

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Explica la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- Un ión Ca^{2+} tiene más protones que un átomo de Ca.
- Un ión Na^+ pesa más que un átomo de Na.
- Un ión S^{2-} tiene configuración electrónica de gas noble.
- El ión Li^+ es isoelectrónico con el ión Be^{2+} .

Solución:

a) Falso. La formación de un catión se produce por la pérdida de electrones, quedando inalterado el número de protones del núcleo atómico, que es el mismo en el catión que en el átomo neutro.

b) Falso. Debido a la casi nula masa del electrón que pierde el átomo de sodio para convertirse en ión, el peso del catión Na^+ y el del átomo neutro Na es el mismo.

c) Verdadero. El azufre tiene de configuración electrónica en su capa de valencia $3s^2 3p^4$, faltándole dos electrones para adquirir configuración estable de gas noble. Por tanto, al ganar un átomo de azufre dos electrones para convertirse en el ión S^{2-} , adquiere configuración electrónica de gas noble.

d) Dos especies son isoelectrónicas cuando tienen en su corteza el mismo número de electrones. Un átomo de litio tiene 3 electrones en la corteza, y al perder 1, el de su capa de valencia 2s, el ión Li^+ queda con 2 electrones en su corteza.

Un átomo de berilio contiene 4 electrones en su corteza, y al perder los 2 de su capa de valencia 2s, el ión Be^{2+} queda, al igual que el ión Li^+ , con dos electrones en su corteza, por lo que ambos iones son isoelectrónicos.

PROBLEMA 2.- Calcula el calor desprendido en la combustión de 52 g de eteno sabiendo que las entalpías de formación del dióxido de carbono (g), agua (l) y eteno (g) son -393 , -286 y $52,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, respectivamente.

DATOS: $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$; $A_r(\text{C}) = 12 \text{ u}$.

Solución:

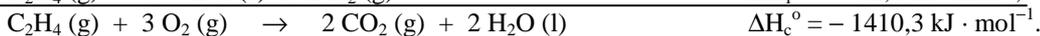
$$M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

A partir de la ley de Hess se determina el calor de combustión del eteno, y de éste el calor que produce la combustión de los 52 g.

Las ecuaciones termoquímicas correspondientes a la formación del dióxido de carbono gas, agua líquida y eteno gas son:



Invirtiendo la ecuación de formación del eteno, se cambia el signo de su entalpía, multiplicando la primera y segunda ecuaciones por 2, también sus respectivas entalpías, y sumándolas, se obtiene la ecuación de la combustión del eteno y su cambio entálpico:



Si este calor es el que se desprende al quemar un mol de eteno, cuando se quemen 52 gramos se desprenderán:

$$52 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_4 \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_4}{28 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_4} \cdot \frac{-1420,3 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_4} = -2619,13 \text{ kJ}.$$

Resultado: $Q = -2619,13 \text{ kJ}$.

CUESTIÓN 2.- Dados los potenciales estándar de reducción siguientes $\text{Cl}_2/2\text{Cl}^- = 1,36 \text{ V}$; $\text{Br}_2/2\text{Br}^- = 1,06 \text{ V}$; $\text{I}_2/2\text{I}^- = 0,53 \text{ V}$. Justifica si serán espontáneas o no las reacciones siguientes:

- a) $\text{Cl}_2 + 2 \text{KI} \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{I}_2$; b) $\text{Br}_2 + 2 \text{KCl} \rightarrow 2 \text{KBr} + \text{Cl}_2$;
 c) $\text{I}_2 + 2 \text{NaBr} \rightarrow 2 \text{NaI} + \text{Br}_2$.

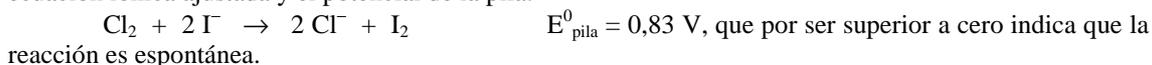
Solución:

Para saber si las reacciones propuestas son o no espontáneas, se halla el potencial de la reacción y, si es mayor que cero la reacción es espontánea, siendo imposible si es menor que cero.

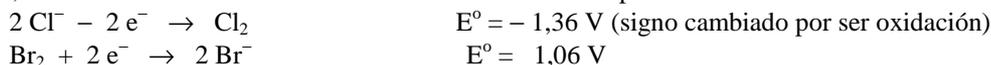
a) En esta reacción el cloro se reduce a ión cloruro, y el ión yoduro se oxida a yodo molecular. A la semirreacción de oxidación se le cambia el signo del potencial, siendo las semirreacciones de oxido-reducción con sus potenciales:



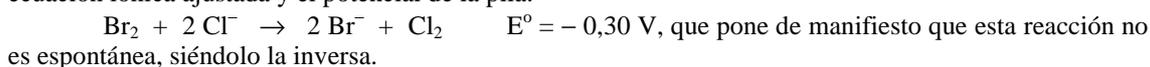
Sumando ambas semirreacciones para eliminar los electrones intercambiados, se obtiene la ecuación iónica ajustada y el potencial de la pila:



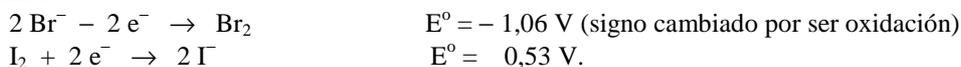
b) Procediendo igual que en el apartado anterior, el bromo es el que se reduce a ión bromuro, mientras que el ión cloruro se oxida a cloro. A la semirreacción de oxidación se le cambia el signo de su potencial, siendo las semirreacciones de oxido-reducción con sus potenciales:



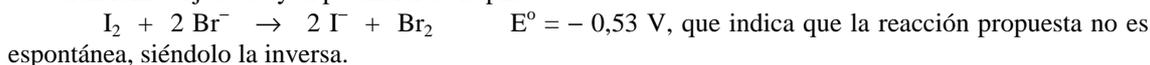
Sumando ambas semirreacciones para eliminar los electrones intercambiados, se obtiene la ecuación iónica ajustada y el potencial de la pila:



c) En la reacción propuesta el ión bromuro se oxida a bromo molecular, y el yodo a ión yoduro, siendo las semirreacciones de oxido-reducción con sus potenciales estándar, cambiado el signo del par que se oxida:



Sumando ambas semirreacciones para eliminar los electrones intercambiados, se obtiene la ecuación iónica ajustada y el potencial de la pila:



OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Dadas las moléculas CF_4 , C_2Br_2 y C_2Cl_4 , justifica la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- a) En todas las moléculas los carbonos presentan hibridación sp^3 .
 b) El ángulo $\text{Cl}-\text{C}-\text{Cl}$ es próximo a 120° .
 c) La molécula C_2Br_2 es lineal.

Solución:

a) Falso. Las tres moléculas corresponden a compuestos orgánicos en los que se han sustituidos todos los hidrógenos por halógenos. En la molécula de CF_4 el átomo de carbono emplea cuatro orbitales híbridos sp^3 , pero en las moléculas C_2Br_2 con un triple enlace $\text{C}\equiv\text{C}$, y C_2Cl_4 con un doble enlace entre los $\text{C}=\text{C}$, las hibridaciones de los átomos de carbono son sp y sp^2 , respectivamente.

b) Verdadero. La hibridación sp^2 dirige los orbitales hacia los vértices de un triángulo equilátero, siendo los ángulos de enlace de unos 120° .

c) Verdadero. En la hibridación sp , los dos orbitales híbridos forman entre sí ángulos de 180° , lo que significa que la molécula es lineal.

CUESTIÓN 2.- En la siguiente reacción general $a A + b B \rightarrow c C + d D$, que es exotérmica, explica cómo afecta a la velocidad de reacción:

- La presencia de un catalizador.**
- Un aumento de la temperatura.**
- La energía del complejo activado.**

Solución:

a) Si el catalizador es positivo, disminuye la energía de activación de la reacción y provoca un aumento de su velocidad.

b) Al aumentar la temperatura, la constante de velocidad, según la ecuación de Arrhenius, $k = A \cdot e^{\frac{-E_a}{R \cdot T}}$, experimenta un aumento de su valor, y como la velocidad es directamente proporcional a la constante de velocidad, también incrementa su valor.

c) El complejo activado se forma cuando los reactivos alcanzan la energía de activación, siendo ésta la energía del complejo activado.

Si la energía del complejo activado, energía de activación elevada, la velocidad de la reacción es pequeña debido a que las moléculas de reactivos no pueden formar, por falta de energía, el complejo activado, mientras que si dicha energía es pequeña, un gran número de moléculas pueden formar, por disponer de energía suficiente, el complejo activado, y la velocidad de reacción es grande.

También se puede explicar utilizando la ecuación de Arrhenius del apartado b).

PROBLEMA 3.- A 25 °C el producto de solubilidad de una disolución saturada de yodato de bario es $6,5 \cdot 10^{-10}$. Calcula:

- La solubilidad de la sal expresada en $g \cdot L^{-1}$.**
- La concentración molar de los iones Ba^{2+} y IO_3^- .**
- La solubilidad de la citada sal expresada en $g \cdot L^{-1}$ en una disolución 0,15 M de KIO_3 .**

Solución:

a) El equilibrio de ionización de la sal es: $BaIO_3 \rightleftharpoons Ba^{2+} + 2 IO_3^-$.

De la estequiometría del equilibrio de solubilidad se deduce que, si la solubilidad de la sal en disolución es S moles $\cdot L^{-1}$, la solubilidad de los iones Ba^{2+} es S , y la de los iones IO_3^- es $2 \cdot S$.

Del producto de solubilidad: $P_s = [Ba^{2+}] \cdot [IO_3^-]^2 = S \cdot (2 \cdot S)^2 = 4 \cdot S^3$, sustituyendo las variables conocidas por sus valores, despejando S y operando:

$$6,5 \cdot 10^{-10} = 4 \cdot S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{6,5 \cdot 10^{-10}}{4}} = \sqrt[3]{162,5 \cdot 10^{-12}} = 5,457 \cdot 10^{-4} \text{ moles} \cdot L^{-1}, \text{ que expresada}$$

$$\text{en } g \cdot L^{-1} \text{ es: } 5,457 \cdot 10^{-4} \frac{\text{moles}}{L} \cdot \frac{312 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 0,17 \text{ g} \cdot L^{-1}.$$

b) La concentración molar de los iones Ba^{2+} y IO_3^- se obtienen a partir de sus solubilidades:

$$[Ba^{2+}] = S = 5,457 \cdot 10^{-4} \text{ M y } [IO_3^-] = 2 \cdot S = 2 \cdot 5,457 \cdot 10^{-4} \text{ M} = 1,09 \cdot 10^{-3} \text{ M}.$$

c) La sal soluble en agua KIO_3 se encuentra totalmente dissociada, por lo que, la concentración de iones IO_3^- en la disolución, suponiendo un litro de la misma, es 0,15 M, y por el efecto del ión común IO_3^- , el equilibrio de ionización del compuesto $Ba(IO_3)_2$ se encuentra desplazado hacia la izquierda, hacia la formación del compuesto poco soluble.

Siendo S la solubilidad del catión Ba^{2+} , el producto de solubilidad es ahora:

$$P_{s Ba(IO_3)_2} = S \cdot 0,15^2 \Rightarrow S = \frac{6,5 \cdot 10^{-10}}{0,15^2} = 2,89 \cdot 10^{-8} \text{ moles} \cdot L^{-1}, \text{ que expresada en } g \cdot L^{-1} \text{ es:}$$

$$2,89 \cdot 10^{-8} \frac{\text{moles}}{L} \cdot \frac{312 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 9,01 \cdot 10^{-6} \text{ g} \cdot L^{-1}.$$

Resultado: a) $S = 5,457 \cdot 10^{-4} \text{ M}$; b) $[Ba^{2+}] = 5,457 \cdot 10^{-4} \text{ M}$; $[IO_3^-] = 1,09 \cdot 10^{-3} \text{ M}$; c) $S = 9,01 \text{ g} \cdot L^{-1}$.