

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

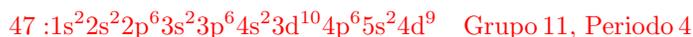
20 de julio de 2018

1. EL ÁTOMO. ENLACE QUÍMICO.

1. a) Escriba la configuración electrónica en su estado fundamental para los elementos de número atómico 11, 15, 47 y 54 y ubíquelos en el sistema periódico. b) Justifique cuál de los cuatro elementos del apartado anterior tiene el mayor valor de energía de ionización y explique la diferencia con respecto a la afinidad electrónica de los elementos 11 y 15.

Respuesta:

- a) las respectivas configuraciones electrónicas son:



- b) El elemento 54 (Xe) es el de mayor energía de ionización, al tratarse de una gas noble. la afinidad electrónica será mayor en el elemento 15 (P) que en el 11 (Na), debido a que dicha propiedad aumenta en un periodo de izquierda a derecha.
2. a) Explique la estructura tridimensional de la molécula de agua mediante la teoría de la hibridación.)
 b) Justifique por qué los puntos de fusión y ebullición del agua son mucho más elevados que los que posee el sulfuro de dihidrógeno. Datos: números atómicos azufre = 16, oxígeno = 8, hidrógeno =1.

Respuesta:

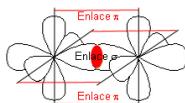
a) La configuración electrónica del átomo de oxígeno es: $1s^2 2s^2 2p^4$. Los cuatro orbitales de la capa de valencia se combinan para dar lugar a la formación de **4 orbitales híbridos sp^3** . Dos de ellos se encuentran ocupados por pares de electrones no enlazantes. Debido a ello, la forma tetraédrica de la molécula que correspondería a este tipo de hibridación pasa a convertirse en una **estructura angular**, con un ángulo H - O - H de unos **104°** .

b) Los puntos de fusión y ebullición del agua son mucho más elevados que los del sulfuro de hidrógeno debido a la formación, en la molécula de agua, de **enlaces por puente de hidrógeno**, que no se forman en la molécula de sulfuro de hidrógeno, debido a la menor electronegatividad del azufre con respecto al oxígeno.

3. a) Explique mediante la Teoría del Enlace de Valencia (TEV) la molécula de nitrógeno. b) Comente brevemente las propiedades que tendrá la sustancia nitrógeno basándose en las fuerzas intermoleculares y justifique por qué sus puntos de fusión y ebullición son menores que los de la sustancia cloruro de hidrógeno. Datos: números atómicos H = 1, N = 7, Cl = 17.

Respuesta:

a) La configuración electrónica del N es: $1s^2 2s^2 2p^3$, con lo que posee tres electrones desapareados. Entre dos átomos de nitrógeno se formará un enlace σ por superposición de un orbital p de cada átomo, y dos enlaces π , por la superposición de los otros dos pares de orbitales p. La representación de los enlaces es la siguiente: b) la molécula es muy estable, debido a la formación de un triple enlace entre



los dos átomos de nitrógeno. Las fuerzas intermoleculares son escasas (fuerzas de London), debidas a la interacción entre dipolos temporales. Debido a ello, sus puntos de fusión y ebullición son muy inferiores a los de la molécula de HCl, donde se dan fuerzas de atracción entre dipolos permanentes.

4. Indique la configuración electrónica en su estado fundamental para los elementos rubidio, hierro y cloro. Señale para cada uno su grupo y periodo. Indique los cuatro números cuánticos del último electrón, electrón diferenciador, del rubidio. Datos: números atómicos Rb 37, Fe 26, Cl 17.

Respuesta:

Las respectivas configuraciones electrónicas son:



Los números cuánticos correspondientes al electrón diferenciador del Rb son: $n = 5, l = 0, m = 0$ y $s = +1/2$ (o $s = -1/2$)

5. La configuración electrónica en su estado fundamental del elemento X es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ y la del elemento Y es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$. a) Ubique los elementos X e Y en el sistema periódico indicando el periodo y grupo en el que se encuentran y señale su nombre y símbolo. b) Defina el concepto de electronegatividad. Justifique cómo varía la electronegatividad en el sistema periódico y compare el valor de la electronegatividad en estos dos elementos X e Y.

Respuesta:

- a) Las respectivas ubicaciones en la tabla periódica son las siguientes:

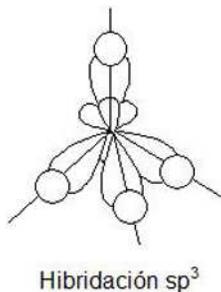


b) La electronegatividad es la tendencia de un elemento a atraer hacia sí los electrones compartidos con otro en un enlace. La electronegatividad aumenta en un periodo de izquierda a derecha, y en un grupo, de abajo hacia arriba. El Kriptón es un gas noble, poseyendo una configuración estable con ocho electrones en su último nivel, por lo que no posee tendencia a formar enlaces con otros átomos y, por tanto, a atraer hacia sí electrones compartidos. Por tanto, el elemento X es el de mayor electronegatividad.

6. a) Explique la hibridación del átomo de carbono en la molécula de metano. Realice un dibujo de la molécula con sus orbitales. b) Razone sobre la polaridad que presentaría la molécula de metano y explique las fuerzas intermoleculares que se darán entre sus moléculas. Datos: números atómicos carbono = 6, hidrógeno = 1.

Respuesta:

a) El átomo de carbono, con una configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^2$ presenta una hibridación sp^3 en la molécula de metano. Se forman cuatro orbitales híbridos equivalentes, dando lugar a una molécula tetraédrica, con ángulos de enlace de 109° , aproximadamente. La representación gráfica podría ser la siguiente:



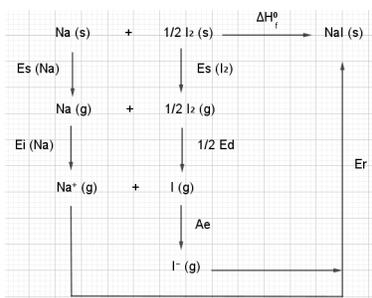
- b) Los cuatro enlaces C - H presentan el mismo momento dipolar, por lo que la suma de todos estos

vectores es nula, siendo por tanto **apolar** la molécula de metano. Al tratarse de una molécula apolar y no poder darse enlaces por puente de hidrógeno, debido a la relativamente baja electronegatividad del carbono, las fuerzas intermoleculares son fuerzas de London, entre dipolos temporales.

7. a) El yoduro de sodio es un compuesto que se utiliza en medicina como tratamiento de la deficiencia de yodo. Construya el ciclo Born-Haber para la formación de este compuesto. b) Calcule, a partir de los datos que figuran abajo, el valor de la energía reticular para el yoduro de sodio. c) Indique el concepto de energía reticular y justifique su signo. Datos: Entalpías de: formación de NaI (s) $-287,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; sublimación del Na (s) $+107,3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; sublimación del I₂ (s) $+62,4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; disociación del I₂ (g) $+151,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; ionización del Na (g) $+495,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; Afinidad electrónica del I (g) $-295,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Números atómicos I = 53, Na = 11.

Respuesta:

- a) El ciclo del Born-Haber es el siguiente:



- b) Para calcular la energía reticular:

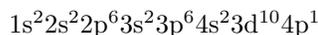
$$107,3 + 495,8 + 62,4 + \frac{151,2}{2} - 295,2 + E_r = -287,8 \quad E_r = -733,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

c) La energía reticular es la energía que debe aplicarse para separar un mol de un compuesto iónico en sus iones componentes, hasta una distancia infinita, en estado gaseoso o, asimismo, la energía que se desprende al formar un cristal iónico a partir de los iones, en estado gaseoso, que lo componen. El signo negativo de la energía reticular se explica porque el cristal constituye un sistema de mayor estabilidad que el de partida.

8. a) Explique el significado de los cuatro números cuánticos e indique los posibles valores que cada uno de ellos puede adoptar. Escriba los valores de los cuatro números cuánticos para el electrón diferenciador del átomo del elemento de número atómico 31. b) Justifique cómo varía el radio atómico a lo largo de un periodo y compare el radio atómico de los elementos de número atómico 19 y 31.

Respuesta:

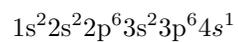
a) El número cuántico n determina el nivel principal de energía u puede tomar valores enteros a partir de 1. El número cuántico l nos indica el tipo de orbital, y puede tomar los valores enteros desde 0 hasta n-1. El número cuántico m_l está relacionado con las diferentes orientaciones espaciales que puede tomar un orbital y toma los valores enteros desde + l hasta -l, mientras que el número cuántico s se relaciona con el sentido de giro del electrón respecto a su eje y puede tomar solamente los valores +1/2 y - 1/2. Para el Zn, la configuración electrónica es:



Los números cuánticos del electrón diferenciador son: **n = 4; l = 1; m = 1, 0 o 1 y s = ±1/2**

- b) A lo largo de un periodo, el radio atómico disminuye de izquierda a derecha, al aumentar la

carga del núcleo y mantenerse el nivel principal de energía (relacionado con la distancia al núcleo). La configuración electrónica del elemento de $Z = 19$ es:



Al ser igual para ambos elementos el nivel principal de energía ($n = 4$), **tendrá menor radio atómico** aquel cuyo núcleo posea el mayor número de protones, es decir, **el de número atómico 31**

2. ESTEQUIOMETRÍA.

3. CINÉTICA DE REACCIONES.

1. a) Describa los factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas b) Concrételos usando como ejemplo la reacción siguiente:



Respuesta:

Los factores que influyen en la velocidad son los siguientes:

Concentración de los reactivos.

Temperatura

Presencia de catalizadores

Estado de agregación y grado de división, en su caso, de los reactivos.

b) Para la reacción indicada, podremos aumentar su velocidad incrementando el grado de división del sólido (carbonato cálcico), incrementando la temperatura de la reacción o aumentando la concentración del ácido clorhídrico.

4. TERMOQUÍMICA.

5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

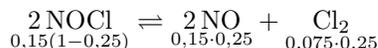
1. En un matraz de 2 L se introducen 9,85 g de cloruro de nitrosilo, NOCl, y se calienta a 350 °C. A dicha temperatura se establece el equilibrio: $2 \text{NOCl (g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO (g)} + \text{Cl}_2 \text{(g)}$. El porcentaje de disociación del NOCl es 25 %. a) Calcule las constantes K_c y K_p a la temperatura dada. b) Halle el valor de la presión total en el equilibrio. c) Indique cómo variaría el rendimiento de la reacción si se trabajara a una presión mayor. Datos Masas atómicas: N = 14, O = 16, Cl = 35,5. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Respuesta:

- a) El número inicial de moles de NOCl es:

$$n_0 = \frac{9,85}{65,5} = 0,15$$

En el equilibrio podremos escribir:



Las constantes K_c y K_p tendrán los valores respectivos:

$$K_c = \frac{(0,15 \cdot 0,25/2)^2 0,075 \cdot 0,25/2}{(0,15 \cdot 0,75/2)^2} = 1,04 \cdot 10^{-3}$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 1,04 \cdot 10^{-3} 0,082 \cdot 623 = 0,053$$

- b) La presión total en el equilibrio será:

$$P = \frac{(0,15 \cdot 0,75 + 0,15 \cdot 0,25 + 0,075 \cdot 0,25)}{2} 0,082 \cdot 623 = 4,31 \text{ atm}$$

c) Según el Principio de Le Chatelier, al aumentar la presión, el equilibrio tiende a desplazarse hacia donde el número de moles gaseosos sea menor, es decir, el rendimiento **disminuye**.

2. Sabiendo que el producto de solubilidad del cloruro de plata en agua a 25 °C es $1,7 \cdot 10^{-10} \text{ M}^2$, a) Halle la solubilidad molar del cloruro de plata en agua. b) calcule si se formará o no precipitado al añadir 250 mL de una disolución 10^{-5} M de cloruro de sodio a 1 L de disolución de nitrato de plata 0,0002 M.

Respuesta:

- a) El producto de solubilidad es:

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = s^2 \quad s = \sqrt{1,7 \cdot 10^{-10}} = 1,30 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

- b) Las concentraciones de Ag^+ y Cl^- al mezclar ambas disoluciones serán:

$$[\text{Ag}^+] = \frac{0,0002 \cdot 1}{1 + 0,25} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ M} \quad [\text{Cl}^-] = \frac{0,25 \cdot 10^{-5}}{1 + 0,25} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

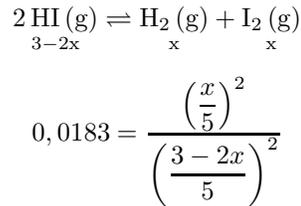
$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,6 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 3,2 \cdot 10^{-10} > K_{ps}$$

Por tanto, **se produce precipitado**.

3. Para la reacción $2 \text{HI (g)} \rightleftharpoons \text{H}_2 \text{(g)} + \text{I}_2 \text{(g)}$, la constante de equilibrio K , vale 0,0183 a Ja temperatura de 700 K. Se introducen 3 moles de HI en un recipiente de 5 L que estaba vacío y se deja alcanzar el equilibrio a 700 K. a) Calcule la masa de b que se formará en el equilibrio. b) Halle el grado de disociación del HI a 700 K, c) Indique, justificándolo, si se desplazará el equilibrio al aumentar el volumen del recipiente manteniendo la misma temperatura. Datos Masas atómicas H = 1, I = 127.

Respuesta:

a) En el equilibrio, podemos escribir lo siguiente:



Resolviendo la ecuación, obtenemos: $x = 0,32$ moles. La masa de I_2 será, por tanto: $m = 0,32 \cdot 2 \cdot 127 = 81,28 \text{ g de I}_2$

b) El grado de disociación es:

$$\alpha = \frac{2x}{3} = \frac{0,64}{3} = 0,213$$

c) El equilibrio **no experimenta variación** al existir igual número de moles de sustancias gaseosas en ambos miembros de la reacción.

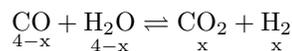
4. El amoníaco a nivel industrial se ha venido produciendo con la reacción: $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = -92,2 \text{ kJ}$. Explique cualitativamente como favorecería la producción de amoníaco variando parámetros tales como la concentración de los reactivos o del producto, presión del reactor y temperatura de reacción.

Respuesta:

- a) Para aumentar la producción de amoníaco, podemos: a) **Aumentar la concentración de los reactivos**. b) **Retirar amoníaco** según se vaya produciendo. c) **Aumentar la presión**, pues el equilibrio se desplaza hacia donde el número de moles de sustancias gaseosas sea menor. d) Al ser exotérmica la reacción, una **disminución de temperatura** tiende a aumentar la formación de amoníaco (si bien, la velocidad de la reacción se hará significativamente menor).
5. El monóxido de carbono reacciona con agua a alta temperatura según: $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$. Cuando en un matraz de 5 litros se introducen inicialmente 4 moles de CO, 4 moles de agua y se calienta el sistema hasta 1000 K se establece un equilibrio cuya constante vale: $K_c = 1,44$. Calcule: a) Concentración de todas las especies presentes en el equilibrio a dicha temperatura. b) K_p y la presión total de la mezcla en el equilibrio a 1000 K. Datos: R $0,082 \text{ atm L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Respuesta:

a) Cuando se alcance el equilibrio podremos escribir lo siguiente:



Aplicando la constante K_c :

$$1,44 = \frac{(x/5)^2}{(4-x)/5)^2} \quad x = 2,18 \text{ moles}$$

Así pues: $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = \frac{2,18}{5} = 0,436 \text{ M}$ y $[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = \frac{4-2,18}{5} = 0,364 \text{ M}$

b) La constante K_p tiene el valor:

$$K_p = K_c(\text{RT})^{\Delta n} = K_c(\text{RT})^0 = 1,44$$

Para calcular la presión total, aplicamos la ecuación de los gases:

$$P \cdot 5 = (4 - x + 4 - x + x + x) 0,082 \cdot 1000 \quad P = 131,2 \text{ atm}$$

6. El hidróxido de magnesio es poco soluble en agua. A 18 °C solo se disuelven 9 mg de este hidróxido en 1 litro de agua. a) Escriba la ecuación de solubilidad del hidróxido de magnesio en agua. b) Halle las concentraciones de los iones en la disolución saturada a 18 °C. c) Calcule el valor del producto de solubilidad para este hidróxido a la temperatura citada.. Datos: masas atómicas H 1,0; O 16,0; Mg 24,3.

Respuesta:

- a) La solubilidad del hidróxido de magnesio, expresada en mol/L es:

$$s = \frac{9 \cdot 10^{-3} / 58,3}{1} = 1,54 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

La ecuación de solubilidad es la siguiente:



- b) En una disolución saturada a 18° C, las respectivas concentraciones son:

$$[\text{Mg}^{2+}] = 1,54 \cdot 10^{-4} \text{ M} \quad [\text{OH}^-] = 2 \cdot 1,54 \cdot 10^{-4} = 3,08 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

- c) El producto de solubilidad es:

$$K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 4s^3 = 4(1,54 \cdot 10^{-4})^3 = 1,46 \cdot 10^{-11}$$

7. En un recipiente de 0,5 L se introducen 2 moles de H₂, 2 moles de CO₂, 1 mol de CO y 1 mol de H₂O. Se calientan a la temperatura de 727 °C y se establece el siguiente equilibrio: H₂(g) + CO₂(g) ⇌ CO(g) + H₂O(g), cuyo valor de Kc es 0,69. a) Justifique en que sentido evolucionara la reacción desde el momento inicial hasta alcanzar el equilibrio. b) Halle la concentración de todas las sustancias en el equilibrio. c) Calcule el porcentaje de transformación que ha sufrido el CO₂.

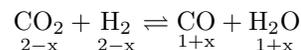
Respuesta:

- a) El cociente de reacción tendrá el valor:

$$Q = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2][\text{CO}_2]} = \frac{1 \cdot 1}{2 \cdot 2} = 0,25 < 0,69$$

Al ser Q < Kc, la reacción evoluciona **hacia la derecha**, es decir, tienden a aumentar las concentraciones de CO y H₂O.

- b) En el equilibrio tendremos:



Aplicando la constante Kc:

$$0,69 = \frac{(1+x)^2}{(2-x)^2} \quad \sqrt{0,69} = \frac{1+x}{2-x} \quad (\text{pues } x \text{ no puede ser negativa})$$

Despejando: x = 0,36, con lo que las concentraciones en el equilibrio serán:

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = \frac{1,36}{0,5} = 2,72 \text{ M}$$

$$[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = \frac{1,64}{0,5} = 3,28 \text{ M}$$

- c) El CO₂ se ha transformado en un:

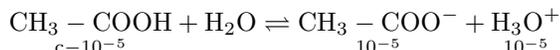
$$\% = \frac{0,36}{2} 100 = 18$$

6. ÁCIDOS Y BASES.

1. Disponemos de disoluciones acuosas de ácido acético y cloruro de amonio. Queremos obtener, a partir de cada una de ellas, una disolución de pH = 5. Calcule la concentración que deberá tener: a) La disolución de CH₃COOH. b) La disolución de NH₄Cl. Datos: K_w = 10⁻¹⁴ K_a CH₃COOH = 1,8 · 10⁻⁵ . K_b NH₃ = 1,8 · 10⁻⁵

Respuesta:

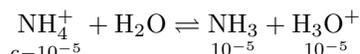
- a) Al ser el pH 5, tendremos que: [H₃O⁺] = [CH₃ - COO⁻] = 10⁻⁵. Teniendo en cuenta el equilibrio:



Podremos escribir:

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{(10^{-5})^2}{c - 10^{-5}} \quad \text{Obteniéndose } c = 1,55 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

- b) Para la disolución de NH₄Cl podremos escribir:



La constante para este equilibrio es:

$$K = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,55 \cdot 10^{-10}$$

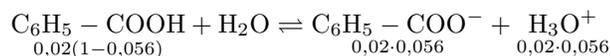
Así pues, podremos poner:

$$5,55 \cdot 10^{-10} = \frac{(10^{-5})^2}{c - 10^{-5}} \quad \text{Obteniéndose } c = 1,18 \text{ M}$$

2. En una disolución acuosa de ácido benzoico C₆H₅-COOH de concentración 0,02 M, éste se encuentra ionizado en un 5,6%. a) Calcule la constante de acidez K_a, y el pH de la disolución.. b) Calcule el volumen de una disolución de KOH 0,1 M que se consumirá para alcanzar el punto de equivalencia en su reacción con 20 mL del ácido benzoico 0,02 M.

Respuesta:

- a) El equilibrio de ionización del ácido benzoico es el siguiente:



La constante K_a será:

$$K_a = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}]} = \frac{(0,02 \cdot 0,056)^2}{0,02(1 - 0,056)} = 6,64 \cdot 10^{-5}$$

El pH será: pH = - log (0,02 · 0,056) = 2,95

- b) Puesto que en la neutralización un mol de ácido reacciona con un mol de base, el volumen de disolución de KOH se obtendrá a partir de:

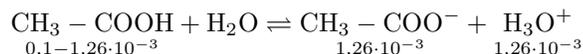
$$V \cdot 0,1 = 20 \cdot 0,02 \quad V = 4 \text{ mL}$$

3. Se dispone de dos frascos sin identificar. Uno contiene una disolución acuosa de cloruro de hidrógeno 0,10 M y el otro una disolución 0,10 M de ácido acético. Se mide su acidez y se obtiene como resultando que el frasco A tiene un pH 2,9 y el frasco B un pH 1,0 a) Justifique qué frasco contiene cada uno de los dos ácidos. b) Halle la constante de acidez (K_a) del ácido acético.

Respuesta:

a) Al ser el ácido clorhídrico un ácido fuerte, se encuentra completamente ionizado, por lo que su pH será: $\text{pH} = -\log c = -\log 0,1 = 1$. Por tanto el frasco **B es el que contiene HCl**, mientras que **el A contiene ácido acético**.

La concentración de H_3O^+ para el ácido acético es: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,9} = 1,26 \cdot 10^{-3}$ M. El equilibrio de ionización del ácido acético puede ser representado por:



Con lo que la constante K_a para el ácido acético será:

$$K_a = \frac{(1,26 \cdot 10^{-3})^2}{0,1 - 1,26 \cdot 10^{-3}} = 1,61 \cdot 10^{-5}$$

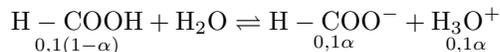
4. a) Halle el pH y el grado de disociación de una disolución acuosa de ácido metanoico que contiene 0,46 g del ácido en 100 mL de disolución. Escriba los equilibrios que se darán en la citada disolución. Datos: $K_w = 10^{-14}$, $K_a\text{HCOOH} = 1,85 \cdot 10^{-4}$ Masas atómicas H = 1; C = 12; O = 16.

Respuesta:

a) La concentración inicial de ácido metanoico será:

$$c = \frac{0,46/46}{0,1} = 0,1 \text{ M}$$

El equilibrio de ionización será:



$$1,85 \cdot 10^{-4} = \frac{0,1\alpha^2}{1 - \alpha} \quad \text{De donde : } \alpha = 0,042 \text{ y } \text{pH} = -\log(0,1 \cdot 0,042) = 2,38$$

5. Razone cualitativamente, escribiendo las ecuaciones químicas correspondientes, el carácter ácido, básico o neutro de las cuatro disoluciones acuosas siguientes; i) Disolución de NaCl 0,1 M. ii) Disolución de NH_4Cl 0,1 M. iii) Disolución de NaF 0,1 M. iv) Disolución de NH_4F 0,1 M. datos: $K_w = 10^{-14}$; $K_a(\text{HF}) = 6,8 \cdot 10^{-4}$; $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Respuesta:

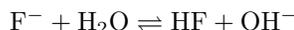
i) El NaCl es una sal de ácido fuerte y base fuerte, por lo que sus respectivos base y ácido conjugados son muy débiles, y no experimentan hidrólisis. El pH de la disolución será **neutro**.

ii) El NH_4Cl es una sal de ácido fuerte y base débil. El ácido conjugado de esta última, NH_4^+ experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



Con lo que el pH de esta disolución es **ácido**.

iii) El NaF es una sal de ácido débil y base fuerte, por lo que la base conjugada del ácido débil, F^- , experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



Siendo **básico** el pH de la disolución.

iv) En este caso, la sal deriva de un ácido débil y de una base débil. Para conocer si el pH de la disolución es ácido, básico o neutro, deberemos conocer las constantes de hidrólisis de los iones F^- y NH_4^+ , que son, respectivamente:

$$K_h(F^-) = \frac{[HF][OH^-]}{[F^-]} = \frac{10^{-14}}{K_a(HF)} = 1,47 \cdot 10^{-11} \text{ (equivale a una constante de basicidad)}$$

$$K_h(NH_4^+) = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]} = \frac{10^{-14}}{K_b(NH_3)} = 1,47 \cdot 10^{-11} = 5,56 \cdot 10^{-10} \text{ (equivale a una constante de acidez)}$$

Por tanto, al tener el ion NH_4^+ una constante de acidez mayor que la constante de basicidad del ion F^- , el pH de la disolución será **ligeramente ácido**.

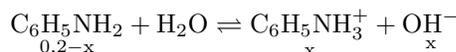
6. Hemos preparado dos disoluciones acuosas independientes. Una es de la base débil anilina ($C_6H_5-NH_2$) que en agua produce el catión $C_6H_5-NH_3^+$. Esta disolución se ha preparado a partir de 4,65 g de anilina añadiendo agua hasta un volumen final de 250 mL. La otra disolución es de acetato de sodio ($CH_3-COONa$) 0,2 M. a) Escriba la ecuación de disociación de la anilina en agua y calcule el pH de su disolución. b) Justifique que la disolución acuosa de acetato de sodio es más básica que la de anilina. Datos: K_b $C_6H_5-NH_2$ $4,3 \cdot 10^{-10}$ K_a CH_3-COOH $1,8 \cdot 10^{-5}$; $K_w = 10^{-14}$ Masas atómicas H 1; C 12; N 14.

Respuesta:

a) La concentración inicial de la anilina es:

$$c_0 = \frac{4,65 \text{ g anilina}}{93 \text{ g anilina} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,2$$

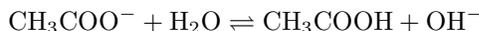
La ecuación de disociación de la anilina es:



Conocida la constante K_b , tendremos:

$$4,3 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{0,2 - x} \quad x = 9,27 \cdot 10^{-6} \quad \text{pH} = 1 + \log [OH^-] = 8,97$$

b) El ion acetato experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



Con una constante de hidrólisis:

$$K_h = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,56 \cdot 10^{-10} > 4,3 \cdot 10^{-10}$$

Por lo que la constante de hidrólisis del ion acetato, equivalente a una K_b , es mayor que la K_b de la anilina. La disolución de ion acetato es más básica que la de anilina (a iguales concentraciones).

7. Se prepara una disolución de ácido benzoico (C_6H_5-COOH) de pH 3,1 disolviendo 0,61 g del ácido en agua hasta obtener 500 mL de disolución. Calcule: a) La constante de acidez (K_a) del ácido benzoico. b) El grado de disociación del ácido benzoico. c) Escriba la reacción de hidrólisis del anión benzoato y

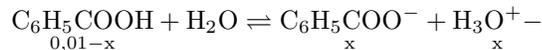
calcule su constante de equilibrio.. Datos: Masas atómicas O 16, C 12, H 1 . $K_W = 10^{-14}$

Respuesta:

a) La concentración inicial de ácido benzoico es:

$$c_0 = \frac{0,61}{\frac{122}{0,5}} = 0,01 \text{ M}$$

En el equilibrio:



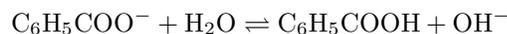
x tiene el valor: $x = 10^{-3,1} = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, con lo que la constante K_a será:

$$K_a = \frac{(7,94 \cdot 10^{-4})^2}{0,01 - 7,94 \cdot 10^{-4}} = 6,85 \cdot 10^{-5}$$

b) El grado de disociación será:

$$7,94 \cdot 10^{-4} = 0,01\alpha \quad \alpha = 0,079$$

c) La reacción de hidrólisis del anión benzoato es la siguiente:



$$K_h = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}][\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{K_w}{K_a} = 1,46 \cdot 10^{-10}$$

8. Tenemos 500 mL de una disolución acuosa de ácido metanoico (también llamado ácido fórmico) en la que se encuentra disociado al 34 %. Calcule: a) La concentración inicial de ácido metanoico. b) El pH de la disolución. Datos: $K_a \text{ HCOOH } 1,84 \cdot 10^{-4}$

Respuesta:

a) Aplicando la constante K_a :

$$1,84 \cdot 10^{-4} = \frac{c \cdot 0,34^2}{1 - 0,34} \quad c = 10^{-3} \text{ M}$$

b) El pH será:

$$\text{pH} = -\log c\alpha = -\log (0,34 \cdot 10^{-3}) = 3,47$$

7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN.

1. Un método para proteger de la corrosión a los depósitos y a las conducciones de hierro de las instalaciones comunitarias de agua caliente consiste en utilizar los denominados electrodos de sacrificio. Indique razonadamente qué metales de los siguientes podríamos utilizar para ese fin: níquel, magnesio o estaño. Datos: $E^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$; $E^0(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,26 \text{ V}$; $E^0(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,36 \text{ V}$; $E^0(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14 \text{ V}$.

Respuesta:

Se podrán emplear como electrodos de sacrificio aquellos que en la pila formada actúen como ánodos, de forma que el Fe^{2+} se reduzca a Fe. Para los electrodos indicados, sólo el **electrodo (Mg^{2+}/Mg)** cumplirá esta condición, pues el potencial de la pila formada por este electrodo y por el electrodo (Fe^{2+}/Fe) tendrá un potencial: $\varepsilon^0 = -0,44 - (-2,36) = +1,92 \text{ V}$

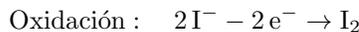
2. A 100 g de yoduro de sodio se añade ácido nítrico HNO_3 hasta que se completa la reacción. Se obtienen I_2 , NO , NaNO_3 y agua como productos de la reacción. a) Ajuste las semiecuaciones de oxidación y reducción por el método del ion-electrón y ajuste tanto la reacción iónica como la molecular. b) Indique qué sustancia actúa como reductor y cuál como oxidante.. c) Halle el volumen de ácido nítrico 2 M que necesitaremos para completar la reacción. Datos Masas atómicas: Na = 23; I = 127.

Respuesta:

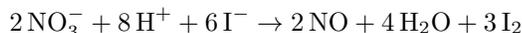
- a) La reacción que tiene lugar es la siguiente:



Siendo las semirreacciones de oxidación y de reducción las siguientes:



multiplicando la primera semirreacción por 3, la segunda por 2, y sumando ambos resultados, se obtiene:



En forma molecular, nos queda:



- b) El I^- actúa como reductor, mientras el NO_3^- actúa como oxidante.

c) 100 g de NaI corresponden a un número de moles: $n = 100/150 = 0,67$ moles. Teniendo en cuenta que 3 moles de NaI reaccionan con cuatro moles de HNO_3 , podremos establecer la siguiente reacción:

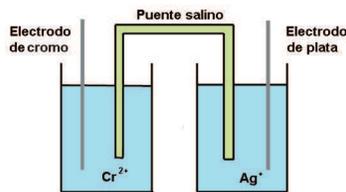
$$\frac{3 \text{ moles NaI}}{4 \text{ moles HNO}_3} = \frac{0,67 \text{ moles NaI}}{x \text{ moles HNO}_3}$$

Con lo que el número de moles de 4 HNO_3 será de 0,89 moles. Así pues, tendremos que: $0,89 = V \cdot 2$. Despejando, se obtiene $V = 0,45 \text{ L}$ de HNO_3 2 M

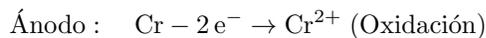
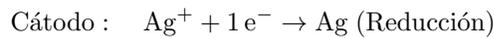
3. A partir de los valores de potenciales estándar de reducción que figuran como datos: a) Justifique qué combinación de electrodos estándar utilizaría para construir la pila voltaica que presente el mayor potencial estándar y dibújela. b) Escriba las semiecuaciones de oxidación y reducción señalando cuál se realiza en el ánodo y cuál en el cátodo. Escriba la reacción global que ocurre en la pila construida. Datos: $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$, $E^0(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,23 \text{ V}$ y $E^0(\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}) = -0,90 \text{ V}$.

Respuesta:

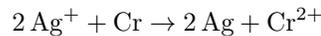
a) La pila que produzca un mayor potencial estándar es aquella cuya diferencia entre los potenciales de cátodo y ánodo sea mayor. En este caso, se construye utilizando los electrodos de plata y cromo. El potencial de esta pila será: $\varepsilon^0 = 0,80 - (-0,90) = +1,70 \text{ V}$. La representación gráfica será la siguiente:



b) Las semirreacciones serán:



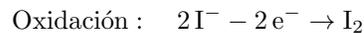
la reacción global será:



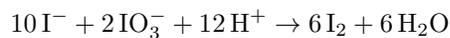
4. a) Ajuste la siguiente reacción $\text{KIO}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$, por el método del ion electrón. b) Deduzca si la citada reacción será espontánea en condiciones estándar y cuál será la especie reductora. Datos: $E^0(\text{I}_2/\text{I}^-) = +0,54 \text{ V}$. $E^0(\text{IO}_3^-/\text{I}_2) = +1,20 \text{ V}$.

Respuesta:

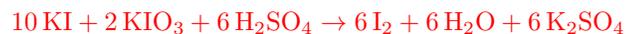
a) Las semirreacciones de oxidación y de reducción son las siguientes:



Multiplicando la primera semirreacción por 5 y sumándole la segunda, tendremos:



Que en forma molecular queda así:



La especie reductora será el I^- .

b) Para que la reacción sea espontánea, debe cumplirse que: $\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 > 0$. para esta reacción, el potencial estándar será:

$$\varepsilon^0 = 1,20 - 0,54 = 0,66 \text{ V}$$

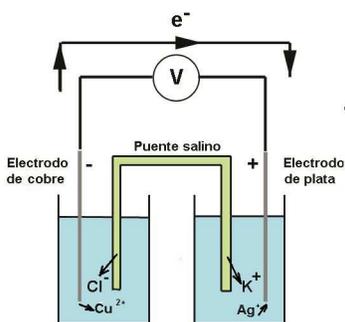
Por tanto, la reacción es **espontánea**.

5. Se quiere construir una pila con electrodos de cobre, de plata, disoluciones de sulfato de cobre (II) 1 M, de nitrato de plata 1 M, de cloruro de potasio 1 M y los cables necesarios. a) Indique como construiría la pila con el material descrito de forma que circulara corriente eléctrica entre los electrodos. Dibújela,

mostrando qué polo es el positivo y cuál el negativo, señalando el sentido del movimiento de los electrones en el circuito externo y el movimiento de los iones en cada uno de los electrodos y en el puente salino. b) Indique qué electrodo actúa como ánodo y cuál como cátodo, escribiendo las reacciones que tienen lugar en cada uno de ellos. Calcule además el potencial de la pila. Datos: $E^0 (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $E^0 (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$.

Respuesta:

a) En un vaso de precipitados vertemos disolución de sulfato de cobre (II) e introducimos en dicho vaso un electrodo de cobre metálico. En un segundo vaso de precipitados colocamos una disolución de nitrato de plata e introducimos un electrodo de plata. En un tubo en U colocamos la disolución de KCl y, tapando los extremos con algodón o papel de filtro, introducimos cada uno de sus extremos en uno de los vasos. Unimos los electrodos metálicos mediante cables de conexión, y estos, a su vez, con un voltímetro. El esquema podría ser el siguiente:



b) El electrodo $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}$ actúa como ánodo (electrodo positivo), produciéndose el proceso: $\text{Cu} - 2 e^- \rightarrow \text{Cu}^{2+}$. El electrodo $\text{Ag}^+|\text{Ag}$ actúa como cátodo (electrodo negativo), teniendo lugar el proceso: $\text{Ag}^+ + 1 e^- \rightarrow \text{Ag}$

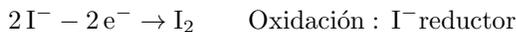
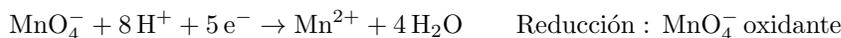
El potencial de la pila es:

$$\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - 0,34 = 0,46 \text{ V}$$

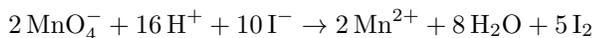
6. a) Ajuste por el método de los iones-electrón la reacción: $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ indicando la fórmula de la especie reductora. b) Justifique, realizando los cálculos necesarios, si esta reacción es espontánea en condiciones estándar. Datos: $E^0 (\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = +1,23 \text{ V}$; $E^0 (\text{I}_2/2\text{I}^-) = +0,54 \text{ V}$

Respuesta:

a) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando la primera semirreacción por dos, la segunda por cinco, y sumando miembro a miembro, tendremos:

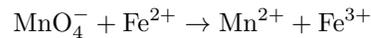


En forma molecular:



b) El potencial es: $\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 1,23 - 0,54 = +0,69 \text{ V}$. teniendo en cuenta que: $\Delta G^0 = -nF\varepsilon^0 < 0$, la reacción es **espontánea**.

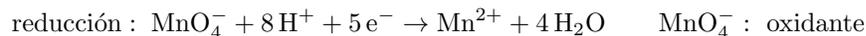
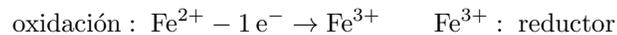
7. La siguiente ecuación iónica se produce en media acuoso ácido:



a) Ajústela por el método del ion electrón. Indique la especie oxidante y señale la semirreacción de reducción. b) Calcule la concentración molar de una disolución de sulfato de hierro (II) si 10 mL de ella consumen 22,3 mL de una disolución de permanganato de potasio 0,02 M en su valoración.

Respuesta:

a) Las semirreacciones son las siguientes;



Multiplicando por 5 la primera semirreacción y sumándola miembro a miembro a la segunda:



b) A partir de la ecuación ajustada, podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{5 \text{ mol FeSO}_4} = \frac{22,3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 \text{ mol KMnO}_4}{10^{-2} \cdot c \text{ mol FeSO}_4} \quad c = 0,223 \text{ M}$$

b)

8. Se realiza la electrolisis de cloruro de magnesio fundido pasando una corriente de 10 A durante 20 h.

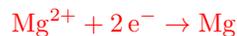
a) Indique el signo del ánodo y del cátodo y escriba las ecuaciones químicas que tendrán lugar en cada uno de ellos. Realice un dibujo del proceso.. b) Calcule la masa de magnesio depositada y el volumen de cloro que se desprende, medido a 20 °C y 0,95 atm. Datos: Masas atómicas Cl = 35,5; Mg = 24,3. 1 F = 96500 C.mol⁻¹. R 0,082 atm. L.mol⁻¹.K⁻¹

Respuesta:

a) El ánodo tiene signo positivo y en él se realiza el proceso de oxidación del ion Cl⁻:



Mientras que en el cátodo (electrodo negativo) se realiza la reducción:



b) A partir de la igualdades:

$$\frac{96500 \text{ C}}{35,5 \text{ g Cl}} = \frac{10 \cdot 20 \cdot 3600 \text{ C}}{x \text{ g Cl}} \quad x = 264,87 \text{ g Cl equivalentes a : } \frac{264,87}{71} = 3,73 \text{ mol Cl}_2$$

En las condiciones indicadas en el enunciado, este número de moles de cloro ocupará un volumen:

$$0,95 \cdot V = 3,72 \cdot 0,082 \cdot 293 \quad V = 94,1 \text{ L Cl}_2$$

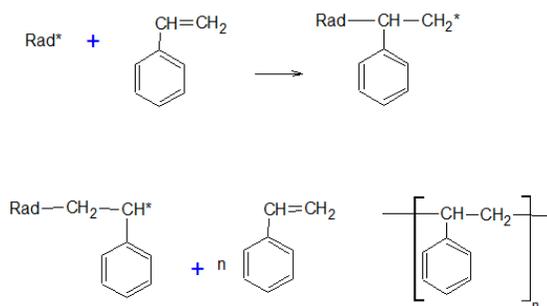
$$\frac{96500 \text{ C}}{\frac{24,3}{2} \text{ g Mg}} = \frac{10 \cdot 20 \cdot 3600 \text{ C}}{x \text{ g Mg}} \quad x = 90,65 \text{ g Mg}$$

8. QUÍMICA ORGÁNICA.

1. a) Indique el nombre de la molécula: $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$. b) Formule y nombre dos isómeros de función del compuesto anterior c) Escriba la reacción de obtención del Poliestireno (PS).

Respuesta:

- a) El nombre de la molécula es **ácido 5-aminopentanoico**.
 b) Dos isómeros de función pueden ser; $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{OH}$ y $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COH}$
 c) La reacción de obtención del poliestireno es:



2. Complete las reacciones siguientes y justifique si se trata de reacciones de sustitución, adición o condensación. Nombre, además, las sustancias que aparezcan en ellas:

- a) $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{-OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-COO-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Condensación
 b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{KBr}$ Sustitución
 c) $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHCl-CH}_3$ Adición

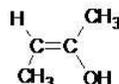
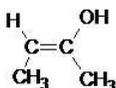
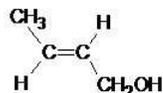
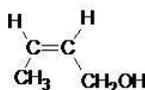
Reacción a: ácido **etanoico** + **metanol** \rightarrow **etanoato de metilo**. Reacción b: **bromoetano** \rightarrow **etanol**. Reacción c: **2-buteno** \rightarrow **2-clorobutano**

3. a) Formule y nombre los isómeros geométricos que respondan a la fórmula $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ b) Escriba la reacción de polimerización para la obtención de un nailon.

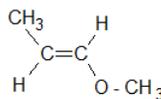
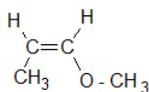
Respuesta:

- a) Para que puedan existir isómeros geométricos, es necesaria la presencia de un doble enlace en la cadena, lo cual puede darse en los alcoholes y éteres en los que el doble enlace no se encuentre sobre uno de los carbonos extremos. lo que se produce en los siguientes casos:

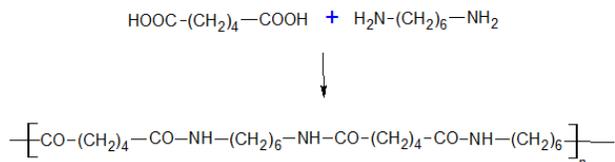
Alcoholes



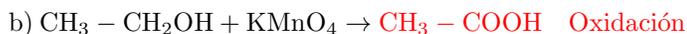
Éteres



b) La reacción puede ser del tipo:



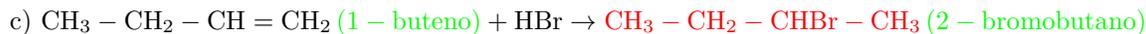
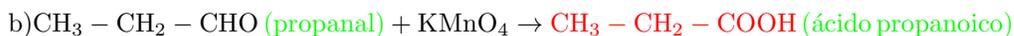
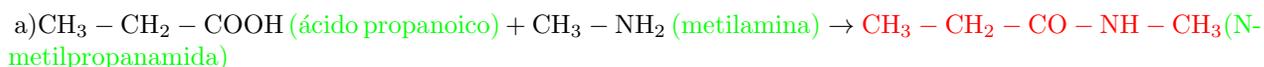
4. Complete y clasifique las siguientes reacciones según su tipo, nombrando todas las sustancias orgánicas:



Reacción a): **etanol + etilamina** → **N-etiletanamida**. Reacción b) **etanol** → **ácido etanoico**. Reacción c) **eteno** → **1,2 - dibromoetano**

5. Complete las reacciones siguientes y nombre todas las sustancias que aparezcan en ellas: a) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{CH}_3-\text{NH}_2$ b) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO} + \text{KMnO}_4$ c) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr}$

Respuesta:



6. a) Escriba la fórmula correspondiente al ácido 3-hidroxipentanoico. b) Para el compuesto anterior, formule y nombre un isómero de función, un isómero de posición, un isómero de cadena. Justifique si este compuesto inicial puede tener isómeros ópticos, y en caso de que los tuviera, dibújelos.

Respuesta:

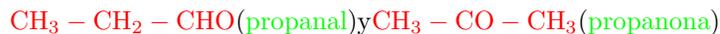


b) Un isómero de función puede ser: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$, uno de posición puede ser: $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$, y uno de cadena: $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$. El compuesto tiene un carbono asimétrico (el carbono número 3), por lo que puede tener isómeros ópticos.

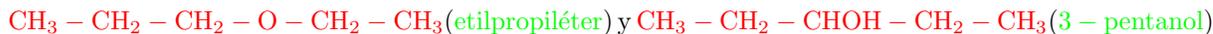
7. a) Formule y nombre dos isómeros de función con la fórmula $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$. b) Formule y nombre dos isómeros de función con la fórmula $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$. c) Formule y nombre dos isómeros de función con la fórmula $\text{C}_3\text{H}_7\text{ON}$.

Respuesta:

a) Los isómeros pueden ser:



b) Estos isómeros pueden ser:



c) Puede tratarse de:



8. a) Escriba la ecuación de formación del polietileno (PE) y explique brevemente el proceso. b) Indique si las siguientes reacciones son de adición, eliminación o sustitución y a continuación complételas formulando y nombrando todas las sustancias: i) benceno + HNO₃ (en presencia de ácido sulfúrico) ii) 2-bromo-2-metilpropano + KOH (calor)

Respuesta:

a) El polietileno es un compuesto de adición en el que, a partir del etileno (CH₂ = CH₂) se forma el polímero representado por $-(\text{CH}_2 - \text{CH}_2)_n-$

b) Las reacciones son las siguientes:

