué consiste la difusión gaseosa? ¿Qué relación hay entre la velocidad de difusión del oxígeno y la del monóxido de carbono?

b) 1 punto

El volumen molar del CO es $22,40 \text{ L mol}^{-1}$ y el del CO_2 es $22,26 \text{ L mol}^{-1}$, a 0°C y $1,0 \text{ atm}$. Determine el volumen molar de un gas ideal en estas condiciones y justifique la posible desviación del comportamiento ideal de los dos gases a partir de la teoría cinético-molecular de los gases.

Ejercicio 8

2 puntos

El sulfumán es un producto comercial que contiene HCl y que se utiliza para la limpieza y desinfección de inodoros. Para determinar el contenido de HCl de un sulfumán comercial se puede llevar a cabo una valoración ácido-base empleando hidróxido de sodio como reactivo valorante.

a) 1 punto

Disponemos de una solución de hidróxido de sodio 2,000 M. ¿Qué volumen de esta solución necesitamos para preparar 250,0 mL de una solución de hidróxido de sodio 0,400 M? Indique el material necesario para preparar esta solución en el laboratorio.

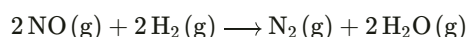
b) 1 punto

Explique el procedimiento experimental para llevar a cabo la valoración de 5,0 mL de la muestra de sulfumán con la solución de hidróxido de sodio 0,400 M, e indique el material y los reactivos que utilizaría.

Ejercicio 9

2 puntos

El monóxido de nitrógeno se puede reducir a nitrógeno según la reacción siguiente:



Se diseñó un conjunto de experiencias, a 904 °C, que permitió determinar que la reacción es de orden 2 respecto al monóxido de nitrógeno, que es de orden 1 respecto al hidrógeno, y que el valor de la constante de velocidad es $6,32 \text{ mol}^{-2} \text{ L}^2 \text{ s}^{-1}$. En un reactor de volumen fijo introducimos la misma cantidad, en moles, de monóxido de nitrógeno y de hidrógeno, y calentamos la mezcla a 904 °C para que comience la reacción.

a) 1 punto

Calcule la concentración de hidrógeno en el reactor cuando la concentración de monóxido de nitrógeno es $0,15 \text{ mol L}^{-1}$. ¿Cuál es la velocidad de la reacción en este instante?

b) 1 punto

¿Cómo se ve afectada la velocidad de la reacción si introducimos un catalizador en el reactor? ¿Y si aumentamos la temperatura? Explique razonadamente las respuestas a partir de un modelo cinético.

Ejercicio 10

2 puntos

Los gases amoníaco y bromuro de hidrógeno se difunden en un tubo estrecho, en sentidos opuestos, y salen de los puntos X e Y en el mismo instante. Cuando se encuentran, forman bromuro de amonio, NH_4Br .

a) 1 punto

Explique razonadamente si el bromuro de amonio se formará en el punto A, B o C de la figura.

b) 1 punto

El amoníaco gaseoso tiene una densidad de $769,6 \text{ g m}^{-3}$ a 1,0 bar y a 273 K. Calcule su densidad en estas condiciones de presión y temperatura si se comportara como un gas ideal, y justifique la diferencia a partir del modelo cinético-molecular de los gases.

Ejercicio 11

2 puntos

La presencia de hierro es uno de los problemas que más a menudo deben afrontar los profesionales de tratamiento de aguas. Este elemento puede afectar el sabor del agua, producir manchas en los sanitarios y en la ropa blanca o formar depósitos en las redes de distribución.

a) 1 punto

Las guías de calidad de la Organización Mundial de la Salud recomiendan que las aguas destinadas al consumo humano no sobrepasen los $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ de hierro. Si suponemos que esta concentración es toda de Fe^{2+} , ¿qué pH tendrá el agua cuando comience la precipitación del hidróxido de hierro(II)?

b) 1 punto

En un vaso de precipitados tenemos un poco de hidróxido de hierro(II) sólido en contacto con una solución acuosa saturada de este hidróxido. Una manera de solubilizar el sólido es añadir agua destilada. Explique otras dos maneras de solubilizarlo.

Ejercicio 12

2 puntos

La producción de la propanona, CH_3COCH_3 , llamada habitualmente acetona, es un indicador de crecimiento económico por el gran uso que se hace de ella en la industria de plásticos, fibras y medicamentos, entre otros productos. Para comprobar la pureza de la acetona producida se pueden emplear técnicas como la espectrometría de masas o la espectrofotometría de infrarrojo. En la figura se muestra el espectro de masas de la acetona:

a) 1 punto

Indique qué magnitud se representa en el eje de abscisas del espectro de masas. Interprete la información del espectro indicando a qué pueden ser debidos los picos que se obtienen en los valores 15, 43 y 58.

b) 1 punto

¿Qué magnitudes se representan en los dos ejes de un espectro infrarrojo? ¿Qué información útil nos proporcionaría el espectro infrarrojo de una muestra de acetona para comprobar si está o no impurificada con 2-propanol?

Ejercicio 13

2 puntos

Queremos separar la plata de una aleación formada por plata y estaño. Para conseguirlo, podemos escoger entre añadir a la aleación una solución acuosa de ácido sulfúrico 1 M o una de ácido nítrico 1 M, y, posteriormente, obtener la plata sólida por filtración.

a) 1 punto

Justifique, desde un punto de vista electroquímico, si elegiría añadir ácido sulfúrico o ácido nítrico.

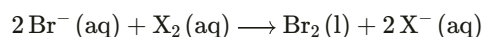
b) 1 punto

Escriba la reacción del ácido nítrico en agua, según el modelo ácido-base de Brönsted-Lowry. Si tenemos una solución de ácido nítrico y otra de ácido sulfúrico de la misma concentración molar, ¿cuál de las dos soluciones tiene un pH más alto? Explíquelo razonadamente.

Ejercicio 14

2 puntos

El bromo se utiliza en la producción de colorantes, desinfectantes e insecticidas. Una fuente importante para obtenerlo es el agua de mar, donde se encuentra en forma de bromuro. La obtención de bromo a partir del agua de mar se lleva a cabo industrialmente mediante una reacción del tipo:



donde X es otro halógeno.

a) 1 punto

Explique razonadamente qué halógeno o halógenos pueden hacer que la reacción anterior sea espontánea, y calcule la variación de energía libre estándar, a 298 K, de una de estas reacciones.

b) 1 punto

A partir de la configuración electrónica de los átomos o iones, y utilizando el modelo atómico de cargas eléctricas, compare el radio atómico de los elementos Cl y Br, así como el radio de las especies químicas Br y Br^- .

Tu Profe al Rescate