

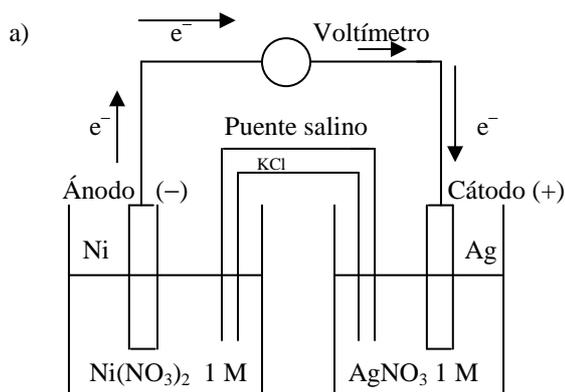
OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Se tiene una pila voltaica constituida por un electrodo de Ni sumergido en una disolución 1 M de $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ y un electrodo de Ag sumergido en una disolución 1 M de AgNO_3 . Se pide:

- Hacer un esquema de la pila indicando cuál es el cátodo y cuál el ánodo, y en qué sentido circulan los electrones.
- Escribir la ecuación química que describe el proceso.
- ¿Cuál es la especie química oxidante y cuál la reductora?
- Si el puente salino está constituido por una disolución de KCl, ¿En qué dirección se difunden los iones K^+ y los iones Cl^- ?

DATOS: $E^\circ (\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}$; $E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$.

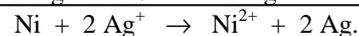
Solución:



b) La ecuación química que describe el proceso es:

Semirreacción en el ánodo: $\text{Ni} - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}^{2+}$

Semirreacción en el cátodo: $2 \text{Ag}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Ag}$



c) La especie química oxidante es la que provoca la oxidación de la otra reduciéndose, el ión Ag^+ , y la especie química reductora la que provoca la reducción de la otra oxidándose, el Ni.

d) Por ser la función del puente salino cerrar el circuito y mantener la neutralidad eléctrica de las disoluciones anódica y catódica, el ión K^+ , del puente salino, se desplaza hacia la disolución catódica para compensar el defecto de carga positiva que se produce, por reducción del ión Ag^+ , y el ión Cl^- se dirige hacia la disolución anódica para compensar el exceso de carga positiva que va apareciendo, por oxidación del metal Ni.

CUESTIÓN 2.- Indica y explica razonadamente la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- Si el pH de la sangre es 7,35 y el de una bebida alcohólica es 3,35, puede afirmarse que la concentración de iones H_3O^+ en la sangre es 10000 veces menor que la de la bebida alcohólica.
- El pH de una disolución acuosa de NaNO_3 tiene carácter ácido.
- En el equilibrio: $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$, la especie química HCO_3^- se comporta como una base Brönsted-Lowry.
- Si un ácido tiene una $K_a = 10^{-21}$ este valor sería indicativo de que se trata de un ácido muy fuerte.

Solución:

a) Verdadera. La concentración de H_3O^+ en cada una de las disoluciones es: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$, siendo sus valores: sangre: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7,35} = 10^{0,65} \cdot 10^{-8} = 4,47 \cdot 10^{-8} \text{ M}$;
bebida: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,35} = 10^{0,65} \cdot 10^{-4} = 4,47 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.

Dividiendo la concentración de H_3O^+ de la bebida entre la de la sangre se tiene:

$$\frac{[H_3O^+]_{bebida}}{[H_3O^+]_{sangre}} = \frac{4,47 \cdot 10^{-4} \text{ M}}{4,47 \cdot 10^{-8} \text{ M}} = 10^4 \text{ que pone de manifiesto que } [H_3O^+] \text{ en la bebida es } 10000$$

veces mayor que en la sangre, o lo que es lo mismo, la $[H_3O^+]$ en la sangre es 10000 veces menor que el la bebida.

b) Falsa. Por proceder los iones Na^+ y NO_3^- de base y ácido muy fuertes, ellos son ácido y base conjugados extremadamente débiles, no produciendo reacciones de hidrólisis con el agua, siendo el pH de la disolución 7.

c) Falsa. El HCO_3^- , en el equilibrio propuesto, al ceder su protón al agua se comporta como un ácido, siendo el agua la que actúa como base.

d) Falsa. El valor de la constante de acidez de una sustancia es indicativa de la extensión de su disociación, y por ello, de la mayor o menor fortaleza del ácido. Mientras mayor sea el valor de la constante, mayor será la extensión de su disociación y, en consecuencia, su mayor carácter ácido. Como el valor que se propone es muy pequeño, la extensión de su disociación es muy pequeña y su carácter ácido muy débil.

PROBLEMA 1.- El $SOCl_2$ es un reactivo que se utiliza a escala industrial en muchos procesos de síntesis. Este compuesto se disocia a 375 K según la siguiente reacción: $SOCl_2(g) \rightleftharpoons SO(g) + Cl_2(g)$. Si se coloca en un matraz de 1 L 6,5 g de $SOCl_2$ a la temperatura de 375 K y 2,83 atm de presión, el valor de K_p es 2,4. Calcula:

a) El grado de disociación, α , y el valor de K_c

b) Las presiones parciales de cada uno de los gases presentes en el equilibrio.

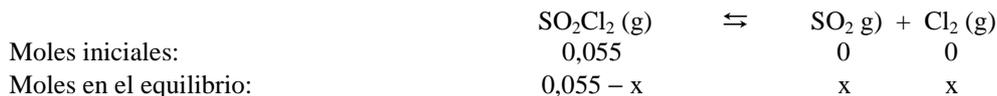
DATOS: $A_r(S) = 32 \text{ u}$; $A_r(O) = 16 \text{ u}$; $A_r(Cl) = 35,5 \text{ u}$.

Solución:

$$M(SOCl_2) = 119 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{a) Los moles de } SOCl_2 \text{ que se introducen en el reactor son: } n = \frac{6,5 \text{ g}}{119 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,055 \text{ moles.}$$

Los moles iniciales y en el equilibrio, siendo "x" los moles que se disocian, son:



Al ser el volumen del reactor 1 L, las concentraciones de las especies en el equilibrio coinciden en valor con sus moles.

El valor de "x" se determina a partir del valor de K_c , que se obtiene de su relación con K_p :

$K_c = K_p \cdot (R \cdot T)^{-\Delta n}$ y como $\Delta n = 2 - 1 = 1$, $K_c = 2,4 \text{ atm} \cdot (0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 375 \text{ K})^{-1} = 0,078 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}$; y sustituyendo las concentraciones de las especies en la expresión de K_c :

$$K_c = \frac{[SO_2] \cdot [Cl_2]}{[SO_2Cl_2]} \Rightarrow 0,078 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{x^2}{0,055 - x} \Rightarrow x^2 + 0,078 \cdot x - 0,078 \cdot 0,055 = 0, \text{ que resuelta}$$

da dos soluciones, una negativa que se desprecia por carecer de sentido, y otra positiva que es la solución real: $x = 0,0372 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}$, que corresponde a 0,0372 moles para cada gas SO_2 y Cl_2 en el equilibrio, siendo los moles de SO_2Cl_2 $0,055 - 0,0372 = 0,0178 \text{ moles}$.

El grado de disociación, expresado en tanto por ciento, se obtiene dividiendo los moles de $SOCl_2$ disociados entre los iniciales y multiplicando el cociente por 100: $\alpha = \frac{0,0372}{0,055} \cdot 100 = 67,64 \%$.

b) Las presiones parciales de cada gas en el equilibrio se obtiene aplicando la ecuación de estado a cada gas, ocupando él sólo todo el volumen del recipiente:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P_{SOCl_2} = \frac{0,0178 \text{ moles} \cdot 0,08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 375 \text{ K}}{1 \text{ L}} = 0,55 \text{ atm.}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P_{SO} = P_{Cl_2} = \frac{0,0372 \text{ moles} \cdot 0,08 \text{ atm} \cdot \cancel{L \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot K^{-1} \cdot 375 \text{ K}}{1 \cancel{L}} = 1,14 \text{ atm.}$$

También puede resolverse a partir de las fracciones molares. INTÉNTALO.

Resultado: a) $\alpha = 67,64 \%$; $K_c = 0,078 \text{ M}$; b) $P(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = 0,55 \text{ atm}$; $P(\text{SO}_2) = P(\text{Cl}_2) = 1,14 \text{ atm}$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Responde de forma razonada a las siguientes cuestiones:

- ¿El 2-propanol, $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH}$, y la acetona, $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$ (propanona) son isómeros de función?**
- Indica el tipo de hibridación que presenta cada átomo de carbono en los compuestos:
 $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$; $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$; $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$.**
- Explica cuál es la acción de los CFC en la capa de ozono y las repercusiones ambientales de dicha acción.**

Solución:

a) Isómeros son las especies orgánicas que presentando la misma fórmula molecular, tienen distinta fórmula desarrollada.

El 2-propanol y la propanona son isómeros de función por presentar, ambos, la misma fórmula molecular: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, diferenciándose en los grupos funcionales doble enlace y alcohol para el primero, y cetona para el segundo.

b) El carbono promociona un electrón del orbital atómico 2s al 2p vacío, adquiriendo en este estado excitado la configuración electrónica $1s^2 2s^1 2p^3$, pudiendo combinarse linealmente el orbital 2s con los tres orbitales 2p, con dos de los orbitales 2p o con uno de los orbitales 2p, formando cuatro orbitales híbridos sp^3 , tres orbitales híbridos sp^2 o dos orbitales híbridos sp .

En el compuesto $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$, los carbonos 1 y 2 presentan hibridación sp^2 y el 3 hibridación sp^3 .

En el compuesto $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$, todos los carbonos presentan hibridación sp^2 .

En el compuesto $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \equiv \text{CH}$, los carbonos 1 y 2 poseen hibridación sp y los otros dos, carbonos 3 y 4, hibridación sp^3 .

c) La capa de ozono atmosférico protege a los seres vivos de las radiaciones ultravioletas del sol, evitando que en estos aparezca el cáncer de piel. Los compuestos clorofluorcarbonados, CFC, usados como disolventes, aerosoles y refrigerantes, son descompuestos por estas radiaciones formando cloro atómico, que al reaccionar con el ozono provoca su destrucción, lo que evita la absorción de parte de las radiaciones ultravioletas, que al llegar a la superficie terrestre pone en peligro la vida de los seres vivos.

CUESTIÓN 2.- Indica y explica razonadamente la veracidad o falsedad de las afirmaciones siguientes:

- La electronegatividad indica la tendencia de un átomo a ceder electrones, por lo cual, puede decirse que cuanto mayor sea la electronegatividad de un átomo mayor será su tendencia a ceder electrones.**
- Una configuración electrónica $3s^2 3p^4$ representa un elemento representativo del 4º período.**
- Si se sabe que el elemento Ca tiene un número atómico $Z = 20$, la configuración electrónica que corresponde al ión Ca^{2+} es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$.**
- Un electrón situado en un orbital 3p puede representarse por los siguientes números cuánticos (3, 1, 0, 1/2).**

Solución:

a) Falsa. La electronegatividad es la propiedad periódica que mide la tendencia de un átomo a atraer hacia sí los electrones del enlace que lo une a otro u otros átomos. Por ello, cuánto mayor sea la electronegatividad de un átomo, mayor es su tendencia a atraer hacia sí los electrones del enlace que lo une a otro átomo.

b) Falsa. El período al que pertenece un elemento, viene dado por el valor del número cuántico principal n , que precede al último orbital que se está llenando. Es decir, el número que aparece delante de la capa de valencia del elemento. En el caso propuesto el elemento pertenece al período 3°.

c) Falsa. La configuración electrónica del Ca en su estado fundamental contiene 20 electrones en su corteza. Este átomo al perder 2 electrones se convierte en el ión Ca^{2+} , por lo que su configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, con 18 electrones en su corteza.

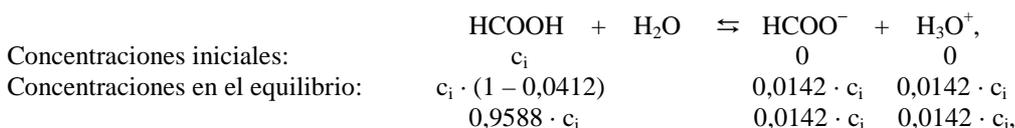
d) Verdadera. Por encontrarse el electrón en uno de los orbitales 3p, los números cuánticos que lo representa son: $n = 3$; $l = 1$; $m_l = -1, 0, +1$; $m_s = \pm \frac{1}{2}$. Luego los números cuánticos propuestos ($3, 1, 0, \frac{1}{2}$) representan a un electrón ubicado en el orbital 3p.

PROBLEMA 1.- Una disolución acuosa de ácido metanoico (HCOOH), cuya $K_a = 1,77 \cdot 10^{-4}$, tiene un grado de disociación del 4,12 % ($\alpha = 0,0412$). Calcula:

- ¿Cuál es la concentración molar de dicho ácido?
- ¿Cuál es el pH de la disolución?
- ¿Cuántos mL de ácido metanoico 1 M habría que tomar para preparar 100 mL de la disolución original?

Solución:

a) Llamando c_i a la concentración inicial de la disolución, las concentraciones iniciales y en el equilibrio de las distintas especies son:



Sustituyendo estos valores de concentración en la constante de acidez del ácido metanoico:

$$K_a = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow 1,77 \cdot 10^{-4} = \frac{0,0142^2 \cdot c_i^2}{0,9588 \cdot c_i} \Rightarrow c_i = \frac{1,77 \cdot 10^{-4} \cdot 0,9588}{0,0142^2} = 0,1 \text{ M.}$$

b) La concentración de iones H_3O^+ es: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,0142 \cdot 0,1 = 0,00142 \text{ M}$, por lo que el pH de la disolución es: $\text{pH} = -\log 0,00142 = 2,385$.

c) En los 100 mL de disolución 0,1 M se encuentran disueltos un número de moles de HCOOH , que son los que han de estar contenidos en el volumen de disolución 1 M que se tome.

Moles HCOOH en los 100 mL: $n = M \cdot V = 0,1 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,1 \text{ L} = 0,01 \text{ moles}$, que se encuentran disueltos en el volumen de disolución 1 M: $V = \frac{n}{M} = \frac{0,01 \text{ moles}}{1 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,01 \text{ L} = 10 \text{ mL}$.

Resultado: a) $[\text{HCOOH}] = 0,1 \text{ M}$; b) $\text{pH} = 2,385$; c) $V = 10 \text{ mL}$.