

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Responda a 5 preguntas cualesquiera de entre las 10 propuestas. La calificación máxima de cada pregunta es 2 puntos.

1. **(2 puntos)** Explique y justifique los siguientes hechos:

- El I_2 es un sólido a temperatura ambiente, mientras que Cl_2 es un gas. (0,5 puntos)
- La temperatura de ebullición de H_2O es mayor que la de H_2S . (0,5 puntos)
- El cobre conduce la electricidad. (0,5 puntos)
- BCl_3 es una molécula triangular plana y apolar. (0,5 puntos)

2. **(2 puntos)** La concentración de una disolución de amoníaco en agua es 0,15 M.

- Calcule el pH de la disolución y el grado de disociación del amoníaco. (1 punto)
- A 1 L de esa disolución de amoníaco se le añaden 6,5 g de NH_4Cl , sin que varíe el volumen. Calcule el pH de la disolución resultante. (1 punto)

Datos. $K_b(NH_3) = 1,8 \times 10^{-5}$. Masas atómicas: H = 1, N = 14, Cl = 35,5

3. **(2 puntos)** Considere los elementos F, K y Mn.

- Escriba sus configuraciones electrónicas e indique a qué grupo y periodo de la tabla periódica pertenece cada uno. (0,75 puntos)
- Ordénelos, de forma razonada, de mayor a menor radio atómico. (0,5 puntos)
- Ordénelos, de forma razonada, de mayor a menor electronegatividad. (0,5 puntos)
- Explique si un electrón definido por el conjunto de números cuánticos (4, 1, 0, $\frac{1}{2}$) pertenece a alguno de esos átomos en su estado fundamental. (0,25 puntos)

4. **(2 puntos)** En un reactor de 50 L se introducen 5 moles de tetraóxido de dinitrógeno y se eleva la temperatura hasta 330 K. Cuando se alcanza el equilibrio $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2 NO_2(g)$, en el interior del reactor la presión total es de 3,5 atm.

- Calcule el número de moles de cada especie en el equilibrio y el valor de K_c . (1 punto)
- Calcule el grado de disociación del N_2O_4 (g). (0,5 puntos)
- Si el volumen del reactor se reduce a la mitad ¿aumentará la cantidad de NO_2 ? (0,5 puntos)

Datos. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

5. **(2 puntos)** Considere el proceso $ZnS(s) + 3/2 O_2(g) \rightleftharpoons ZnO(s) + SO_2(g)$.

- Escriba la expresión de su K_p . (0,5 puntos)
- Determine si ΔS de la reacción directa es positiva o negativa e interprete el significado del signo. (0,5 puntos)
- Al aumentar la temperatura se observa que disminuye la cantidad de SO_2 . Explique si la reacción es endotérmica o exotérmica. (0,5 puntos)
- Se quiere aumentar la cantidad de ZnO modificando la presión del sistema. Justifique si es posible conseguirlo. (0,5 puntos)

6. **(2 puntos)** Se construye una pila con un electrodo de cinc, sumergido en una disolución de iones Zn^{2+} , y un electrodo de plata sumergido en una disolución de iones Ag^+ .

- ¿Qué proceso tiene lugar en el cátodo? ¿y en el ánodo? Ajuste ambas semirreacciones y la ecuación iónica global. (1 punto)
- Calcule el valor de $\Delta\varepsilon^\circ$ de la pila. (0,5 puntos)
- Si el cátodo se sustituye por un electrodo de hierro sumergido en una disolución de iones Fe^{2+} ¿funcionará espontáneamente la pila? (0,5 puntos)

Datos. $\varepsilon^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$, $\varepsilon^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$, $\varepsilon^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$

7. **(2 puntos)** Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones, que hacen referencia a la reacción $\text{A}(\text{g}) + 2 \text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g})$, cuya velocidad viene dada por la expresión $v = k[\text{A}][\text{B}]$.

- Al aumentar la temperatura, la velocidad de la reacción aumenta porque disminuye la energía de activación. (0,5 puntos)
- Si se duplica la $[\text{B}]$ la velocidad de la reacción también se duplica. (0,5 puntos)
- La velocidad se mantiene constante durante toda la reacción. (0,5 puntos)
- Al añadir un catalizador aumenta la cantidad que se obtiene de C. (0,5 puntos)

8. **(2 puntos)** El sulfuro de hidrógeno gaseoso reacciona con una disolución de ácido nítrico para dar azufre elemental sólido, óxido de nitrógeno(II) gaseoso y agua.

- Ajuste la ecuación por el método del ion-electrón. Escriba la ecuación molecular completa. (1 punto)
- Calcule el volumen de disolución de HNO_3 , del 58 % de riqueza en masa y de densidad 1,36 g/mL, que se necesita para que, por reacción con H_2S , se obtengan 18 g de S. (1 punto)

Datos. Masas atómicas: S = 32, O = 16, N = 14, H = 1

9. **(2 puntos)** Indique de forma cualitativa (especifique únicamente si será ácido, básico o neutro) y de forma razonada el pH de la disolución resultante de mezclar volúmenes iguales de las disoluciones de cada uno de los siguientes apartados. Escriba la reacción que tiene lugar.

- $\text{HCl} 1 \text{ M} + \text{NaOH} 1 \text{ M}$ (0,5 puntos)
- $\text{HCl} 1 \text{ M} + \text{NaOH} 2 \text{ M}$ (0,5 puntos)
- $\text{HAc} 1 \text{ M} + \text{NaOH} 1 \text{ M}$ (0,5 puntos)
- $\text{HCl} 1 \text{ M} + \text{NH}_3 1 \text{ M}$ (0,5 puntos)

Datos. $K_a(\text{HAc}) = 1,8 \times 10^{-5}$, $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$

10. **(2 puntos)** El naftaleno (C_{10}H_8) es un sólido que reacciona con oxígeno para producir dióxido de carbono y agua.

- Ajuste la reacción de combustión, con los reactivos y productos en su estado estándar. (0,5 puntos)
- Calcule el volumen de oxígeno, medido a 1 atm y 273 K, que se consume en la combustión de 1 kg de naftaleno. (0,5 puntos)
- Calcule el valor de ΔH° molar para la reacción de combustión. (0,5 puntos)
- Si el valor de ΔS° de la reacción es $+198,7 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ¿para qué temperaturas será espontánea la reacción? (0,5 puntos)

Datos. Masas atómicas: C = 12, H = 1. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
 ΔH_f° ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$): $\text{C}_{10}\text{H}_8(\text{s}) = 75,8$; $\text{CO}_2(\text{g}) = -393,5$; $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,5$

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

- Las puntuaciones máximas figuran en los apartados de cada pregunta y sólo se podrán alcanzar cuando la solución sea correcta y el resultado esté convenientemente razonado.
- En los problemas donde haya que resolver varios apartados en los que la solución numérica obtenida en uno de ellos sea imprescindible para resolver el siguiente, se puntuará éste independientemente del resultado anterior, salvo que el resultado sea incoherente.
- En caso de error algebraico solo se penalizará gravemente una solución incorrecta cuando sea incoherente; si la solución es coherente, el error se penalizará 0,25 puntos como máximo.
- Se exigirá que los resultados de los distintos ejercicios sean obtenidos paso a paso y que estén debidamente razonados.
- Los errores de formulación se podrán penalizar con hasta 0,25 puntos por fórmula, pero en ningún caso se podrá obtener una puntuación negativa.
- Se valorará la presentación del ejercicio. Por errores ortográficos y redacción defectuosa se podrá bajar la calificación hasta en 1 punto.

1.- **(2 puntos)** Explique y justifique los siguientes hechos:

- El I_2 es un sólido a temperatura ambiente, mientras que Cl_2 es un gas. (0,5 puntos)
- La temperatura de ebullición de H_2O es mayor que la de H_2S . (0,5 puntos)
- El cobre conduce la electricidad. (0,5 puntos)
- BCl_3 es una molécula triangular plana y apolar. (0,5 puntos)

Respuesta

a) El I_2 es un sólido a temperatura ambiente, mientras que Cl_2 es un gas.

Tanto I_2 como Cl_2 son moléculas covalentes, y las uniones entre ellas tienen lugar a través de fuerzas de van der Waals, en este caso de tipo dipolo instantáneo-dipolo inducido (fuerzas de dispersión o de London) porque son moléculas apolares. Las fuerzas de London son más intensas cuanto mayor es el tamaño de la molécula. Por ello el I_2 , de mayor tamaño, es sólido a temperatura ambiente, mientras que Cl_2 es gas. **(0,5 puntos)**

b) La temperatura de ebullición de H_2O es mayor que la de H_2S .

Para que un compuesto molecular pase a fase gas se deben vencer las fuerzas intermoleculares, de modo que cuanto más intensas sean mayor será la temperatura de ebullición. En el H_2O se establecen enlaces de hidrógeno intermoleculares, más fuertes que las fuerzas de van der Waals existentes en la molécula de SH_2 , lo que justifica su mayor punto de ebullición. **(0,5 puntos)**

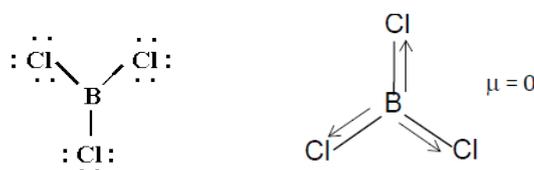
c) El cobre es un metal. En la red metálica los iones positivos del metal están rodeados de electrones, que forman la nube electrónica. La movilidad de esos electrones hace que el cobre sea conductor de la electricidad. **(0,5 puntos)**

d) BCl_3 es una molécula triangular plana y apolar.

BCl_3 B: $1s^2 2s^2 2p^1 \rightarrow 3$ electrones de valencia; Cl: $[Ne] 3s^2 3p^5 \rightarrow 7$ electrones de valencia

En BCl_3 el B comparte sus 3 electrones de valencia para formar los enlaces con el Cl. El B se rodea de los 3 pares de electrones compartidos (no completa el octeto) y, de acuerdo con el modelo de TRPECV, la geometría de la molécula es triangular plana. **(0,25 puntos)**

En el BCl_3 los enlaces B-Cl son polares, pero la suma vectorial de los momentos de cada enlace es 0, por lo que la molécula es apolar. **(0,25 puntos)**



2. **(2 puntos)** La concentración de una disolución de amoníaco en agua es 0,15 M.

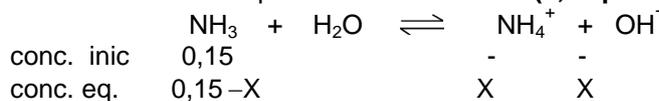
- Calcule el pH de la disolución y el grado de disociación del amoníaco. (1 punto)

b) A 1 L de esa disolución de amoniaco se le añaden 6,5 g de NH_4Cl , sin que varíe el volumen. Calcule el pH de la disolución resultante. (1 punto)

Datos. $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$. Masas atómicas: H = 1, N = 14, Cl = 35,5

Respuesta

a) Planteamiento del equilibrio de disociación (0,25 puntos)



• Cálculo del pH

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{X^2}{0,15 - X} = 1,8 \times 10^{-5}$$

→ se puede despreciar (valor pequeño frente a C_0)

$$X = [\text{OH}^-] = 1,64 \times 10^{-3} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

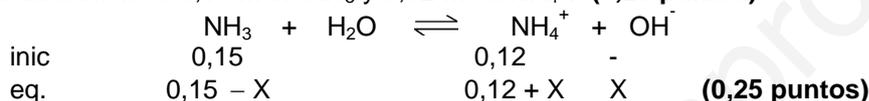
$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 2,78 \quad \text{pH} = 11,22 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{Grado de disociación. } \alpha = X / C_0, \quad \alpha = 1,64 \times 10^{-3} / 0,15 = 0,011 \rightarrow \alpha = 1,1 \% \quad (0,25 \text{ puntos})$$

b) Se añade NH_4Cl a la disolución de NH_3 .

$$6,5 \text{ g NH}_4\text{Cl} \times \frac{1 \text{ mol NH}_4\text{Cl}}{53,5 \text{ g NH}_4\text{Cl}} = 0,12 \text{ mol de NH}_4\text{Cl} \longrightarrow \frac{0,12 \text{ mol de NH}_4\text{Cl}}{1 \text{ L}} = 0,12 \text{ M}$$

La disolución es 0,15 M en NH_3 y 0,12 M en NH_4^+ . (0,25 puntos)



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(0,12 + X) X}{0,15 - X} = 1,8 \times 10^{-5}$$

→ se puede despreciar, valor muy pequeño

$$X = [\text{OH}^-] = 2,25 \times 10^{-5} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 4,65 \quad \text{pH} = 9,35 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

3. (2 puntos) Considere los elementos F, K y Mn.

a) Escriba sus configuraciones electrónicas e indique a qué grupo y periodo de la tabla periódica pertenece cada uno. (0,75 puntos)

b) Ordénelos, de forma razonada, de mayor a menor radio atómico (0,5 puntos)

c) Ordénelos, de forma razonada, de mayor a menor electronegatividad. (0,5 puntos)

d) Explique si un electrón definido por el conjunto de números cuánticos (4, 1, 0, 1/2) pertenece a alguno de esos átomos en su estado fundamental. (0,25 puntos)

Respuesta

a) F = $1s^2 2s^2 2p^5$ periodo 2, grupo 17 (halógenos) (0,25 puntos)

K = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ periodo 4, grupo 1 (alcalinos) (0,25 puntos)

Mn = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ periodo 4, grupo 7 (0,25 puntos)

b) radio K > Mn > F (0,25 puntos)

El radio aumenta al bajar en un grupo y disminuye al avanzar en un periodo. El flúor está al final del segundo periodo y, por tanto, es el más pequeño. K y Mn están ambos en el cuarto periodo, pero K es más grande porque está al principio. (0,25 puntos)

c) electronegatividad F > Mn > K (0,25 puntos)

La electronegatividad aumenta cuanto más arriba y a la derecha está un elemento en la tabla periódica. Por tanto, el elemento más electronegativo es el F y el menos electronegativo es el K. (0,25 puntos)

d) Ese conjunto de números cuánticos corresponde a un electrón situado en un orbital 4p, por lo que no puede pertenecer a ninguno de esos elementos en su estado fundamental. (0,25 puntos)

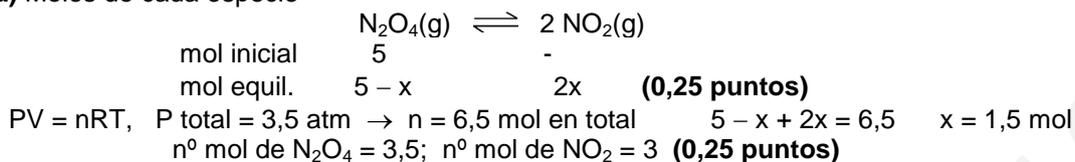
4. **(2 puntos)** En un reactor de 50 L se introducen 5 moles de tetraóxido de dinitrógeno y se eleva la temperatura hasta 330 K. Cuando se alcanza el equilibrio $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$, en el interior del reactor la presión total es de 3,5 atm.

- a) Calcule el número de moles de cada especie en el equilibrio y el valor de K_c . (1 punto)
 b) Calcule el grado de disociación del N_2O_4 (g). (0,5 puntos)
 c) Si el volumen del reactor se reduce a la mitad ¿aumentará la cantidad de NO_2 ? (0,5 puntos)

Datos. $R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

Respuesta

a) Moles de cada especie



$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{(3/50)^2}{(3,5/50)} = 0,05$$

(0,5 puntos)

b) Grado de disociación

$$\alpha = \text{moles disociados} / \text{moles iniciales} = 1,5 / 5 = 0,3 \quad \underline{\alpha = 0,3 \rightarrow 30 \%} \quad \text{(0,5 puntos)}$$

c) Si el volumen del reactor se reduce a la mitad aumenta la presión. Según el principio de Le Chatelier, un aumento de presión en un sistema en equilibrio desplaza ese equilibrio en el sentido en el que disminuya la presión, en el que haya menor número de moles gaseosos. Por tanto, al disminuir el volumen el equilibrio se desplaza hacia la izquierda (\leftarrow). No aumenta la cantidad de NO_2 . **(0,5 puntos)**

5. **(2 puntos)** Considere el proceso $\text{ZnS}(\text{s}) + 3/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{ZnO}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$.

- a) Escriba la expresión de su K_p . (0,5 puntos)
 b) Determine si ΔS de la reacción directa es positiva o negativa e interprete el significado del signo. (0,5 puntos)
 c) Al aumentar la temperatura se observa que disminuye la cantidad de SO_2 . Explique si la reacción es endotérmica o exotérmica. (0,5 puntos)
 d) Se quiere aumentar la cantidad de ZnO modificando la presión del sistema. Justifique si es posible conseguirlo. (0,5 puntos)

Respuesta

a) En la expresión de la K_p solo se incluyen las sustancias en estado gas. **(0,5 puntos)**

$$K_p = \frac{P(\text{SO}_2)}{[P(\text{O}_2)]^{3/2}}$$

b) Hay más moles de gas entre los reactivos que entre los productos ($\Delta n_{\text{gas}} = -1/2$), por lo tanto $\Delta S < 0$. La entropía mide el desorden del sistema: a mayor desorden mayor entropía. Una variación de entropía negativa indica que el sistema pasa a una situación más ordenada. **(0,5 puntos)**

c) Al aumentar la temperatura el sistema se desplaza en el sentido en que absorbe calor. Si disminuye la cantidad de SO_2 es que se desplaza a la izquierda (\leftarrow). La reacción es exotérmica. **(0,5 puntos)**

d) Principio de Le Chatelier: cuando aumenta la presión de un sistema en equilibrio, el sistema evoluciona desplazando el equilibrio en el sentido en el que disminuya la presión, hacia donde hay menos moles de gas. El equilibrio se desplaza hacia la derecha (\rightarrow), hacia los productos. **(0,25 puntos)**

Por tanto, al aumentar la presión aumentará la cantidad de ZnO . **(0,25 puntos)**

6. **(2 puntos)** Se construye una pila con un electrodo de cinc, sumergido en una disolución de iones Zn^{2+} , y un electrodo de plata sumergido en una disolución de iones Ag^+ .

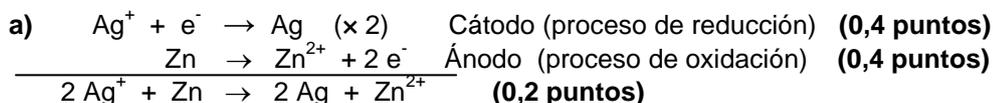
a) ¿Qué proceso tiene lugar en el cátodo? ¿y en el ánodo? Ajuste ambas semirreacciones y la ecuación iónica global. (1 punto)

b) Calcule el valor de $\Delta \varepsilon^\circ$ de la pila. (0,5 puntos)

c) Si el cátodo se sustituye por un electrodo de hierro sumergido en una disolución de iones Fe^{2+} ¿funcionará espontáneamente la pila? (0,5 puntos)

Datos. $\varepsilon^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$, $\varepsilon^\circ (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$, $\varepsilon^\circ (\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$

Respuesta



b) $\Delta\varepsilon^\circ = \varepsilon^\circ_{\text{cátodo}} - \varepsilon^\circ_{\text{ánodo}} = \varepsilon^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) - \varepsilon^\circ (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = 0,80 - (-0,76) = 1,56 \text{ V}$ (0,5 puntos)

c) $\Delta\varepsilon^\circ = \varepsilon^\circ_{\text{cátodo}} - \varepsilon^\circ_{\text{ánodo}} = \varepsilon^\circ (\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) - \varepsilon^\circ (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,44 - (-0,76) = 0,32 \text{ V} > 0$
 Sí que funciona la pila. (0,5 puntos)

7. (2 puntos) Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones, que hacen referencia a la reacción $\text{A}(\text{g}) + 2 \text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g})$, cuya velocidad viene dada por la expresión $v = k[\text{A}][\text{B}]$.

a) Al aumentar la temperatura, la velocidad de la reacción aumenta porque disminuye la energía de activación. (0,5 puntos)

b) Si se duplica la $[\text{B}]$ la velocidad de la reacción también se duplica. (0,5 puntos)

c) La velocidad se mantiene constante durante toda la reacción. (0,5 puntos)

d) Al añadir un catalizador aumenta la cantidad que se obtiene de C. (0,5 puntos)

Respuesta

a) Falso. La temperatura no afecta a la energía de activación. Un aumento de temperatura aumenta la velocidad de reacción porque aumenta la energía cinética de las partículas. Hay, por tanto, más cantidad de partículas cuya energía supera la energía de activación y aumenta la probabilidad de que los choques entre ellas sean efectivos. (0,5 puntos)

b) Verdadero. Puesto que $v = k[\text{A}][\text{B}]$, hay una relación lineal entre v y $[\text{B}]$. Si se duplica $[\text{B}]$ la velocidad de reacción también se duplica. (0,5 puntos)

c) Falso. Conforme van disminuyendo los reactivos y se forman los productos, la velocidad de reacción disminuye. (0,5 puntos)

d) Falso. La adición del catalizador no influye en el equilibrio y, por lo tanto, no modifica la cantidad de productos que se obtienen. El catalizador solo afecta a la velocidad de la reacción. (0,5 puntos)

8. (2 puntos) El sulfuro de hidrógeno gaseoso reacciona con una disolución de ácido nítrico para dar azufre elemental sólido, óxido de nitrógeno(II) gaseoso y agua.

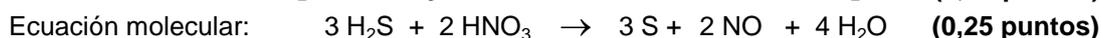
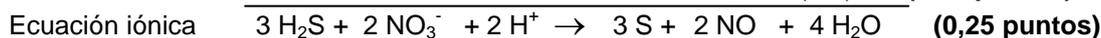
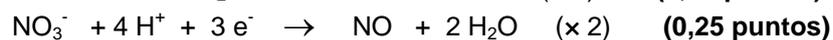
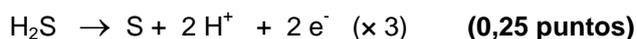
a) Ajuste la ecuación por el método del ion-electrón. Escriba la ecuación molecular completa. (1 punto)

b) Calcule el volumen de disolución de HNO_3 , del 58 % de riqueza en masa y de densidad 1,36 g/mL, que se necesita para que, por reacción con H_2S , se obtengan 18 g de S. (1 punto)

Datos. Masas atómicas: S = 32, O = 16, N = 14, H = 1

Respuesta

a) Ecuaciones



b) Cálculo del volumen de HNO_3

$$18 \text{ g de S} \rightarrow 0,56 \text{ mol S} \quad (0,1 \text{ puntos})$$

$$0,56 \text{ mol de S} \times \frac{2 \text{ mol de HNO}_3}{3 \text{ mol de S}} \times \frac{63 \text{ g de HNO}_3}{1 \text{ mol de HNO}_3} = 23,5 \text{ g de HNO}_3 \text{ puro} \quad (0,4 \text{ puntos})$$

$$23,5 \text{ g HNO}_3 \times \frac{100 \text{ g HNO}_3(\text{aq})}{58 \text{ g HNO}_3} \times \frac{1 \text{ mL HNO}_3(\text{aq})}{1,36 \text{ g HNO}_3(\text{aq})} = 29,8 \text{ mL de HNO}_3(\text{aq}) \quad (0,5 \text{ puntos})$$

9. (2 puntos) Indique de forma cualitativa (especifique únicamente si será ácido, básico o neutro) y de forma razonada el pH de la disolución resultante de mezclar volúmenes iguales de las disoluciones de cada uno de los siguientes apartados. Escriba la reacción que tiene lugar.

a) HCl 1 M + NaOH 1 M (0,5 puntos)

b) HCl 1 M + NaOH 2 M (0,5 puntos)

c) HAc 1 M + NaOH 1 M (0,5 puntos)

d) HCl 1 M + NH₃ 1 M (0,5 puntos)

Datos. $K_a(\text{HAc}) = 1,8 \times 10^{-5}$, $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$

Respuesta

a) pH neutro

$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ Se forma la sal NaCl. (0,25 puntos)

No hay hidrólisis porque el catión Na⁺ procede de una base fuerte y el anión Cl⁻ procede de un ácido fuerte. Por tanto, el pH es 7. (0,25 puntos)

b) pH básico

$\text{HCl} + \text{NaOH (exceso)} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH}$ Se forma NaCl y sobra NaOH. (0,25 puntos)

El exceso de NaOH hace que la disolución sea básica. (0,25 puntos)

c) pH básico

$\text{HAc} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaAc} + \text{H}_2\text{O}$ Se forma la sal NaAc. (0,25 puntos)

El catión Na⁺ procede de una base fuerte y no se hidroliza. El anión Ac⁻ es la base conjugada de un ácido débil (HAc) y se hidroliza según $\text{Ac}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HAc} + \text{OH}^-$, dando pH básico. (0,25 puntos)

d) pH ácido

$\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ Se forma la sal NH₄Cl. (0,25 puntos)

El anión Cl⁻ procede de un ácido fuerte y no se hidroliza. El catión NH₄⁺ es el ácido conjugado de una base débil (NH₃) y se hidroliza según $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, dando pH ácido. (0,25 puntos)

10. (2 puntos) El naftaleno (C₁₀H₈) es un sólido que reacciona con oxígeno para producir dióxido de carbono y agua.

a) Ajuste la reacción de combustión, con los reactivos y productos en su estado estándar. (0,5 puntos)

b) Calcule el volumen de oxígeno, medido a 1 atm y 273 K, que se consume en la combustión de 1 kg de naftaleno. (0,5 puntos)

c) Calcule el valor de ΔH° molar para la reacción de combustión. (0,5 puntos)

d) Si el valor de ΔS° de la reacción es $+198,7 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ¿para qué temperaturas será espontánea la reacción? (0,5 puntos)

Datos. Masas atómicas: C = 12, H = 1. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

$\Delta H^\circ_f (\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$: C₁₀H₈(s) = 75,8; CO₂(g) = -393,5; H₂O(l) = -285,5

Respuesta

a) $\text{C}_{10}\text{H}_8 (\text{s}) + 12 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 10 \text{CO}_2 (\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ (0,5 puntos)

b) $1000 \text{ g C}_{10}\text{H}_8 \times 1 \text{ mol C}_{10}\text{H}_8 / 128 \text{ g C}_{10}\text{H}_8 \times 12 \text{ mol O}_2 / 1 \text{ mol C}_{10}\text{H}_8 = 93,75 \text{ mol O}_2$ (0,25 puntos)

$PV = nRT$; $1 \times V = 93,75 \times 0,082 \times 273$ $V = 2098,7 \text{ L}$ (0,25 puntos)

c) $\Delta H^\circ_{\text{reacción}} = \Delta H^\circ_f (\text{productos}) - \Delta H^\circ_f (\text{reactivos}) = 10 \Delta H^\circ_f (\text{CO}_2) + 4 \Delta H^\circ_f (\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^\circ_f (\text{C}_{10}\text{H}_8) - 12 \Delta H^\circ_f (\text{O}_2)$
 $\Delta H^\circ_{\text{reacción}} = 10 \times (-393,5) + 4 \times (-285,5) - (75,8) - 0 = -5152,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (0,5 puntos)

d) Para que la reacción sea espontánea $\Delta G < 0$ (0,25 puntos)

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$; $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0 \rightarrow$ la reacción será espontánea a cualquier temperatura. (0,25 puntos)