

OPCIÓN A

PROBLEMA 2.- El sulfuro de plomo (II) reacciona con agua oxigenada para dar sulfato de plomo (II) y agua.

- Ajusta la ecuación iónica y molecular por el método del ión-electrón. (medio H^+ o OH^-)
- Calcula el rendimiento con el que transcurre la reacción si al oxidar 5 g de sulfuro de plomo (II) se obtienen 4,77 g de sulfato de plomo (II).

DATOS: $A_r(Pb) = 207$ u; $A_r(S) = 32$ u; $A_r(O) = 16$ u.

Solución:

$M(PbS) = 239$ g · mol⁻¹; $M(PbSO_4) = 303$ g · mol⁻¹.

a) Semirreacción de oxidación: $S^{2-} + 4 H_2O - 8 e^- \rightarrow SO_4^{2-} + 8 H^+$

Semirreacción de reducción: $H_2O_2 + 2 H^+ + 2 e^- \rightarrow 2 H_2O$.

Multiplicando la semirreacción de reducción por 4 para igualar los electrones y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la ecuación iónica ajustada:

$S^{2-} + 4 H_2O - 8 e^- \rightarrow SO_4^{2-} + 8 H^+$

$4 H_2O_2 + 8 H^+ + 8 e^- \rightarrow 8 H_2O$

$S^{2-} + 4 H_2O_2 \rightarrow SO_4^{2-} + 4 H_2O$.

Llevando estos coeficientes a la reacción molecular queda ésta ajustada:

$PbS + 4 H_2O_2 \rightarrow PbSO_4 + 4 H_2O$.

b) Suponiendo un rendimiento del 100 %, los gramos de sulfato de plomo que se obtendrían de los gramos de PbS de partida, aplicándole los correspondientes factores de conversión y relación molar, son:

$$5 \text{ g } PbS \cdot \frac{1 \text{ mol } PbS}{239 \text{ g } PbS} \cdot \frac{1 \text{ mol } PbSO_4}{1 \text{ mol } PbS} \cdot \frac{303 \text{ g } PbSO_4}{1 \text{ mol } PbS} = 6,34 \text{ g de } PbSO_4.$$

Como los gramos que se obtienen no son estos, sino 4,77, el rendimiento de la reacción es:

$$\text{Rendimiento} = \frac{4,77}{6,34} \cdot 100 = 75,24 \%$$

Resultado: b) R = 75,24 %.

CUESTIÓN 1.- Indica las dos posibles combinaciones de números cuánticos para el electrón de valencia de los átomos de Na y K (dos combinaciones por elemento). ¿Cuál de estos elementos será más electropositivo? ¿Por qué?

DATOS: $Z(Na) = 11$; $Z(K) = 19$.

Solución:

Los elementos Na y K pertenecen al grupo 1 (un electrón ns), elementos alcalinos, del sistema periódico, siendo la configuración electrónica de su capa de valencia $3s^1$ para el Na y $4s^1$ para el K.

Debido a que el número cuántico de espín, relacionado con el giro del electrón alrededor de su eje, puede ser $\pm \frac{1}{2}$, las dos posibles combinaciones de números cuánticos para el último electrón del Na

son: $(3, 0, 0, +\frac{1}{2})$ y $(3, 0, 0, -\frac{1}{2})$, y para el último electrón del K: $(4, 0, 0, +\frac{1}{2})$ y $(4, 0, 0, -\frac{1}{2})$.

Al ser la electropositividad, contraria a la electronegatividad, una propiedad periódica que aumenta al bajar en un grupo, el K, más abajo en el grupo de los alcalinos que el Na, es el elemento más electropositivo.

CUESTIÓN 2.- ¿Cómo serán los tamaños del protón, H^+ , y del hidruro, H^- , en comparación con el del átomo de H? Razona la respuesta.

Solución:

El tamaño del protón H^+ es mucho menor que el del átomo de H, pues al no poseer electrones en su corteza, su tamaño es prácticamente el del núcleo del átomo de hidrógeno.

Por el contrario, en el anión hidruro H^- , el electrón demás que posee respecto al átomo neutro sufre apantallamiento y, por ello, la atracción nuclear sobre él es menor, lo que provoca que su tamaño sea superior al del átomo neutro.

OPCIÓN B

PROBLEMA 1.- En un matraz de 5 L se introduce una mezcla de 0,92 moles de N_2 y 0,51 moles de O_2 . Se calienta la mezcla hasta 2200 K, estableciéndose el equilibrio: $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 NO(g)$. Teniendo en cuenta que en estas condiciones reacciona el 1,09 % del nitrógeno inicial, calcula:

- La concentración de todos los compuestos en el equilibrio a 2200 K.
- El valor de las constantes de equilibrio K_c y K_p a esa temperatura.

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

Solución:

a) Los moles al inicio y en el equilibrio, siendo "x" los moles de N_2 que reaccionan, son:



El porcentaje de N_2 que reacciona se obtiene, multiplicando por 100 el cociente entre los moles

de N_2 reaccionados y los iniciales, es decir: $1,09 = \frac{x}{0,92} \cdot 100 \Rightarrow x = \frac{1,09 \cdot 0,92}{100} = 0,01$.

Las concentraciones en el equilibrio de las distintas especies son:

$$[N_2] = \frac{(0,92 - 0,01) \text{ moles}}{5 \text{ L}} = 0,182 \text{ M}; [O_2] = \frac{(0,51 - 0,01) \text{ moles}}{5 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}; [NO] = \frac{0,02 \text{ moles}}{5 \text{ L}} = 0,004 \text{ M}.$$

b) Sustituyendo las concentraciones obtenidas en la expresión de la constante de equilibrio K_c :

$$K_c = \frac{[NO]^2}{[N_2] \cdot [O_2]} = \frac{0,004^2 \text{ M}^2}{0,182 \text{ M} \cdot 0,1 \text{ M}} = 8,79 \cdot 10^{-4}, \text{ y de la relación entre } K_c \text{ y } K_p \text{ se obtiene el valor de ésta:}$$

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}, \text{ y como } \Delta n = 2 - 2 = 0, \text{ resulta que } K_p = K_c = 8,79 \cdot 10^{-4}.$$

Resultado: a) $[N_2] = 0,182 \text{ M}; [O_2] = 0,1 \text{ M}; [NO] = 0,004 \text{ M};$ b) $K_c = K_p = 8,79 \cdot 10^{-4}$.

CUESTIÓN 1.- Escribe la fórmula del ácido 3-butenóico. Indica la hibridación de cada uno de los carbonos. Señala un enlace polarizado indicando la carga parcial de cada átomo en el mismo. Razona el carácter ácido del compuesto.

Solución:

$CH_2 = CH - CH_2 - COOH$. El carbono del grupo ácido y los carbonos 3 y 4 presentan hibridación sp^2 , mientras que el carbono 2 posee hibridación sp^3 .

Un enlace polarizado es el $O^{\delta-} - H^{\delta+}$ del grupo ácido. El carácter ácido del compuesto se debe a la electronegatividad del átomo de oxígeno del grupo hidróxido $-OH$ (grupo carboxilo $-COOH$), que provoca un aumento de la polarización del enlace $O - H$, favoreciendo la ionización del mismo.

CUESTIÓN 3.- Escribe la configuración electrónica del K (Z = 19) y Rb (Z = 37) en su estado fundamental y explica, en base a sus configuraciones, los iones cuya formación es más probable.

Solución:

Las configuraciones electrónicas de los dos elementos son:

$$K (Z = 19) \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1; \quad Rb (Z = 37) \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1.$$

Debido a que ambos elementos se encuentran en el mismo grupo, el de los alcalinos (1), tienen la misma configuración electrónica en su capa de valencia, y como todo elemento tiende a ceder o aceptar electrones para conseguir la configuración electrónica estable del gas noble más próximo, el ión más estable es el que forman cuando pierden un electrón, transformándose en los iones K^+ y Rb^+ .