

OPCIÓN A

PROBLEMA 1.- En la combustión de azufre se produce dióxido de azufre con un rendimiento del 80%.

- Escribe la reacción ajustada.
- Si se desean quemar 300 g de azufre. ¿Qué volumen de dióxido de azufre se produce, medido en condiciones normales?
- Calcula los gramos de azufre que se precisan para obtener 5 g de dióxido de azufre.

Solución:

a) La reacción ajustada es: $S + O_2 \rightarrow SO_2$.

b) Los moles de azufre que se queman son: $n(S) = \frac{\text{masa}}{\text{masa molar}} = \frac{300 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9,375 \text{ moles}$.

Como un mol de azufre produce un mol de dióxido, si el rendimiento es del 100 %, al ser el 80 %, los 9,375 moles de azufre producirán $9,375 \cdot \frac{80}{100} = 7,5$ moles de dióxido, que en C. N. ocuparán un volumen de $7,5 \text{ moles} \cdot 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 168,0 \text{ L}$.

c) La masa de dióxido que se quiere obtener, sabiendo que un mol de azufre produce el 80 % de un mol de dióxido, es: $\frac{5 \text{ g } SO_2}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot \frac{1 \text{ mol } S}{1 \text{ mol } SO_2} \cdot \frac{100}{80} \cdot \frac{32 \text{ g } S}{1 \text{ mol } S} = 3,125 \text{ g de S}$.

PROBLEMA 2.- Calcula la concentración de iones OH^- en las siguientes disoluciones acuosas:

- NaOH, 0,01 M.
- HCl, 0,002 M.
- HNO_3 , cuyo pH es igual a 4.

Solución:

a) Al ser el NaOH una base muy fuerte, en disolución acuosa, se encuentra totalmente ionizada, por lo que, la concentración de iones hidróxidos es la misma que la de la base, es decir, $[OH^-] = 0,01 \text{ M}$.

b) El ácido HCl es muy fuerte y en disolución acuosa, lo mismo que le ocurre a la base anterior, también se encuentra totalmente ionizado, por lo que la concentración de iones oxonios es $[H_3O^+] = 0,002 \text{ M}$, y de la relación $[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$, se deduce que $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-12} \text{ M}$.

c) Si el pH de la disolución es 4, ello indica que la concentración de iones oxonios, en un ácido fuerte en disolución, es $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4}$ de donde, operando igual que en el apartado anterior, $[OH^-] = 10^{-10} \text{ M}$.

Resultado: a) $[OH^-] = 0,01 \text{ M}$; b) $[OH^-] = 5 \cdot 10^{-12} \text{ M}$; c) $[OH^-] = 10^{-10} \text{ M}$.

CUESTIÓN 2.- El ácido hipocloroso ($HClO$) reacciona con fósforo blanco (P_4) produciéndose ácido ortofosfórico (H_3PO_4) y ácido clorhídrico (HCl).

- Escribe las semirreacciones de oxidación y reducción.
- Ajusta las reacciones iónica y molecular por el método del ión-electrón.

Solución:

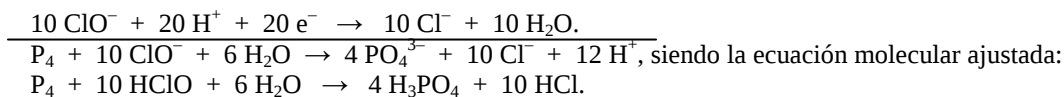
a) y b) Las semirreacciones de oxido-reducción son:

Semirreacción de oxidación: $P_4 + 16 H_2O - 20 e^- \rightarrow 4 PO_4^{3-} + 32 H^+$.

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

Multiplicando la semirreacción de reducción por 10 para igualar los electrones y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la ecuación iónica ajustada:

$P_4 + 16 H_2O - 20 e^- \rightarrow 4 PO_4^{3-} + 32 H^+$.



OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Dados los elementos: N, F, Na, Si, cuyos números másicos son 14, 19, 23 y 28 respectivamente:

- Escribe su configuración electrónica ordenada.
- Indica el número de protones, neutrones y electrones de cada uno.
- Ordénalos de menor a mayor electronegatividad, razonando la respuesta.
- Ordénalos de menor a mayor radio atómico, razonando la respuesta.

Solución:

a) Las configuraciones electrónicas son:
 N: $1s^2 2s^2 2p^3$; F: $1s^2 2s^2 2p^5$; Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$; Si: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$.

b) En un átomo el número másico (A) = número de protones (Z) + número de neutrones (N), y como el átomo ha de ser eléctricamente neutro (el número de protones del núcleo es igual al número de electrones de la corteza), en estos casos los protones del núcleo y electrones de la corteza, para los elementos dados son: N (Z = 7), F (Z = 9), Na (Z = 11) y Si (Z = 14), y el número de neutrones es: N (N = 7), F (N = 10), Na (N = 12) y Si (N = 14).

c) La electronegatividad es la tendencia de los átomos de un elemento, de atraer hacia sí los electrones del enlace que lo une a otro átomo de otro elemento. Es una propiedad que crece con el carácter no metálico de los elementos, es decir, al avanzar hacia la derecha en un período. Luego, el orden creciente de electronegatividad es: Na < Si < N < F.

d) El radio atómico es la mitad de la distancia entre los núcleos de dos átomos iguales, del mismo elemento, unidos entre sí.

Disminuye en un período al avanzar de izquierda a derecha (aumenta la carga nuclear y, por ello, la fuerza atractiva sobre el electrón más externo), y aumenta al bajar en un grupo (aumenta la distancia del último electrón al núcleo, debido al incremento del número de niveles y, por ello, disminuye la fuerza atractiva del núcleo sobre el electrón). Luego, el orden creciente del radio atómico es:

F < N < Si < Na

PROBLEMA 1.- Se quieren preparar 250 mL de una disolución de ácido clorhídrico 0,2 M. Para ello se utiliza un reactivo de laboratorio donde en su etiqueta, entre otros datos, se encuentra lo siguiente: ácido clorhídrico 35 % en masa; 1L = 1,19 kg.

Responde razonadamente a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué volumen es necesario tomar del reactivo de laboratorio?
- Describe cómo procedería para preparar la disolución pedida.

Solución:

a) La densidad del reactivo es $1,19 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$, y a partir de ella, junto a los demás datos, se calcula la concentración molar de la disolución de HCl.

$$1,19 \frac{\text{kg disolu}}{1 \text{ L disoluc}} \cdot \frac{1.000 \text{ g disoluc}}{1 \text{ kg disoluc}} \cdot \frac{35 \text{ g HCl}}{100 \text{ g disoluc}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5 \text{ g HCl}} = 11,41 \text{ M.}$$

Los 250 mL de disolución a preparar contienen los moles:

$n(\text{HCl}) = M \cdot V = 0,2 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,25 \text{ L} = 0,05 \text{ moles}$, que son los que han de estar contenidos en el volumen de reactivo que se utiliza. De la definición de molaridad se determina el volumen a tomar:

$$M = \frac{\text{moles}}{\text{Volumen}} \Rightarrow V = \frac{\text{moles}}{\text{Molaridad}} = \frac{0,05 \text{ moles}}{11,41 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,00438 \text{ L} = 4,38 \text{ mL.}$$

b) Esta parte práctica la dejo para que ustedes respondan.

Resultado: a) V = 4,38 mL.

PROBLEMA 3.- La constante del producto de solubilidad del hidróxido de magnesio $\text{Mg}(\text{OH})_2$ es: $K_{ps} = 1,5 \cdot 10^{-11}$. Calcula:

- a) La solubilidad del hidróxido de magnesio.
- b) El pH de una disolución saturada de $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
- c) La concentración máxima de Mg^{2+} en una disolución de $\text{Mg}(\text{OH})_2$, si el pH es igual a 9.

Solución:

a) El equilibrio de ionización del hidróxido es: $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2 \text{OH}^-$.

De la estequiometría del equilibrio de solubilidad se deduce que, si la solubilidad de la base en disolución es S, en moles $\cdot \text{L}^{-1}$, como por cada mol de base que se disocia produce 1 mol de iones Mg^{2+} y 2 moles de iones OH^- , la solubilidad de los iones Mg^{2+} es S, y la de los iones OH^- es $2 \cdot \text{S}$.

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

$$1,5 \cdot 10^{-11} = 4 \cdot \text{S}^3 \Rightarrow \text{S} = \sqrt[3]{\frac{1,5 \cdot 10^{-11}}{4}} = \sqrt[3]{3,75 \cdot 10^{-12}} = 1,55 \cdot 10^{-4} \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}.$$

b) La concentración de OH^- es: $[\text{OH}^-] = 2 \cdot 1,55 \cdot 10^{-4} = 3,10 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, correspondiendo a la disolución un pOH: $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 3,10 \cdot 10^{-4} = 4 - \log 3,10 = 5 - 0,5 = 4,5$.

El pH de la disolución es: $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 4,5 = 9,5$.

c) Si el pH de la disolución es 9, la concentración de iones oxonios, H_3O^+ , es $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-9} \text{ M}$, siendo la concentración de iones hidróxidos $[\text{OH}^-] = 10^{-5}$ ($10^{-9} \cdot 10^{-5} = 10^{-14} = K_w$), y despejando de la ecuación del producto de solubilidad la concentración de Mg^{2+} , sustituyendo valores y operando, se

obtiene el valor: $[\text{Mg}^{2+}] = \frac{K_{ps}}{[\text{OH}^-]^2} = \frac{1,5 \cdot 10^{-11}}{(10^{-5})^2} = 0,15 \text{ M}$.

Resultado: a) $\text{S} = 1,55 \cdot 10^{-4} \text{ M}$; b) $\text{pH} = 9,5$; c) $[\text{Mg}^{2+}] = 0,15 \text{ M}$.