

BLOQUE PRIMERO.-

CUESTIÓN 1.- a) Define número atómico, número másico e isótopo.

b) Si ${}^6_3\text{Li}$ y ${}^7_3\text{Li}$ presentan masas atómicas de 6,0151 y 7,0160 g, y porcentajes de abundancia del 7,42 y 92,58 %, respectivamente, calcula la masa atómica media del litio.

Solución:

a) Número atómico es el número de protones que tiene un átomo de un elemento en el núcleo.

Número másico es la suma de los protones y neutrones de un átomo.

Isótopo son dos átomos de un mismo elemento que tienen el mismo número atómico y distinto número másico, es decir, se diferencian sólo en el número de neutrones.

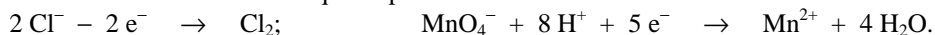
b) La masa atómica media de un átomo se obtiene multiplicando la masa atómica de cada isótopo por su abundancia, sumándolas y dividiendo dicha suma entre 100, es decir, calculando su media aritmética ponderada:

$$A_r = \frac{6,0151 \cdot 7,42 + 7,0160 \cdot 92,58}{100} = 6,93.$$

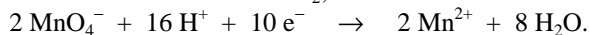
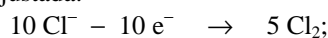
CUESTIÓN 4.- Ajusta iónica y molecularmente por el método del ión-electrón la reacción del permanganato de potasio, KMnO_4 , con ácido clorhídrico para dar, entre otras especies, cloruro de manganeso (II) y cloro.

Solución:

Las semirreacciones iónicas que se producen son:



Multiplicando la primera semirreacción por 5 y la segunda por 2 para igualar los electrones que se intercambian las especies reaccionantes, y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la ecuación iónica global ajustada:



$2 \text{MnO}_4^- + 10 \text{Cl}^- + 16 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$, y llevando estos coeficientes a la ecuación molecular, teniendo presente que los 16H^+ pertenecen a los Cl^- , resulta la ecuación ajustada:



CUESTIÓN 6.- Nombra o formula los siguientes compuestos: NaH_2PO_4 ; Al_2O_3 ; MnCl_2 ; K_2O_2 ; $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$; Tetraoxoyodato (VII) de potasio; Ácido hipocloroso; Dietilamina; 2-butenol; oxalato de plata.

Solución:

Dihidrogenofosfato de sodio; Óxido de aluminio; Cloruro de manganeso (II); Peróxido de Potasio; Ácido benzoico; KIO_4 ; HClO ; $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{NHCH}_2 - \text{CH}_3$; $\text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CH} - \text{CH}_3$; AgCOOCOOAg .

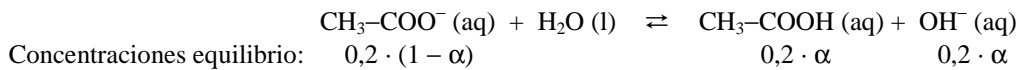
BLOQUE SEGUNDO.-

PROBLEMA 1.- a) Calcula el pH y el grado de disociación de una disolución 0,2 M de acetato sódico. (K_a acético = $1,7 \cdot 10^{-5}$).

b) Calcula el pH de la disolución que resulta de mezclar 50 mL de la disolución anterior con 150 mL de agua.

Solución:

a) El acetato de sodio en disolución se encuentra totalmente ionizado en sus iones, CH_3COO^- y Na^+ , de los cuales, el CH_3COO^- , base conjugada de fuerza media del ácido acético sufre hidrólisis y, siendo α el grado de hidrólisis, la concentración de las distintas especies en el equilibrio son:



La constante de hidrólisis es:
$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{-COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{-COO}^-]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1,7 \cdot 10^{-5}} = 5,88 \cdot 10^{-10}$$

Sustituyendo en la constante los valores de las concentraciones y operando, se halla el grado de hidrólisis α :

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{-COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{-COO}^-]} \Rightarrow 5,56 \cdot 10^{-10} = \frac{0,2^2 \cdot \alpha^2}{0,2 \cdot (1 - \alpha)} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{5,88 \cdot 10^{-10}}{0,2}} = 5,42 \cdot 10^{-5}$$

Se ha despreciado α en el denominador por ser su valor muy pequeño frente a 1.

Expresando α en tanto por ciento, su valor es: $\alpha = 5,42 \cdot 10^{-3} \%$.

Del valor de α se determina el valor de $[\text{OH}^-]$: $[\text{OH}^-] = 0,2 \cdot 5,42 \cdot 10^{-5} = 1,084 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

El pH de la disolución es: $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ y como $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{1,084 \cdot 10^{-6}} = 9,23 \cdot 10^{-9} \text{ M}$.

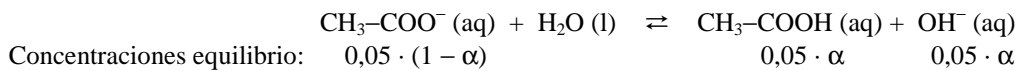
$$\text{pH} = -\log 9,23 \cdot 10^{-9} = 9 - \log 9,23 = 9 - 0,965 = 8,035.$$

b) Al diluir la disolución primitiva disminuye su concentración, la cuál se obtiene determinando los moles en el volumen inicial y dividiéndolo por el volumen final:

Moles de acetato de sodio: $n (\text{CH}_3\text{COONa}) = M \cdot V = 0,2 \text{ moles} \cdot \frac{0,05 \text{ L}}{1 \text{ L}} = 0,01 \text{ mol}$, que al dividirlos por el nuevo volumen de la disolución proporciona la concentración de la misma:

$$M = \frac{\text{moles}}{\text{volumen}} = \frac{0,01 \text{ moles}}{0,2 \text{ L}} = 0,05 \text{ M}$$
, que es la concentración del ión acetato, que al hidrolizarse

igual que en el caso anterior, las concentraciones de las distintas especies en el equilibrio son:



La constante de hidrólisis es:
$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{-COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{-COO}^-]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1,7 \cdot 10^{-5}} = 5,88 \cdot 10^{-10}$$

Sustituyendo en la constante los valores de las concentraciones y operando, se halla el grado de hidrólisis α :

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{-COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{-COO}^-]} \Rightarrow 5,88 \cdot 10^{-10} = \frac{0,05^2 \cdot \alpha^2}{0,05 \cdot (1 - \alpha)} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{5,88 \cdot 10^{-10}}{0,2}} = 1,08 \cdot 10^{-4}$$

Se ha despreciado α en el denominador por ser su valor muy pequeño frente a 1.

Expresando α en tanto por ciento, su valor es: $\alpha = 1,08 \cdot 10^{-2} \%$.

Del valor de α se determina el valor de $[\text{OH}^-]$: $[\text{OH}^-] = 0,05 \cdot 1,08 \cdot 10^{-4} = 5,4 \cdot 10^{-6} \text{ M}$.

El pH de la disolución es: $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ y como $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{5,4 \cdot 10^{-6}} = 1,85 \cdot 10^{-9} \text{ M}$.

$$\text{pH} = -\log 1,85 \cdot 10^{-9} = 9 - \log 1,85 = 9 - 0,27 = 8,73.$$

Resultado: a) $\alpha = 5,42 \cdot 10^{-3} \%$; pH = 8,035; b) pH = 8,73.

PROBLEMA 3.- La combustión completa de 2 g de un hidrocarburo saturado de cadena abierta conduce a 9,11 g de productos.

a) **Calcula la fórmula del compuesto.**

b) **Suponiendo que todo el dióxido de carbono formado se recoge en agua formándose ácido carbónico, calcula el volumen de disolución 0,5 M de NaOH que hay que añadir para provocar la neutralización completa hasta carbonato.**

Solución:

a) Llamando x a los gramos de CO_2 , de H_2O se han formado $(9,11 - x)$ gramos, correspondiendo al carbono e hidrógeno los gramos:

$$\text{C: } x \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \cdot \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = \frac{12 \cdot x}{44} \text{ gramos de C;}$$

$$\text{H: } (9,11 - x) \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \cdot \frac{2 \text{ moles H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \cdot \frac{1 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = \frac{2 \cdot (9,11 - 2 \cdot x)}{18} \text{ gramos de H.}$$

Como estos son los gramos de C e H que hay en la muestra de hidrocarburo quemado, se cumple que:

$$\frac{12 \cdot x}{44} + \frac{2 \cdot (9,11 - x)}{18} = 2 \Rightarrow 12 \cdot 18 \cdot x + 2 \cdot 9,11 \cdot 44 - 2 \cdot 44 \cdot x = 2 \cdot 44 \cdot 18 \Rightarrow x = \frac{782,32}{128} = 6,112 \text{ g CO}_2,$$

siendo $9,11 - 6,112 = 2,998$ los gramos de H₂O formados.

Para determinar la fórmula del compuesto se hallan los moles de C e H (subíndices de ambos en la fórmula del compuesto) y si no son enteros se dividen por el menor de ellos:

$$\text{C: } 6,112 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} = 0,139 \text{ moles C;}$$

$$\text{H: } 2,998 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \cdot \frac{2 \text{ moles H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 0,333 \text{ moles de H, y dividiendo ambos por 0,139,}$$

el menor de ellos para intentar convertirlos en enteros resulta: C: $\frac{0,139}{0,139} = 1$; H: $\frac{0,333}{0,139} = 2,4$, por lo

que multiplicando ambos por 5 se tiene para los átomos: C = 5; H = 12, correspondiendo al compuesto orgánico la fórmula C₅H₁₂.

b) Al disolver el dióxido de carbono en agua se forma el ácido carbónico según la ecuación: CO₂ + H₂O → H₂CO₃, en la que se observa que 1 mol de CO₂ produce 1 mol de H₂CO₃, y por haber reaccionado 0,139 moles de CO₂ se ha formado 0,139 moles de H₂CO₃.

La reacción de neutralización es: H₂CO₃ + 2 NaOH → Na₂CO₃ + 2 H₂O en la que se observa que 1 mol de H₂CO₃ necesita para neutralizarse 2 moles de NaOH, por lo que el volumen de disolución

$$\text{que hay que utilizar de NaOH es: } M = \frac{\text{moles}}{\text{Volumen}} \Rightarrow V = \frac{2 \cdot 0,139 \text{ moles}}{0,5 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,556 \text{ L.}$$

Resultado: a) C₅H₁₂; b) V (NaOH) = 0,556 L.