

CATALUÑA · PAU 2016 · 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

El yoduro de plomo(II) (PbI_2) es una sal de color amarillo, bastante insoluble en agua fría, que se puede obtener mezclando disoluciones acuosas de nitrato de plomo(II) ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) y de yoduro de potasio (KI).

a) 1 punto

Escriba la reacción de precipitación del yoduro de plomo(II) y explique razonadamente, realizando los cálculos necesarios, si precipitará yoduro de plomo(II) cuando mezclamos 0,25 L de disolución acuosa 0,15 M de yoduro de potasio con 0,25 L de disolución acuosa de nitrato de plomo(II) 0,15 M, a 25 °C. Suponga que los volúmenes son aditivos.

b) 1 punto

Explique qué procedimiento seguiría en el laboratorio, mencione qué materiales utilizaría y realice los cálculos necesarios para preparar la disolución acuosa, antes mencionada, de yoduro de potasio a partir del producto sólido.

Ejercicio 2

2 puntos

El ibuprofeno, que podemos representar como $\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{COOH}$, es un antiinflamatorio que se utiliza para combatir el dolor y los estados febriles. Es un ácido monoprótico débil que contiene un solo grupo ácido carboxílico ($-\text{COOH}$) en su molécula. Hemos preparado en el laboratorio una solución acuosa 0,200 M de este ácido y, al medir el pH, obtenemos un valor de 2,95 a 25 °C.

a) 1 punto

Calcule la constante de acidez, K_a , del ibuprofeno a 25 °C.

b) 1 punto

Queremos valorar la solución acuosa de ibuprofeno 0,200 M con NaOH 0,100 M, pero en el laboratorio solo disponemos de una solución de NaOH 0,400 M. Calcule qué volumen de esta solución necesitamos para preparar 100,0 mL de una solución de NaOH 0,100 M. Explique cómo la prepararía en el laboratorio e indique el material que utilizaría. Justifique si podemos emplear el rojo de metilo como indicador para detectar el punto final de esta valoración ácido-base.

Ejercicio 3

2 puntos

La figura siguiente representa el diagrama de fases del agua.

a) 1 punto

Dé el nombre y la definición de los puntos B y C, y de las líneas AB, BC y BD.

b) 1 punto

¿Cuál es el estado físico del agua a -10°C y 1 atm ? Partiendo de estas condiciones de temperatura y presión, calentamos el agua a presión constante hasta 130°C . Explique qué le sucede a medida que aumenta la temperatura. Nombre todos los cambios de fase que tienen lugar. Dibuje, en el cuaderno de respuestas, el diagrama de fases e indique los estados inicial y final, y la línea de calentamiento.

Ejercicio 4

2 puntos

La electrólisis es un proceso en el que se aporta energía eléctrica para que se produzca una reacción redox no espontánea. Mediante la electrólisis de una solución acuosa de cloruro de cobre(II), empleando dos electrodos inertes de grafito, se obtiene $\text{Cl}_2(\text{g})$ en el ánodo y se deposita $\text{Cu}(\text{s})$ en el cátodo.

a) 1 punto

Escriba las semirreacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo, indique la polaridad de los electrodos y diga si la semirreacción es de oxidación o de reducción. Escriba la ecuación química global que se produce en el proceso de electrólisis.

b) 1 punto

En el laboratorio llevamos a cabo la electrólisis de una solución acuosa de cloruro de cobre(II) durante 60 minutos, empleando una corriente continua de 1,30 A, y obtenemos 1,54 g de $\text{Cu}(\text{s})$. Calcule la masa atómica del cobre.

Ejercicio 5

2 puntos

Por electrólisis de una disolución acuosa de cloruro de oro(III) (AuCl_3), se obtiene cloro gaseoso y se deposita oro.

a) 1 punto

Escriba las semirreacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo, y la reacción global. Realice un esquema de la celda electrolítica, e indique el electrodo positivo y el negativo, el ánodo y el cátodo, el movimiento de los iones en el interior de la celda y el de los electrones por el circuito exterior.

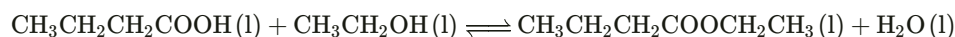
b) 1 punto

Calcule el número de átomos de oro y el número de moléculas de cloro que se obtienen cuando un mol de electrones ha pasado por el circuito.

Ejercicio 6

2 puntos

Muchos ésteres tienen un aroma característico y, por esta razón, se utilizan frecuentemente como aromatizantes artificiales y aditivos alimentarios. Uno de estos ésteres es el butanoato de etilo, llamado habitualmente butirato de etilo, que tiene un aroma parecido al de la piña tropical. Lo podemos obtener por reacción entre el ácido butanoico y el etanol, de acuerdo con la ecuación química siguiente:



La constante de equilibrio, K_e , de esta reacción tiene un valor de 4,0 a la temperatura de 50 °C. Un recipiente contiene una mezcla formada por 0,40 mol de ácido butanoico, 0,40 mol de etanol, 0,50 mol de butanoato de etilo y 0,50 mol de agua.

a) 1 punto

Justifique, a partir de los cálculos necesarios, por qué esta mezcla no está en equilibrio a 50 °C. ¿Cuáles serán las cantidades (en moles) de cada compuesto cuando la mezcla alcance el equilibrio?

b) 1 punto

Queremos mejorar el rendimiento de la reacción de obtención del éster y nos proponen aplicar alguna de las tres estrategias siguientes: aumentar la presión, añadir una sustancia higroscópica o añadir más cantidad de alcohol. Explique razonadamente si con cada una de las estrategias conseguiremos el objetivo que nos proponemos o no.

Ejercicio 7

2 puntos

El consumo de sustancias estupefacientes conlleva un grave problema de salud pública. Estas sustancias permanecen acumuladas en diferentes partes del cuerpo durante un cierto tiempo, que varía desde días hasta meses. Por ejemplo, podemos detectar la cocaína ($\text{C}_{17}\text{H}_{21}\text{NO}_4$) y la anfetamina ($\text{C}_9\text{H}_{13}\text{N}$) en el cabello de una persona hasta pasados noventa días de haber consumido mediante la técnica de espectrometría de masas. En la figura siguiente se puede ver el espectro de masas obtenido a partir del cabello de una persona de la cual sospechamos que ha tomado una de estas drogas.

a) 1 punto

¿Qué magnitud se ha representado en el eje horizontal del gráfico? A partir de los datos experimentales, deduzca si la persona ha tomado cocaína o anfetamina.

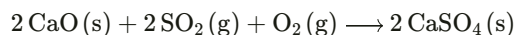
b) 1 punto

A 250 °C de temperatura y a 1 atm de presión, la cocaína se encuentra en estado gaseoso. Calcule el volumen molar de la cocaína en estas condiciones de temperatura y presión, suponiendo que se trata de un gas ideal. ¿Qué diferencias hay entre un gas real y un gas ideal?

Ejercicio 8

2 puntos

El óxido de calcio o cal viva es un compuesto inorgánico muy importante en el ámbito industrial. En el control de la contaminación se utiliza para eliminar el dióxido de azufre generado en algunas centrales eléctricas mediante la reacción siguiente:



a) 1 punto

En una central eléctrica se eliminan, cada minuto, 447 g de dióxido de azufre. Calcule el calor que se liberará por minuto en el proceso de eliminación del dióxido de azufre con cal viva si se produce a una presión constante de 1 atm y una temperatura de 298 K.

b) 1 punto

En el caso de que el proceso se produjera a volumen constante, justifique si se liberaría una cantidad de calor superior, inferior o igual.

Ejercicio 9

2 puntos

Para calcular la energía reticular del cloruro de magnesio (MgCl_2) es necesario conocer los datos termodinámicos que aparecen en la tabla siguiente:

a) 1 punto

Dibuje el diagrama de entalpías del cloruro de magnesio (ciclo de Born-Haber) y calcule la energía reticular de esta sal a 25 °C.

b) 1 punto

Explique justificadamente si el valor absoluto de la energía reticular del cloruro de magnesio es mayor o menor que el de la energía reticular del cloruro de calcio (CaCl_2).

Ejercicio 10

2 puntos

El biogás es una mezcla de metano y dióxido de carbono que podemos obtener a partir de las reacciones metabólicas de las bacterias metanógenas. Estas bacterias llevan a cabo diversas reacciones para descomponer la materia orgánica, la última de las cuales es la transformación siguiente del ácido acético:



a) 1 punto

Una granja se plantea instalar una planta de obtención de biogás a partir de ácido acético y duda de la espontaneidad de este proceso. A partir de los cálculos necesarios, indique si esta reacción de obtención de biogás es espontánea en condiciones estándar y a 298 K.

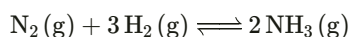
b) 1 punto

Para controlar el proceso de obtención del biogás hemos registrado el espectro de masas de uno de los tres compuestos que intervienen en la reacción. ¿Qué magnitud se representa en el eje de las abscisas de un espectro de masas? Identifique el compuesto e indique a qué pueden ser debidos los tres picos de mayor intensidad que aparecen en el espectro.

Ejercicio 11

2 puntos

La síntesis del amoníaco se produce por reacción entre el nitrógeno y el hidrógeno, según la ecuación química siguiente:



Introducimos 1,0 mol de nitrógeno y 3,0 mol de hidrógeno en un reactor cerrado de 1,3 L. Cuando calentamos la mezcla gaseosa a 528 K, observamos que la presión en el equilibrio es de 80,0 atm. Calcule, a 528 K:

a) 1 punto

El porcentaje de nitrógeno que ha reaccionado una vez se ha alcanzado el equilibrio.

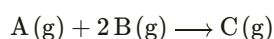
b) 1 punto

La constante de equilibrio en concentraciones K_c .

Ejercicio 12

2 puntos

Conocer la velocidad de una reacción química y determinar de qué depende es muy útil cuando se diseña el proceso de fabricación de una sustancia nueva. Los ingenieros químicos deben buscar, en cada caso, cómo se puede mejorar el rendimiento de una reacción, pero también cómo se puede acelerar la reacción. En un reactor, a volumen constante y a la temperatura de 60 °C, se ha realizado un estudio de la cinética de la reacción siguiente:



Las datos experimentales obtenidas demuestran que la reacción es de primer orden respecto de A y de orden cero respecto de B.

a) 1 punto

Escriba la ecuación de velocidad de la reacción. Calcule la constante de velocidad de esta reacción a 60 °C si, para una concentración inicial del reactivo A de $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ y del reactivo B de $4,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, la velocidad inicial de la reacción es $4,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$. ¿La velocidad de la reacción se mantendrá, disminuirá o aumentará cuando hayan transcurrido unos cuantos minutos después del inicio de la reacción? Justifique la respuesta.

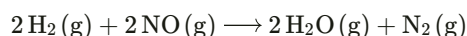
b) 1 punto

¿Qué es un catalizador? Explique cómo actúa un catalizador en una reacción química a partir del modelo del estado de transición.

Ejercicio 13

2 puntos

La única manera de determinar la ecuación de velocidad de una reacción es realizando experimentos para medir el efecto que produce la variación de concentración de los reactivos sobre la velocidad. A continuación, puede ver una reacción y los resultados obtenidos, a una temperatura determinada, cuando estudiamos su cinética mediante el método de las velocidades iniciales:



a) 1 punto

Calcule el orden de reacción respecto de cada reactivo y el orden total.

b) 1 punto

Determine la constante de velocidad de la reacción. A partir de la teoría de las colisiones, explique dos maneras de aumentar la velocidad de esta reacción química.

Ejercicio 14

2 puntos

Uno de los ríos principales que suministran agua a la ciudad de Barcelona es el río Llobregat. En una analítica rutinaria del agua de este río obtenemos los datos siguientes:

a) 1 punto

Llenamos un tubo de ensayo, hasta la mitad, con agua del río Llobregat a 298 K. A continuación, añadimos, gota a gota, una solución concentrada de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ hasta que empieza a aparecer un poco de precipitado. Justifique, numéricamente, si este precipitado es PbCl_2 o PbSO_4 .

b) 1 punto

Llenamos otro tubo de ensayo, hasta la mitad, con agua del río Llobregat y añadimos, gota a gota, una solución de NaOH para aumentar su basicidad y hacer precipitar los hidróxidos metálicos insolubles. Cuando el pH es 12,6, empieza a precipitar el hidróxido de calcio. ¿Qué valor tiene la constante del producto de solubilidad de este hidróxido a 298 K?

Tu Profe al Rescate