

CATALUÑA · PAU 2019 · ORDINARIA

Química

14 ejercicios · 90 min de duración

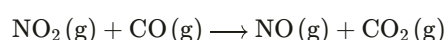
Instrucciones del examen

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

Ejercicio 1

2 puntos

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



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

a) 1 punto

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.

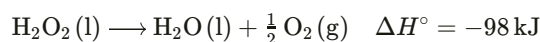
b) 1 punto

¿Qué sucede con la velocidad de la reacción si aumentamos la temperatura y mantenemos constante el volumen? ¿Y si aumentamos el volumen y mantenemos constante la temperatura? Justifique las respuestas utilizando el modelo cinético de colisiones.

Ejercicio 2

2 puntos

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 ecuación química siguiente:



a) 1 punto

Indique si la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno es espontánea en condiciones estándar y a 298 K, y si la espontaneidad de la reacción depende de la temperatura. Justifique las respuestas. Nota: Suponga que la entalpía y la entropía estándar no varían en función de la temperatura.

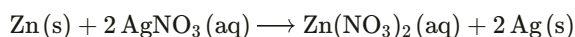
b) 1 punto

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.

Ejercicio 3

2 puntos

Hemos 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) 1 punto

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.

b) 1 punto

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

Ejercicio 4

2 puntos

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

a) 1 punto

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

b) 1 punto

En otro experimento construyen, en condiciones estándar 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 en el cátodo, y la reacción iónica global de la pila. Calcule también la fuerza electromotriz (FEM) de esta pila.

Ejercicio 5

2 puntos

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) 1 punto

Cuando se quema 1,0 L de isooctano a presión constante, en condiciones estándar 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.

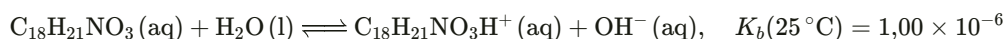
b) 1 punto

Explique de qué peligros nos alertan estos cuatro pictogramas que encontramos en la etiqueta de un bidón de gasolina E5:

Ejercicio 6

2 puntos

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 usa, combinada con otros analgésicos, para incrementar el efecto de estos fármacos. Es un compuesto con propiedades básicas y en solución acuosa reacciona de la manera siguiente:



a) 1 punto

Cuando disolvemos un fármaco con un poco de agua obtenemos una solución acuosa de codeína 0,020 M. Calcule el pH de esta solución a 25 °C.

b) 1 punto

Valoramos un jarabe incoloro que contiene codeína con una solución de ácido clorhídrico. Indique, razonadamente, si el pH en el punto de equivalencia es ácido, neutro o básico. Diga cuáles de los indicadores siguientes podríamos utilizar para detectar el punto final de esta valoración y justifique las respuestas.

Ejercicio 7

2 puntos

El sulfumán (solución 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) 1 punto

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

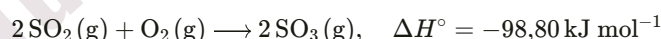
b) 1 punto

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

Ejercicio 8

2 puntos

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 cuando se mezcla con vapor de agua produce ácido sulfúrico, uno de los componentes principales de la lluvia ácida. Observe la reacción siguiente:



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

a) 1 punto

Dibuje, de manera 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.

b) 1 punto

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.

Ejercicio 9

2 puntos

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 $6,0^\circ C$ a $1,0 \text{ atm}$, su punto triple es de $5,5^\circ C$ a $0,048 \text{ atm}$ y su punto crítico es de $289^\circ C$ a $48,35 \text{ atm}$.

a) 1 punto

Dibuje el diagrama de fases aproximado del benceno e indique en él los puntos de los cuales tenemos datos experimentales.

b) 1 punto

Justifique si el proceso de vaporización del benceno en condiciones estándar y a $70^\circ C$ es espontáneo. Suponga que las variaciones de entalpía y entropía estándar del proceso de vaporización del benceno se mantienen constantes en el intervalo de temperatura entre $25^\circ C$ y $70^\circ C$.

Ejercicio 10

2 puntos

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 tabla siguiente se muestran unos cuantos datos del oxígeno:

a) 1 punto

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 figuran en la tabla.

b) 1 punto

La ficha de seguridad del oxígeno contiene los símbolos siguientes: ¿Qué quieren decir estos símbolos y de qué peligros nos advierten?

Ejercicio 11

2 puntos

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

a) 1 punto

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

b) 1 punto

El magnesio metálico se puede obtener 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 obtendremos, medido a $2,0 \text{ atm}$ y $25^\circ C$, si se hace pasar una corriente de $2,50 \text{ A}$ durante 550 minutos a través del cloruro de magnesio fundido?

Ejercicio 12

2 puntos

El propano y el butano son combustibles que se utilizan en los hogares y en la industria. Se pueden licuar fácilmente a presión, y esto facilita que se puedan transportar y vender envasados en bombonas.

a) 1 punto

Escriba las reacciones de combustión del propano y del butano. Queremos obtener 1500 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?

b) 1 punto

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

Ejercicio 13

2 puntos

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



a) 1 punto

Para fabricar la máxima cantidad de acetona, ¿conviene trabajar a temperaturas altas o bajas? ¿A presiones altas o bajas? Justifique las respuestas.

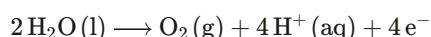
b) 1 punto

En el laboratorio, a una temperatura de 25 °C, tenemos una muestra líquida que queremos etiquetar, pero no sabemos si se trata de la acetona o del propan-2-ol. Mediante un espectrofotómetro de infrarrojo obtenemos el gráfico siguiente 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 tabla siguiente, indique a qué sustancia corresponde la muestra líquida y justifique la respuesta.

Ejercicio 14

2 puntos

La electrólisis del agua se puede efectuar con un voltámetro de Hofmann, como se muestra en la figura: En uno de los electrodos se obtiene oxígeno según la semirreacción siguiente:



a) 1 punto

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.

b) 1 punto

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