

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Un átomo X, en estado excitado, presenta la siguiente configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^2 3s^1$.

- Identifica el elemento X indicando también en qué grupo y período de la tabla periódica se encuentra.**
- Indica los cuatro números cuánticos de cada uno de los electrones desapareados de X en su estado fundamental.**

Solución:

a) La configuración electrónica del átomo en estado normal será: $1s^2 2s^2 2p^3$, encontrándose los 3 electrones desapareados en los tres orbitales 2p, es decir, se sitúa un electrón en cada uno de los tres orbitales p existente en el nivel 2.

El elemento de esta configuración sólo puede ser el nitrógeno, que se encuentra ubicado en el segundo período grupo 15.

b) Al situarse un electrón en cada orbital p, admitiendo que para los orbitales 2p degenerados la ocupación comienza por el p_x ($m_l = 1$), seguido del p_y ($m_l = -1$) y p_z ($m_l = 0$) con un valor $m_s = \pm 1/2$ para cada electrón, los números cuánticos que corresponden a cada electrón son: (2, 1, 1, 1/2) (p_x), (2, 1, -1, 1/2) (p_y) y (2, 1, 0, 1/2) (p_z), o los mismos con m_s para cada electrón - 1/2.

CUESTIÓN 2.- Se tienen dos disoluciones acuosas de la misma concentración, una de ácido acético ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) y otra de ácido salicílico ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-3}$). Contesta razonadamente a las siguientes cuestiones:

- Cuál de los dos ácidos es más débil.**
- Cuál de los dos tiene mayor grado de disociación.**
- Cuál de las dos disoluciones tiene menor pH.**

Solución:

a) La fortaleza o debilidad de los ácidos viene dada por el valor de su constante ácida K_a . A mayor valor de K_a mayor fortaleza del ácido debido a la mayor concentración de los iones H_3O^+ en la disolución, por lo que, comparando las constantes de los ácidos acético y salicílico puede afirmarse que el ácido acético es el más débil.

b) Lógicamente, mientras más fuerte es un ácido, mayor K_a , mayor es la concentración de sus iones en la disolución, es decir, se encuentra más disociado, por lo que, el grado de disociación del ácido salicílico es mayor que el del acético.

c) Como a mayor fortaleza de un ácido mayor concentración de los iones H_3O^+ en disolución, el de mayor K_a , el ácido salicílico, es el que presenta un menor pH. En efecto, $pH = -\log [H_3O^+]$, y a mayor valor de $[H_3O^+]$ menor valor del pH.

PROBLEMA 1.- En la valoración de 25 mL de una disolución de oxalato de sodio, $Na_2C_2O_4$, se han gastado 15 mL de permanganato de potasio, $KMnO_4$, 0,12 M.

- Ajusta la reacción por el método del ión-electrón sabiendo que el permanganato se reduce a Mn^{2+} y el oxalato se oxida a CO_2 .**
- Calcula la molaridad de la disolución de oxalato.**

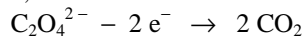
Solución:

a) La reacción molecular es:

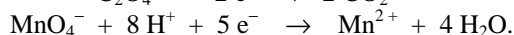


Conociendo las especies que se oxida y reduce, sus semirreacciones de oxido-reducción son:

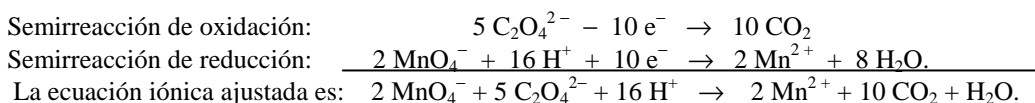
Semirreacción de oxidación:



Semirreacción de reducción:



Al tener las semirreacciones distinto número de electrones, estos se igualan multiplicando cada una por el coeficiente electrónico de la otra, se suman para eliminarlos, y los coeficientes que aparecen en la ecuación iónica se sustituyen en la molecular.



La ecuación molecular ajustada es:



b) Los moles utilizados de permanganato de potasio en la valoración son:

$$n = M \cdot V = 0,12 \text{ moles} \cdot 0,015 \text{ L} = 0,0018 \text{ moles}$$

Los moles consumidos de oxalato, según la estequiometría de la ecuación molecular, son:

$$n = 0,0018 \text{ moles KMnO}_4 \cdot \frac{5 \text{ moles Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2 \text{ moles KMnO}_4} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ moles Na}_2\text{C}_2\text{O}_4, \text{ que por estar disueltos en}$$

$$25 \text{ mL de disolución le corresponde la concentración: } M = \frac{n \text{ (moles)}}{V \text{ (L)}} = \frac{4,5 \cdot 10^{-3} \text{ moles}}{0,025 \text{ L}} = 0,18 \text{ M}$$

Resultado: b) [KMnO₄] = 0,18 M.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Haciendo uso de la hibridación de orbitales describe los enlaces y estructura de las moléculas de metano y eteno.

Solución:

En la molécula de metano, CH₄, el átomo de carbono promociona un electrón del orbital 2s al 2p, presentando cuatro electrones desapareados, uno 2s y tres 2p. Por combinación lineal de estos cuatro orbitales atómicos se forman cuatro orbitales híbridos sp³ equivalentes, dirigidos hacia los vértices de un tetraedro regular desde el átomo de carbono.

Los cuatro enlaces C–H se forman por el solapamiento de los orbitales híbridos sp³ y el orbital atómico 1s de cada uno de los hidrógenos, compartiendo ambos átomos el par de electrones aportado. Son enlaces tipo σ.

La molécula presenta geometría tetraédrica.

En la molécula de eteno, C₂H₄, los átomos de carbono promocionan un electrón desde el orbital atómico 2s al 2p, y por combinación del orbital 2s con dos orbitales 2p producen tres orbitales híbridos sp² equivalentes, dirigidos hacia los vértices de un triángulo equilátero desde el átomo de carbono. Cada átomo de carbono utiliza los tres orbitales híbridos para unirse a dos hidrógenos y al otro carbono mediante enlaces covalentes tipo σ, y el orbital p con un electrón desapareado que les queda a cada átomo de carbono, los utilizan para solapar lateralmente y formar un nuevo enlace covalente entre ellos tipo π.

La molécula es plana, con los enlaces σ de cada átomo de carbono dirigidos hacia los vértices de un triángulo equilátero.

CUESTIÓN 3.- a) Explica el concepto de hidrólisis y señala el papel que desempeña el agua en dicho proceso.

b) Escribe y explica razonadamente las reacciones que se producen al disolver en agua las siguientes sales: NaNO₃, CH₃COOK, NH₄Cl.

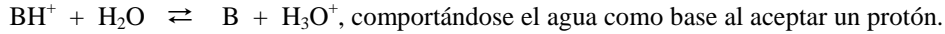
Solución:

a) Hidrólisis es la reacción que experimenta el agua con los iones procedentes de una sal si son ácido o base conjugada relativamente fuertes, es decir, dichos iones proceden de un ácido o base débiles.

Si es el anión el que procede de un ácido débil, la reacción de hidrólisis es:



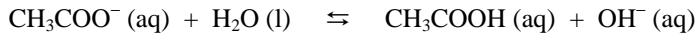
Si por el contrario es el catión el que procede de una base débil, la reacción de hidrólisis es:



b) La sal NaNO_3 se disuelve totalmente en disolución acuosa produciendo los iones Na^+ y NO_3^- .

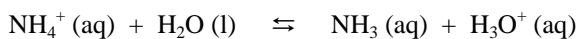
El ión Na^+ es el ácido conjugado de la base fuerte NaOH , por lo que es muy débil y no reacciona con el agua, y el ión NO_3^- es la base conjugada, muy débil, del ácido fuerte HNO_3 , por lo que tampoco reacciona con el agua. Debido a ello, el equilibrio de disociación del agua permanece inalterado y el pH de la disolución es 7.

La sal CH_3COOK se encuentra totalmente disociada en disolución acuosa produciendo los iones K^+ , ácido conjugado muy débil de la base muy fuerte KOH , y CH_3COO^- base conjugada relativamente fuerte del ácido débil CH_3COOH . El ión CH_3COO^- se hidroliza en agua según el equilibrio:



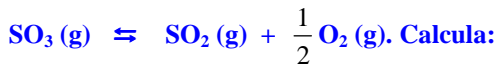
y debido al aumento de la concentración de iones OH^- , la disolución presenta un pH básico superior a 7.

La sal NH_4Cl se disocia completamente en agua dando los iones NH_4^+ y Cl^- . El ión Cl^- es la base conjugada muy débil del ácido fuerte HCl , mientras que el ión NH_4^+ es el ácido conjugado relativamente fuerte de la base débil NH_3 , que se hidroliza en agua según el equilibrio:



y debido al aumento de la concentración de los iones H_3O^+ , la disolución presenta carácter ácido, con un pH inferior a 7.

PROBLEMA 1.- A la presión total de 100 atm y a una cierta temperatura, el trióxido de azufre está disociado en un 40 % según la reacción:

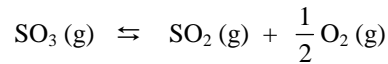


- Las fracciones molares de los gases en el equilibrio.
- La constante de equilibrio K_p a la temperatura de la experiencia.

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

Solución:

a) Considerando un mol de SO_3 , los moles en el equilibrio son:



Moles en el equilibrio: $1 - 0,4 = 0,6$ $0,4$ $0,2$

siendo las fracciones molares de los gases:

$$\chi_{\text{SO}_3} = \frac{0,6}{1,2} = 0,5; \quad \chi_{\text{SO}_2} = \frac{0,4}{1,2} = 0,33; \quad \chi_{\text{O}_2} = \frac{0,2}{1,2} = 0,17.$$

b) Conocida la presión total en el equilibrio, las presiones parciales de los gases se obtienen multiplicando su fracción molar por la presión total, siendo sus valores:

$$P_{\text{SO}_3} = 0,5 \cdot 100 \text{ atm} = 50 \text{ atm}; \quad P_{\text{SO}_2} = 0,33 \cdot 100 \text{ atm} = 33 \text{ atm}; \quad P_{\text{O}_2} = 0,17 \cdot 100 \text{ atm} = 17 \text{ atm}.$$

Sustituyendo estas presiones parciales en la expresión de la constante K_p :

$$K_p = \frac{P_{\text{SO}_2} \cdot P_{\text{O}_2}^{\frac{1}{2}}}{P_{\text{SO}_3}} = \frac{33 \text{ atm} \cdot 17^{\frac{1}{2}} \text{ atm}^{\frac{1}{2}}}{50 \text{ atm}} = 2,72 \text{ atm}^{\frac{1}{2}}.$$

Resultado: a) $\chi_{\text{SO}_3} = 0,5$; $\chi_{\text{SO}_2} = 0,33$; $\chi_{\text{O}_2} = 0,17$; b) $K_c = 2,72 \text{ atm}^{1/2}$.