

OPCIÓN A

PROBLEMA 1.- Calcula el pH de la disolución en los dos casos siguientes:

a) Se disuelven 3 g de trietilamina, $(C_2H_5)_3N$, en 250 mL de agua. La trietilamina se disocia en un 8,9 % dando trietilamonio e ión hidroxilo y su constante de disociación básica es $K_b = 1,03 \cdot 10^{-3}$.

b) Se diluyen 5 mL de HCl 10^{-2} M hasta 1 L con agua destilada.

DATOS: $A_r(C) = 12$ u; $A_r(H) = 1$ u; $A_r(N) = 14$ u.

Solución:

$$M[(C_2H_5)_3N] = 101 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

a) En primer lugar se determina la concentración de la disolución de trietilamina, para después establecer el equilibrio de ionización, calcular la concentración del ión hidroxilo y el pH de la disolución.

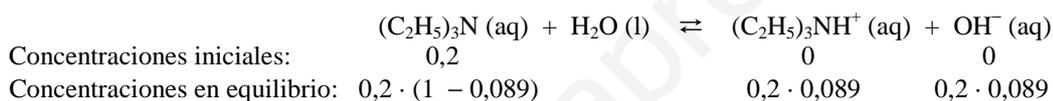
Los moles de sustancia que se disuelven son:

$$5 \text{ g } (C_2H_5)_3N \cdot \frac{1 \text{ mol } (C_2H_5)_3N}{101 \text{ g } (C_2H_5)_3N} = 0,05 \text{ moles } (C_2H_5)_3N, \text{ que al disolverlos en un volumen de 250}$$

mL de agua, se despreja el volumen del sólido, presenta la concentración:

$$[(C_2H_5)_3N] = \frac{0,05 \text{ moles}}{0,250 \text{ L}} = 0,2 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} (M).$$

Al ser el grado de disociación 0,089, las concentraciones iniciales y en el equilibrio de todas las especies son:



Conocida la concentración de iones hidroxilos, OH^- , a partir del producto iónico del agua se calcula la concentración de iones oxonios, H_3O^+ , para obtener el pH de la disolución.

$$K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{0,2 \cdot 0,089} = 5,6 \cdot 10^{-13} \text{ M}, \text{ siendo el pH que le corresponde:}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 5,6 \cdot 10^{-13} = 13 - 0,75 = 12,25.$$

Sustituyendo las concentraciones, en el equilibrio, en la constante de básica de la trimetilamina se obtiene su valor:

$$K_b = \frac{[(C_2H_5)_3NH^+] \cdot [OH^-]}{[(C_2H_5)_3N]} = \frac{(0,2 \cdot 0,089)^2}{0,2 \cdot (1 - 0,089)} = 3,48 \cdot 10^{-4}.$$

b) Para conocer el pH de la disolución diluida de HCl hay que conocer su concentración, que coincide con la concentración de iones oxonios, H_3O^+ , por tratarse de un ácido muy fuerte y estar, por tanto, totalmente disociado.

Los moles de ácido que se diluyen son:

$$M = \frac{n(\text{moles})}{V(L)} \Rightarrow n = M \cdot V = 10^{-2} \text{ moles } \cdot 0,005 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ moles HCl}, \text{ que al estar disueltos en 1 L}$$

de disolución coincide con su concentración, es decir, $[HCl] = [H_3O^+] = 5 \cdot 10^{-5}$ M, siendo el pH de la disolución:

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 5 \cdot 10^{-5} = 5 - 0,7 = 4,3.$$

Resultado: a) $pH = 12,25$; $K_w = 3,48 \cdot 10^{-4}$; b) $pH = 4,3$.

CUESTIÓN 1.- Contesta razonadamente las siguientes cuestiones:

- ¿Qué entiende por velocidad de reacción?
- ¿Qué entiende por energía de activación y por complejo activado?
- ¿Qué entiende por orden de reacción?

Solución:

a) Es la rapidez con que unas sustancias, reactivos, se transforman en otras, productos.

b) Es la energía que deben adquirir las moléculas de reactivos de una reacción química, para que pueda formarse el complejo activado, o para que los choques moleculares sean efectivos.

El complejo activado es un agregado intermedio de alta energía formado por moléculas de reactivos, con energía igual o superior a la de activación, en el que se debilitan los enlaces primitivos y se van formando los nuevos. Debido a su inestabilidad puede progresar para formar los productos de la reacción, o descomponerse para regenerar los reactivos.

c) El orden de una reacción puede ser:

1°.- Orden respecto de un reactivo.- Es el exponente al que se encuentra elevada la concentración del reactivo en su ecuación de velocidad.

2°.- Orden global.- Es la suma de los exponentes de las concentraciones de cada uno de los reactivos en la ecuación de velocidad.

CUESTIÓN 3.- Se tiene una mezcla formada por clorato de potasio y cloruro de potasio. Cuando 60 g de esta mezcla se someten a un calentamiento intenso prolongado, se liberan 8 g de O₂. Se sabe que el clorato de potasio se descompone por calentamiento prolongado dando cloruro de potasio (sólido) y oxígeno (gas).

a) **Formula la ecuación química del proceso durante el calentamiento.**

b) **Calcula el tanto por ciento del cloruro de potasio en la mezcla inicial.**

DATOS: A_r(Cl) = 35,5 u; A_r(K) = 39 u; A_r(O) = 16 u.

Solución:

$$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; \quad M(\text{KClO}_3) = 122,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

a) En el calentamiento de la mezcla el cloruro de potasio, KCl, no sufre alteración, mientras que el clorato de potasio, KClO₃, se descompone en cloruro de potasio y oxígeno molecular. La ecuación química que corresponde al proceso es: $2 \text{KClO}_3 + \text{Q} \rightarrow 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2$.

b) La masa de clorato de potasio se obtiene multiplicando la masa de oxígeno desprendido por la relación mol-gramos de O₂, por la relación molar KClO₃-O₂ y por la relación gramos-mol de KClO₃:

$$8 \text{ g O}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{32 \text{ g O}_2} \cdot \frac{2 \text{ moles KClO}_3}{3 \text{ moles O}_2} \cdot \frac{122,5 \text{ g KClO}_3}{1 \text{ mol KClO}_3} = 20,42 \text{ g KClO}_3.$$
 La masa de cloruro de potasio en

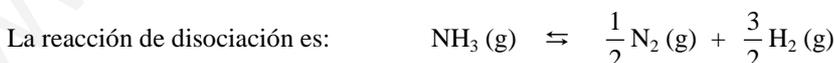
la mezcla inicial es: $60 \text{ g} - 20,42 \text{ g} = 39,58 \text{ g}$, y el tanto por ciento: $\frac{39,58 \text{ g}}{60 \text{ g}} \cdot 100 = 65,97 \%$.

Resultado: b) 65,97 %.

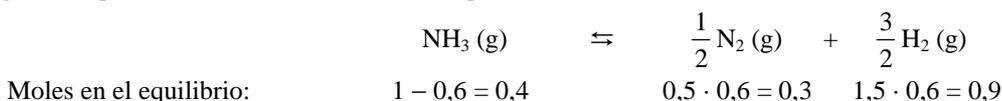
OPCIÓN B

PROBLEMA 2.- El amoníaco a 537 K y presión de 6 atm está disociado en un 60 %. Calcula, en primer lugar, la constante de equilibrio K_p y, posteriormente, la constante K_c a esta temperatura.

Solución:



Como por cada mol de amoníaco se disocia 0,6 moles, de la estequiometría de la reacción se deduce que en equilibrio quedan 0,4 moles sin disociar, y se forman 0,3 moles de nitrógeno y 0,9 moles de hidrógeno. Esquemáticamente, los moles en el equilibrio de las distintas sustancias son:



Los moles totales en el equilibrio son: $n_t = 0,4 + 0,3 + 0,9 = 1,6$ moles, siendo las fracciones molares de las distintas especies en el equilibrio:

$$\chi_{\text{NH}_3} = \frac{0,4 \text{ moles}}{1,6 \text{ moles}} = 0,25; \quad \chi_{\text{N}_2} = \frac{0,3 \text{ moles}}{1,6 \text{ moles}} = 0,19; \quad \chi_{\text{H}_2} = \frac{0,9 \text{ moles}}{1,6 \text{ moles}} = 0,56;$$

Las presiones parciales en el equilibrio del amoníaco, nitrógeno e hidrógeno son:
 $P_{NH_3} = 0,25 \cdot 6 \text{ atm} = 1,5 \text{ atm}$; $P_{N_2} = 0,19 \cdot 6 \text{ atm} = 1,14 \text{ atm}$; $P_{H_2} = 0,56 \cdot 6 \text{ atm} = 3,36 \text{ atm}$.

La constante de equilibrio K_p es:

$$K_p = \frac{P_{N_2}^{\frac{1}{2}} \cdot P_{H_2}^{\frac{3}{2}}}{P_{NH_3}} = \frac{1,14^{\frac{1}{2}} \cdot 3,36^{\frac{3}{2}}}{1,5} = 5 \text{ atm}$$

De la relación entre $K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$ siendo $\Delta n = \frac{1}{2} + \frac{3}{2} - 1 = 2 - 1 = 1$, se tiene para K_c :

$$K_c = K_p \cdot (R \cdot T)^{-\Delta n} \Rightarrow K_c = \frac{K_p}{(R \cdot T)^{\Delta n}} = \frac{5}{0,082 \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 537} = 0,11 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

Resultado: a) $K_p = 5 \text{ atm}$; b) $K_c = 0,11 \text{ moles} \cdot L^{-1}$.

CUESTIÓN 1.- Contesta a las siguientes cuestiones referidas a compuestos orgánicos:

- Indica dos grupos funcionales cuyos compuestos tengan la siguiente fórmula molecular $C_nH_{2n+2}O$. Pon un ejemplo de cada uno y nómbralos.
- Escribe dos fórmulas semidesarrolladas, dando nombre a los compuestos correspondientes, por cada una de las siguientes fórmulas moleculares C_3H_6O y C_5H_{10} .

Solución:

a) A la fórmula molecular $C_nH_{2n+2}O$ pertenecen los alcoholes y éteres.
 $CH_3 - CH_2OH$ etanol; $CH_3 - O - CH_3$ dimetiléter.

b) $CH_3 - CH_2 - CHO$ propanal; $CH_3 - CO - CH_3$ propanona.
 $CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_3$ 1-penteno; $CH_3 - CH = CH_2 - CH_2 - CH_3$ 2-penteno.

CUESTIÓN 2.- Formula e indica los tipos de enlace y el estado físico más probable (sólido, líquido o gas) de las siguientes sustancias químicas a 25 °C y 1 atm de presión:

- Óxido de sodio.
- Cloro.
- Níquel.

Razona en cada caso la respuesta.

Solución:

a) En el óxido de sodio los átomos de oxígeno y sodio se unen por medio de un enlace iónico; forman un sólido cristalino en el que los iones se encuentran fuertemente unidos en la red.

b) El cloro es una molécula apolar en la que sus átomos se unen por enlace covalente. Las moléculas de cloro se unen entre sí, por débiles fuerzas de Van der Waals de dispersión (dipolo instantáneo-dipolo inducido), presentándose la sustancia en estado gaseoso.

c) En el níquel los átomos se unen por enlace metálico. Los átomos forman redes cristalinas metálicas muy estables, siendo su estado sólido.