

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

15 de julio de 2019

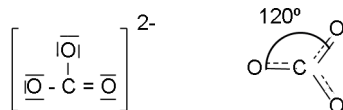
1. EL ÁTOMO. ENLACE QUÍMICO.

1. a) Escriba las configuraciones electrónicas en estado fundamental de los elementos X ($Z = 19$) e Y ($Z = 36$). Indique el grupo y periodo de la tabla periódica a los que pertenece cada uno de los elementos. A partir de su posición en la tabla periódica, indique, de forma razonada, el elemento que previsiblemente presentará el valor más bajo de la primera energía de ionización. b) Para el anión carbonato, CO_3^{2-} , deduzca la estructura de Lewis. Indique y dibuje la geometría molecular del anión, según la TRPECV, y los ángulos de enlace aproximados. Datos: C ($Z = 6$), O ($Z = 8$).

Respuesta:

a) La configuración electrónica para X es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ (periodo 4, grupo 1), mientras que para Y es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$, periodo 4, grupo 18 (0). La menor energía de ionización corresponderá al elemento **X**, debido a que puede perder su electrón externo con facilidad, para alcanzar configuración de gas noble. El elemento Y ya posee esa configuración, por lo que es muy estable y no pierde electrones con facilidad.

b) La estructura de Lewis para el ion carbonato y su forma geométrica serían los siguientes:



2. Escriba el valor de los números cuánticos n y l para los orbitales de la subcapa $3d$.

Respuesta:

El número cuántico n valdrá **3**, mientras que el número cuántico l tomara el valor **2**.

3. a) El elemento X en estado fundamental presenta la siguiente configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$. Indique: a) el grupo y periodo de la tabla periódica a los que pertenece el elemento y su carácter metálico, o no metálico; b) el tipo de ion, anión o catión, que formará el elemento. Justifique las respuestas. c). Los puntos de ebullición normales del 1-propanol (propan-1-ol, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) y del metoxietano (etilmetil éter, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) son $97,4^\circ\text{C}$ y 7°C , respectivamente. Justifique la diferencia en los valores de los puntos de ebullición normales de los dos compuestos.

Respuesta:

a) El elemento se encuentra en el **periodo 4** (nivel más alto ocupado) y el **grupo 2** (número de electrones de la capa de valencia). Se trata de un **metal** alcalinotérreo. b) Formará el catión **2^+** debido a que, perdiendo los dos electrones externos, alcanzará la configuración de gas noble.

c) El punto de ebullición del 1-propanol es muy superior al del metoxietano, debido a que, en el primero, existen enlaces O-H, que pueden dar lugar a la formación de enlaces por **punto de hidrógeno**.

4. A. Indique el tipo de hibridación que presenta el átomo de carbono en: a) la molécula de HCN (geometría lineal); b) la molécula CCl_4 (geometría tetraédrica).

Respuesta:

a) La hibridación es de tipo **sp**, debido a la forma lineal de la molécula. b) la hibridación es **sp^3** , como corresponde a la forma tetraédrica.

5. Para el elemento X, caracterizado por pertenecer al grupo 15 y al período 4 de la tabla periódica: a) escriba la configuración electrónica en el estado fundamental; b) indique su número atómico; c) indique el número de electrones desapareados que presenta en el estado fundamental; d) escriba la

configuración electrónica del anión X^{3-} en estado fundamental. e) Justifique la diferencia en los valores de las temperaturas normales de ebullición del NH_3 (239,8 K) y del NF_3 (144,1 K), si las dos moléculas presentan la misma estructura molecular (pirámide trigonal) y las dos son polares.

Respuesta:

a) La configuración electrónica del estado fundamental es: X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$

b) Su número atómico es $Z = 33$, igual al número de electrones del átomo neutro.

c) En el estado fundamental, el número de electrones desapareados es de 3 (los electrones 4p), en aplicación del Principio de máxima multiplicidad /Regla de Hund)

d) La configuración electrónica del anión X^{3-} es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$ e) La temperatura de ebullición es superior en el caso del NH_3 , debido a la formación de **enlaces por puente de hidrógeno** entre sus moléculas, lo que no puede ocurrir en el caso de las moléculas de NF_3 .

6. Deduzca el carácter polar, o no polar, de la molécula $BeCl_2$, que presenta una geometría molecular lineal.

Respuesta:

La configuración electrónica del Be es $1s^2$. En la molécula $BeCl_2$ se forman dos enlaces covalentes que forman entre sí un ángulo de 180° , al no existir electrones solitarios. A pesar de ser polares ambos enlaces, la suma de los momentos dipolares es nula. Así pues, la molécula será **apolar**.

7. Indique el número cuántico, y sus posibles valores, que representa según la teoría mecanocuántica: a) la energía de un orbital; b) la orientación espacial de un orbital. c) Los elementos X e Y ocupan las posiciones de la tabla periódica que se indican a continuación: X periodo = 4, grupo = 13; Y periodo = 4, grupo = 17. Indique el elemento que presentará el valor más alto del radio atómico. Justifique la respuesta.

Respuesta:

a) El número cuántico que representa la energía de un orbital es el **n**. Puede tomar **valores enteros mayores o iguales que 1**

b) La orientación espacial viene dada por el número cuántico **m**, cuyos valores (enteros) van desde **+1 hasta -1**. c) Las respectivas configuraciones electrónicas son: X: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^1$ e Y: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$. El elemento de mayor radio atómico será el **X**, debido a que posee igual valor que Y para el número cuántico principal ($n = 4$), pero posee menor número de protones en el núcleo.

8. A. Indique el tipo de hibridación del átomo central en las siguientes moléculas: a) $SiCl_4$ (geometría tetraédrica); b) HCN (geometría lineal).

Respuesta:

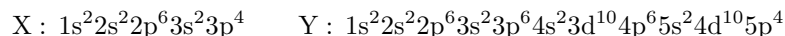
a) La hibridación es **sp^3** , como corresponde a la forma tetraédrica.

b) La hibridación es de tipo **sp** , debido a la forma lineal de la molécula.

9. A. Escriba las configuraciones electrónicas en estado fundamental de los elementos X ($Z = 16$) e Y ($Z = 52$). a) Indique el grupo y período de la tabla periódica a los que pertenece cada uno de los elementos. A partir de su posición en la tabla periódica, indique, de forma razonada, el elemento que, previsiblemente, presentará el valor más bajo del radio atómico. b). Para la molécula de CO_2 , deduzca la estructura de Lewis. Indique y dibuje la geometría molecular del compuesto, según la TRPECV, y los ángulos de enlace aproximados. Datos. C ($Z = 6$); O ($Z = 8$).

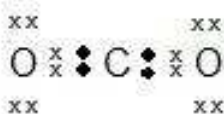
Respuesta:

a) Las respectivas configuraciones electrónicas son:



Ambos elementos pertenecen al mismo grupo (16). X pertenece al periodo 3, mientras que Y pertenece al periodo 5, como indica el nivel más alto ocupado en cada uno de los casos. A lo largo de un grupo, el radio atómico aumenta al bajar a lo largo de aquél, debido a que el último nivel electrónico se encuentra cada vez más distante del núcleo. Según esto, el elemento X será el que tenga un menor radio atómico

b) La estructura de Lewis para el CO₂ será la siguiente:



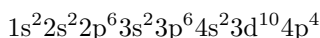
Según la TRPECV, el átomo de carbono posee dos pares enlazantes (cada uno de los dos dobles enlaces con el oxígeno), y carece de electrones solitarios. Para que la repulsión sea mínima los dos pares enlazantes se disponen a lo largo de una línea recta. lo que implica que la molécula de CO₂ es lineal, con ángulos de 180° entre los dos dobles enlaces

10. Para el valor del número cuántico $l = 1$, indique, de forma razonada, el tipo de subcapa que representa y el número máximo de electrones permitidos que puede alojar la subcapa.

Respuesta:

Para el valor de $l = 1$ pueden darse los valores de $m_l + 1$, 0 y -1. Hay pues tres orbitales de tipo p , con capacidad para dos electrones cada uno de ellos, lo que hace un total de seis electrones.

11. A. El elemento X presenta la siguiente configuración electrónica en estado fundamental:



Indique, de forma razonada: a) el grupo y período de la tabla periódica a los que pertenece el elemento; b) el tipo de ión, anión o catión, que formará con mayor facilidad el elemento y la configuración electrónica del ión formado. c). Para los aniones O²⁻ y F⁻ indique, de forma razonada, el anión que posee el radio iónico más pequeño. Datos: O ($Z = 8$); F ($Z = 9$).

Respuesta:

a) Con la configuración electrónica indicada, el elemento X se encuentra en el grupo 16 (tal y como indican sus seis electrones en el último nivel) y en el periodo 4 (4 es el nivel de energía más alto).

b) dada su situación, en la parte derecha de la tabla periódica, la afinidad electrónica de este elemento será elevada, por lo que tenderá a formar aniones del tipo X²⁻, con una configuración electrónica 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s²3d¹⁰4p⁶

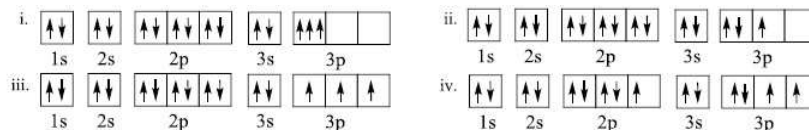
c) La configuración electrónica para O²⁻ y F⁻ es, en ambos casos: 1s²2s²2p⁶. La carga nuclear del flúor es mayor que la del oxígeno, por lo que la última capa (la misma en ambos casos) experimentará una mayor fuerza de atracción en el caso del flúor, lo que hace que el radio iónico de F⁻ sea menor que el del O²⁻

12. Indique el valor aceptable para el número cuántico que falta en el conjunto $n = 3, l = ? , m_l = -2$. Justifique la respuesta.

Respuesta:

El número cuántico l puede tomar los valores desde 0 hasta $n-1$, por lo que, en este caso, podría tomara los valores 0, 1 y 2. Por otra parte, los valores de m_l para un determinado valor de l son números enteros que varían desde $+l$ hasta $-l$. Al tomar m_l el valor -2 , el valor de l debe ser, necesariamente de **2**

13. a) Los siguientes diagramas de orbitales corresponden a especies químicas neutras. Indique los diagramas que son correctos, los que son incorrectos y los que corresponden a estados fundamentales o excitados del átomo neutro. Justifique todas las respuestas. b) Escriba las configuraciones electrónicas, en estado

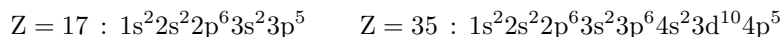


fundamental, de los elementos X ($Z=17$) e Y ($Z=35$). Indique el grupo y periodo de la tabla periódica a los que pertenece cada uno de los elementos. A partir de su posición en la tabla periódica, indique, de forma razonada, el elemento que previsiblemente presentará el valor más elevado de la primera energía de ionización.

Respuesta:

a) **i es incorrecto**, pues no se cumple el Principio de exclusión de Pauli. **ii no cumple la regla de Hund**. Aunque puede considerarse **correcto**, se trata de un **estado activado**. **iii es correcto** y corresponde a un **estado fundamental**. **iv es correcto**. Se trata de un **estado activado**, pues se ha promocionado un electrón 2p al nivel 3.

b) Las configuraciones electrónicas son las siguientes:



Ambos elementos se encuentran en el **grupo 17**. El elemento de $Z = 17$ se encuentra en el **tercer periodo**, mientras que el de $Z = 35$ se encuentra en el **cuarto**. La energía de ionización aumenta en un grupo desde abajo hacia arriba. Al encontrarse el elemento de número atómico 17 por encima del de $Z = 35$ en el mismo grupo, **$Z = 17$ poseerá mayor valor** de la primera energía de ionización

14. Deduzca, a partir de su estructura molecular, el carácter polar, o no polar, de la molécula CH_2O , que presenta una geometría molecular triangular. Datos: Valores de las electronegatividades (escala de Pauling): H = 2,1; C = 2,5; O = 3,5.

Respuesta:

La molécula tiene dos enlaces C-H y un enlace C=O. Como se deduce de los valores de electronegatividad, el momento dipolar del enlace C-H es diferente de la polaridad del enlace C=O. AL ser triangular la molécula, ésta será **polar**.

15. A. Para el elemento X ($Z = 38$), escriba la configuración electrónica en su estado fundamental e indique, de forma razonada: i) el bloque y el período de la tabla periódica a los que pertenece el elemento; ii) el tipo de ión, anión o catión, que formará con mayor facilidad el elemento. B. Las temperaturas de ebullición a la presión de 1 atm de las sustancias $\text{Br}_2(l)$ y $\text{ICl}(l)$ son, respectivamente, $58,8^\circ\text{C}$ y $97,4^\circ\text{C}$. Teniendo en cuenta que las masas molares de las dos sustancias son muy semejantes [$M(\text{Br}_2) = 159,8 \text{ g mol}^{-1}$, $M(\text{ICl}) = 162,35 \text{ g mol}^{-1}$], justifique la diferencia en los valores de las temperaturas de ebullición de estas dos sustancias. Datos. Valores de electronegatividad: I = 2,66; Cl = 3,16.

Respuesta

A) La configuración electrónica es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$ i) el **grupo** que ocupa este elemento es el **2**, mientras que el **periodo** es el **5**. dada su situación a la izquierda de la tabla periódica, tenderá a formar un ion positivo del tipo **X^{2+}** .

B) la molécula de bromo es apolar, por lo que las únicas fuerzas entre sus moléculas son **las de dispersión de London**. En el ICl, la molécula es polar, con lo que existirán fuerzas entre **dipolos permanentes, (fuerzas de Van der Waals)**, de mayor intensidad que las fuerzas de dispersión. En consecuencia, la temperatura de ebullición del ICl será mayor que la del Br₂.

16. Para el ${}_{92}^{238}\text{U}$, indique, de forma razonada, el número de protones y de neutrones que hay en el núcleo del átomo.

Respuesta

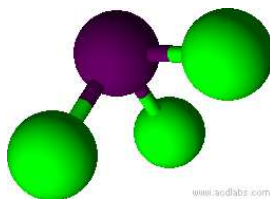
El número de protones de este isótopo es igual al número atómico, **92**, mientras que el número de neutrones es la diferencia entre el número másico, 235 y el número atómico, 92, es decir **146 neutrones**.

17. A. Indique, de forma razonada, el tipo de enlace que formarán los elementos X (grupo 1, período 3) e Y (grupo 16, período 3) cuando se combinen y la fórmula empírica del compuesto formado. B. Los valores de electronegatividad en la escala de Pauling de los átomos de fósforo y de cloro son, respectivamente, 2,1 y 3,0. La molécula PCl₃ presenta una geometría molecular de pirámide trigonal. Dibuje la estructura de la molécula y deduzca, a partir de esta estructura y de los datos suministrados, el carácter polar, o no polar, del PCl₃.

Respuesta

A) El tipo de enlace será iónico, con una fórmula empírica X₂Y, donde el elemento X forma el ion X⁺, y el Y el ion Y²⁻

B) La estructura de esta molécula es la siguiente;



Teniendo en cuenta que los tres enlaces son polares, debido a la diferencia de electronegatividad entre P y Cl, y la forma piramidal de la molécula, esta tendrá un carácter **polar**.

18. De los dos conjuntos de números cuánticos (n, l, ml y ms) que se indican, identifique, de forma justificada, el que representa correctamente un electrón en un átomo: i) (3, -2, -1, -1/2); ii) (3, 2, -1, 1/2).

Respuesta

Se trata de ii), puesto que en i), el número cuántico l es negativo, y sólo puede tomar valores positivos desde 0 hasta n - 1.

2. ESTEQUIOMETRÍA.

3. CINÉTICA DE REACCIONES.

1. Para la reacción química general $A + B \rightarrow C + D$, a una temperatura determinada, la velocidad inicial de desaparición de A varía con las concentraciones iniciales de los reactivos en la forma que se indica en la tabla: a) Determine la ecuación de velocidad para la reacción, indicando el orden de reacción parcial

Experimento	[A ₀] (M)	[B ₀] (M)	Velocidad inicial (M·s ⁻¹)
1	0,2	0,2	$2,32 \times 10^{-4}$
2	0,8	0,2	$9,28 \times 10^{-4}$
3	1,2	1,2	$8,35 \times 10^{-3}$

respecto del reactivo A y del reactivo B. b) Calcule el valor de la constante de velocidad, k, e indique sus unidades.

Respuesta:

a) y b) La ecuación de velocidad tendrá la forma: $v = k[A]^\alpha[B]^\beta$. Sustituyendo los datos correspondientes a los experimentos 1 y 2:

$$2,32 \cdot 10^{-4} = k \cdot 0,2^\alpha \cdot 0,2^\beta$$

$$9,28 \cdot 10^{-4} = k \cdot 0,8^\alpha \cdot 0,2^\beta$$

Dividiendo la segunda expresión entre la primera, tendremos:

$$4 = \left(\frac{0,8}{0,2}\right)^\alpha = 4^\alpha \quad \text{Con lo que : } \alpha = 1$$

Haciendo lo mismo con los datos de los experimentos 2 y 3:

$$9,28 \cdot 10^{-4} = k \cdot 0,8 \cdot 0,2^\beta$$

$$8,35 \cdot 10^{-3} = k \cdot 1,2 \cdot 1,2^\beta$$

$$\frac{8,35 \cdot 10^{-3}}{9,28 \cdot 10^{-4}} = 9 = \frac{1,2}{0,8} \left(\frac{1,2}{0,2}\right)^\beta = 1,5 \cdot 6^\beta$$

Despejando, tendremos: $6 = 6^\beta$, de donde deducimos que $\beta = 1$. Sustituyendo ahora los valores obtenidos en cualquiera de los experimento (por ejemplo, en el 1), tendremos:

$$2,32 \cdot 10^{-4} = k \cdot 0,2 \cdot 0,2 \quad k = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

La ecuación de velocidad quedará, finalmente:

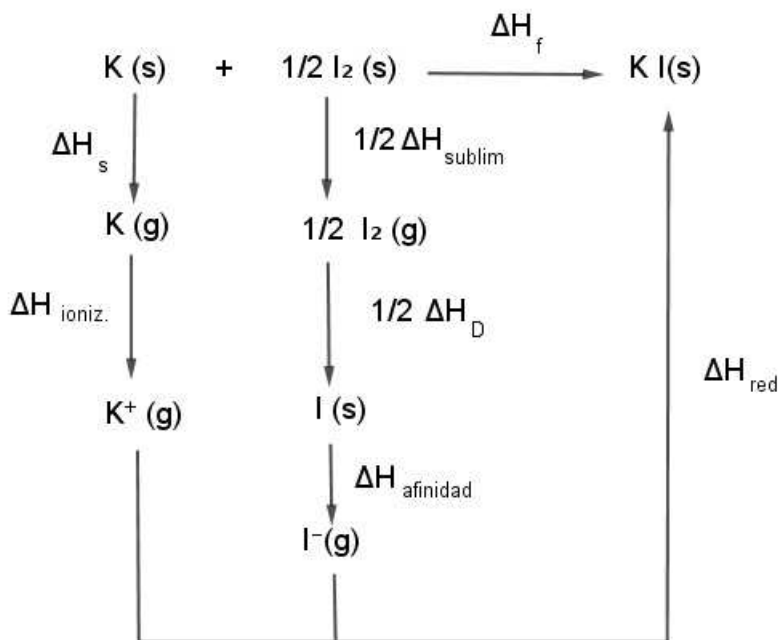
$$v = 5,8 \cdot 10^{-3} [A][B]$$

4. TERMOQUÍMICA.

1. Dibuje el ciclo de Born-Haber y calcule la energía de red (ΔH_{red}) del KI(s) a partir de los siguientes datos: Entalpía estándar de formación del KI(s) [$\Delta H_f(KI)$] = - 327,9 kJ mol⁻¹. Entalpía de sublimación del K(s) [$\Delta H_s K(s)$] = 89,24 kJ mol⁻¹. Entalpía de sublimación del I₂(s) [$\Delta H_{sublim} I_2(s)$] = 62,44 kJ mol⁻¹. Entalpía de disociación del I₂(g) [$\Delta H_D I_2(g)$] = 151 kJ mol⁻¹. Primera energía de ionización del K(g) [$\Delta H_{ionización} K(g)$]₁ = 418,9 kJ mol⁻¹. Afinidad electrónica del I(g) [$\Delta H_{afinidad} I(g)$] = -295,2 kJ mol⁻¹.

Respuesta:

El ciclo puede ser representado de la forma:



Aplicando la Ley de Hess:

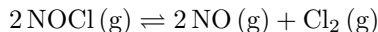
$$KI(s)[\Delta H_f(KI)] = \Delta H_s K(s) + \Delta H_{ionización} K(g) + \frac{1}{2} \Delta H_{sublim} I_2(s) + \frac{1}{2} \Delta H_D I_2(g) + \Delta H_{afinidad} I(g) + \Delta H_{red}$$

Despejando, y sustituyendo valores:

$$\Delta H_{red} = -327,9 - 89,24 - 418,9 - \frac{1}{2} 62,44 - \frac{1}{2} 151 + 295,2 = -647,56 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

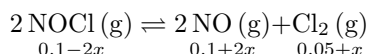
1. En un recipiente cerrado de 2 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 0,1 moles de NOCl(g), 0,1 moles de NO(g) y 0,05 moles de Cl₂(g). La mezcla gaseosa se calienta a 300 °C, alcanzándose el equilibrio:



En el equilibrio, el número total de moles gaseosos ha disminuido un 7,2%. Calcule el valor de K_c para la reacción en equilibrio a 300 °C tal y como está escrita.

Respuesta:

En el equilibrio tendremos:



En número inicial de moles será: $n_0 = 0,1 + 0,1 + 0,05 = 0,25$, mientras que en el equilibrio, el número de moles será: $n = 0,25 (1 - 0,072) = 0,232 = 0,1 - 2x + 0,1 + 2x + 0,05 + x = 0,25 + x$. Al resolver la ecuación, obtenemos $x = -0,018$, por lo que, en el equilibrio se cumplirá:

$$[\text{NOCl}] = \frac{0,1 - 2(-0,018)}{2} = 0,068$$

$$[\text{NO}] = \frac{0,1 + 2(-0,018)}{2} = 0,032$$

$$[\text{Cl}_2] = \frac{0,05 + (-0,018)}{2} = 0,016$$

La constante K_c tendrá el valor:

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2} = \frac{0,032^2 \cdot 0,016}{0,068^2} = 3,54 \cdot 10^{-3}$$

2. En una disolución acuosa saturada de carbonato de bario, BaCO₃, la concentración del anión carbonato es $8,3 \times 10^{-5}$ M. a) Calcule la constante del producto de solubilidad del carbonato de bario. b) Determine si se formará un precipitado de carbonato de bario al añadir a 100 mL de agua 30 mL de una disolución acuosa 10^{-3} M de nitrato de bario, Ba(NO₃)₂, y 20 mL de una disolución acuosa 10^{-3} M de carbonato de sodio, Na₂CO₃.

Respuesta:

- a) La constante del producto de solubilidad es:

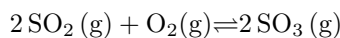
$$K_{ps} = [\text{Ba}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = s^2 = (8,3 \cdot 10^{-5})^2 = 6,89 \cdot 10^{-9}$$

- b) Las concentraciones respectivas de Ba²⁺ y CO₃²⁻ serán:

$$[\text{Ba}^{2+}] = \frac{30 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{(100 - 30 - 20) 10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-4} \quad [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{(100 - 30 - 20) 10^{-3}} = 1,33 \cdot 10^{-4}$$

Multiplicando [Ba²⁺] por [CO₃²⁻] obtenemos: [Ba²⁺][CO₃²⁻] = $3,67 \cdot 10^{-8} > 6,89 \cdot 10^{-9}$. Por tanto, **se produce precipitado**.

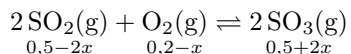
3. En un recipiente cerrado de 2 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 0,5 moles de SO₂(g), 0,2 moles de O₂(g) y 0,5 moles de SO₃(g). La mezcla gaseosa se calienta a 1000 K, alcanzándose el equilibrio representado por la reacción:



En el equilibrio, la presión parcial de $\text{SO}_2(\text{g})$ es de 10 atm. a). Indique, de forma razonada, el sentido en el que evolucionará el sistema para alcanzar el equilibrio. b). Calcule el valor de K_c para la reacción en equilibrio a 1000 K, tal y como está escrita.

Respuesta:

a) En el equilibrio podemos poner:



Aplicando la ecuación de los gases ideales para el SO_2

$$10 \cdot 2 = (0,5 - 2x) 0,082 \cdot 1000 \quad x = 0,128 \text{ moles de } \text{SO}_2$$

Puesto que el número de moles de SO_2 ha disminuido respecto al valor inicial, la reacción ha evolucionado hacia la formación de SO_3

b) El valor de K_c será el siguiente:

$$K_c = \frac{\left(\frac{0,5 + 2 \cdot 0,128}{2}\right)^2}{\left(\frac{0,5 - 2 \cdot 0,128}{2}\right)^2 \left(\frac{0,2 - 0,128}{2}\right)} = 266,67$$

4. A 25 °C la constante del producto de solubilidad del sulfato de plomo(II), PbSO_4 , es $1,6 \times 10^{-8}$. Calcule: a) la solubilidad del PbSO_4 en agua a 25 °C, expresada en g de soluto/100 mL de disolución. b) el volumen mínimo de disolución acuosa en que se disuelven completamente 10 mg de PbSO_4 a 25 °C. Datos. Masas atómicas: Pb = 207,2 u; S = 32 u; O = 16 u.

Respuesta:

a) El producto de solubilidad puede ser expresado de la forma:

$$K_{ps} = 1,6 \cdot 10^{-8} = [\text{Pb}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = s^2$$

Despejando, se obtiene $s = 1,26 \cdot 10^{-4}$ M. La solubilidad, expresada en g/L será:

$$s = 1,26 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} (207,32 + 32 + 16 \cdot 4) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,038 \text{g/L}$$

La solubilidad, expresada en g/100 mL será, finalmente:

$$s = 0,038 \frac{\text{g}}{\text{L}} \frac{0,1 \text{L}}{100 \text{mL}} = 0,0038 \text{g/100 mL}$$

b) Tomando la solubilidad expresada en g/L, podremos escribir:

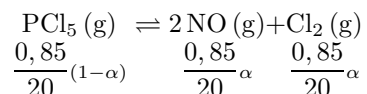
$$0,038 = \frac{0,01 \text{g}}{V}$$

Obteniéndose $V = 0,26 \text{ L}$

5. En un recipiente cerrado de 20 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 0,85 moles de pentacloruro de fósforo, PCl_5 , y se calientan a 200 °C. A esta temperatura se alcanza el equilibrio: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ En el equilibrio a 200 °C, la presión total de la mezcla gaseosa es de 2,5 atm. Calcule: a). El grado de disociación del PCl_5 a 200 °C. b). El valor de K_P para el equilibrio a 200 °C. Dato. $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Respuesta:

a) En el equilibrio, podremos escribir lo siguiente:



El número total de moles en el equilibrio será: $n = \frac{0,85}{20}(1-\alpha) + \frac{0,85}{20}\alpha + \frac{0,85}{20}\alpha = \frac{0,85}{20}(1+\alpha)$

Aplicando la ecuación de los gases, tendremos:

$$2,5 = \frac{0,85}{20}(1+\alpha) \cdot 0,082 \cdot 473$$

Resolviendo la ecuación, obtenemos; $\alpha = 0,52$

b) Las presiones de cada uno de los gases en el equilibrio son, respectivamente:

$$p_{\text{PCl}_3} = p_{\text{Cl}_2} = 2,5 \frac{0,52}{1+0,52} = 0,86 \text{ atm} \quad p_{\text{PCl}_5} = 2,5 \frac{1-0,52}{1+0,52} = 0,79 \text{ atm}$$

Por tanto, K_P tendrá el valor:

$$K_P = \frac{p_{\text{PCl}_3} \cdot p_{\text{Cl}_2}}{p_{\text{PCl}_5}} = \frac{0,86^2}{0,79} = 0,94$$

6. Experimentalmente se determinó que en 250 mL de una disolución acuosa saturada de carbonato de calcio, CaCO_3 , a 25 °C, hay 1,3 mg de sal disueltos. a) Calcule el valor de la constante del producto de solubilidad del CaCO_3 en agua a 25°C. b) Calcule la concentración máxima de Ca^{2+} que puede estar disuelto en una disolución acuosa que presenta una $[\text{CO}_3^{2-}] = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, a 25 °C. Datos. Masas atómicas: Ca = 40 u; C = 12 u; O = 16 u.

Respuesta:

a) Las concentraciones de Ca^{2+} y CO_3^{2-} en la disolución saturada son:

$$[\text{Ca}^{2+}] = [\text{CO}_3^{2-}] = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} / (40 + 12 + 16 \cdot 3)}{0,25} = 5,2 \cdot 10^{-5}$$

La constante del producto de solubilidad será, pues:

$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = (5,2 \cdot 10^{-5})^2 = 2,7 \cdot 10^{-9}$$

b) La concentración máxima de Ca^{2+} se deduce de:

$$2,7 \cdot 10^{-9} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} \quad [\text{Ca}^{2+}] = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

7. A 250 mL de agua se añade 1 mg de cloruro de plata, $\text{AgCl}(\text{s})$, a 25 °C. Determine: i) Si se disolverá todo el sólido añadido. ii) La $[\text{Ag}^+]$ en la disolución. Suponga que no se observa variación de volumen al añadir el sólido al agua. Datos. Masas atómicas: Ag = 107,9 u; Cl = 35,45 u. $K_{PS}(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}$

Respuesta

i) La solubilidad del AgCl es:

$$1,8 \cdot 10^{-10} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = s^2 \quad s = 1,34 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Expresada en g/L, la solubilidad será: $s = 1,34 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 143,35 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,92 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

En 250 mL de agua podría disolverse una cantidad de AgCl de $\frac{1,92 \cdot 10^{-3}}{4} = 4,80 \cdot 10^{-4} \text{ g}$. El sólido añadido **no se disolverá totalmente**.

ii) La concentración de Ag^+ corresponderá a la solubilidad de esta sal, es decir: $[\text{Ag}^+] = 1,34 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

8. Para la reacción química a 425 °C $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$, $K_c = 54,8$ cuando las concentraciones se expresan en mol L^{-1} . En un recipiente cerrado de 5 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 13 g de I_2 , 2,02 g de H_2 y 20,04 g de HI. La mezcla se calienta a 425 °C. i) Indique, de forma razonada, el sentido en el que el sistema evolucionará de forma espontánea para alcanzar el estado de equilibrio. ii) Calcule el valor de la concentración en el equilibrio de cada una de las sustancias que intervienen en la reacción. Datos. Masas atómicas: I = 126,91 u; H = 1,01 u.

Respuesta

- i) El número de moles iniciales de cada especie es, respectivamente:

$$n_{\text{I}_2} = \frac{13}{2 \cdot 126,91} = 0,051 \quad n_{\text{H}_2} = \frac{2,02}{2 \cdot 1,01} = 1 \quad n_{\text{HI}} = \frac{20,04}{127,92} = 0,157$$

El cociente de la reacción tendrá el valor:

$$Q = \frac{\left(\frac{0,157}{5}\right)^2}{\left(\frac{0,051}{5}\right)\left(\frac{1}{5}\right)} = 2,42 < K_c$$

Por lo que la reacción evolucionará de forma espontánea hacia la formación de HI.

- ii) En el equilibrio tendremos:

$$54,8 = \frac{(0,157 + 2x)^2}{(0,051 - x)(1 - x)} \quad x = 0,0497$$

Las respectivas concentraciones en el equilibrio serán:

$$[\text{I}_2] = \frac{0,051 - 0,0497}{5} = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ M} \quad [\text{H}_2] = \frac{1 - 0,0497}{5} = 0,19 \text{ M} \quad [\text{HI}] = \frac{0,157 + 2 \cdot 0,0497}{5} = 0,051 \text{ M}$$

6. ÁCIDOS Y BASES.

1. Calcule el pH de la disolución acuosa que se obtiene al añadir a 35 mL de agua destilada 25 mL de disolución acuosa de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (0,5 % en masa y $d = 1,12 \text{ g/mL}$) y 40 mL de disolución acuosa de NaOH 0,15 M. Datos. Masas atómicas: Ba = 137,3 u; O = 16 u; H = 1 u.

Respuesta:

El volumen total de disolución será: $V = 35 + 25 + 40 = 100 \text{ mL}$. El número de moles de OH^- procedentes del $\text{Ba}(\text{OH})_2$ y NaOH serán, respectivamente:

$$n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 25 \text{ mL dis. Ba}(\text{OH})_2 \frac{1,12 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \frac{0,5 \text{ g Ba}(\text{OH})_2}{100 \text{ g dis. Ba}(\text{OH})_2} \frac{1 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2}{171,3 \text{ g Ba}(\text{OH})_2} = 8,17 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

El número total de moles de OH^- será: $n = 2 \cdot 8,17 \cdot 10^{-3} + 6 \cdot 10^{-3} = 0,0223$, siendo la concentración de OH^- :

$$[\text{OH}^-] = \frac{0,0223}{0,1} = 0,223 \quad \text{pH} = 14 + \log[\text{OH}^-] = \mathbf{13,35}$$

2. Calcule el pH de la disolución resultante de diluir 10 mL de una disolución acuosa de amoníaco, NH_3 , al 10 % en masa de amoníaco y densidad $0,98 \text{ g mL}^{-1}$, con agua hasta un volumen final de la disolución de 1 L. Datos. $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$. Masas atómicas: N = 14 u; H = 1 u.

Respuesta:

10 mL de disolución de amoníaco tiene una masa: $m = V \cdot d = 10 \cdot 0,98 = 9,8 \text{ g}$. De esta masa, el 10 % corresponde al NH_3 puro, es decir: $m_{\text{NH}_3} = 9,8 \cdot 0,1 = 0,98 \text{ g}$, equivalentes a $0,98/17 = 0,058 \text{ moles}$ de NH. A tener un litro de disolución, aplicando el valor de K_b :

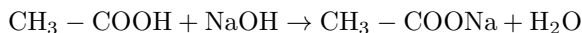
$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{x^2}{0,058 - x} \quad \text{Obteniéndose : } x = [\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M}$$

Así pues, el pH será: $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \log 10^{-3} = \mathbf{11}$

3. En la realización de una volumetría ácido-base para determinar la concentración de ácido acético, CH_3COOH , en una disolución acuosa, 10 mL de la disolución acuosa del ácido se diluyen con 50 mL de agua. La neutralización exacta de esta disolución consume 15 mL de disolución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH, 0,05 M. Calcule la concentración del ácido acético en la disolución inicial.

Respuesta:

Para esta reacción de neutralización, el número de moles de moles de ácido coincide con el número de moles de base, según se deduce de la reacción ajustada:



Así pues, podremos escribir: $0,015 \cdot 0,05 = n_{\text{CH}_3 - \text{COOH}} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ moles}$.

Puesto que este número de moles procede de los 10 mL iniciales, la concentración del ácido será:

$$M = \frac{7,5 \cdot 10^{-4}}{0,01} = \mathbf{0,075}$$

4. Calcule la masa, en gramos, de amoníaco, NH_3 , que es necesaria para preparar 2 L de una disolución acuosa de la base cuyo pH = 11,0. Datos. Masas atómicas: N = 14 u; H = 1 u. $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Respuesta:

Sabiendo que: $\text{pH} + \text{pOH} = 14$, tendremos que $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 14 - 11 = 3$, y $[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M}$.
Aplicando la constante K_b :

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{x^2}{c-x} = \frac{(10^{-3})^2}{c-10^{-3}}$$

Obteniéndose $c = 0,056 \text{ M}$. Para calcular la masa de amoniaco, tendremos:

$$0,056 = \frac{m/17}{2}$$

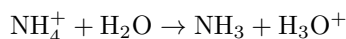
Finalmente, se obtiene: $m = 1,90 \text{ g NH}_3$

5. Para la valoración de una base débil, $\text{NH}_3(\text{ac})$, con un ácido fuerte, $\text{HCl}(\text{ac})$, proponga, de forma razonada, el indicador que utilizaría para identificar el punto de equivalencia y el cambio de color que observaría. Indique el material de laboratorio en el que colocaría el indicador utilizado.

Indicador	Color (medio ácido)	Intervalo de pH de cambio de color	Color (medio básico)
Rojo de metilo	Rojo	4,8-6,0	Amarillo
Tornasol	Rojo	5,0-8,0	Azul
Fenolftaleína	Incoloro	8,2-10,0	Rosa

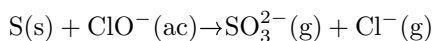
Respuesta:

El indicador más adecuado sería el rojo de metilo, pues en el punto de equivalencia el pH será inferior a 7, ya que el ion NH_4^+ obtenido experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



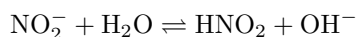
Para realizar la valoración, colocaríamos en un matraz erlenmeyer un volumen dado de la disolución de NH_3 , junto con unas gotas de rojo de metilo. En una bureta, dispondríamos de una disolución de molaridad conocida de HCl . En el punto de equivalencia, se cumplirá que: $V_A \cdot M_A = V_B \cdot M_B$, al reaccionar el ácido con la base mol a mol. El cambio de color experimentado sería de amarillo a rojo.

6. a) Indique, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de la disolución acuosa resultante de la neutralización exacta de una disolución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH , con una disolución acuosa de ácido nitroso, HNO_2 . Dato. $K_a(\text{HNO}_2) = 7,2 \times 10^{-4}$ b) Ajuste, por el método del ion-electrón en medio básico, la siguiente ecuación química:



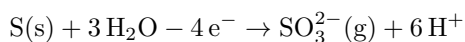
Respuesta:

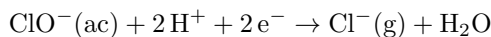
a) De la constatación de acidez del HNO_2 se deduce que es un ácido débil. Su base conjugada, NO_2^- experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



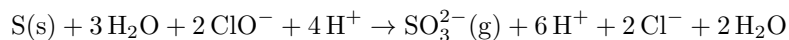
Por otra parte, el NaOH es una base fuerte, por lo que el ion Na^+ no experimenta hidrólisis. La disolución resultante tiene, por consiguiente, un **pH básico**.

b) Las semirreacciones de oxidación y de reducción son, respectivamente:

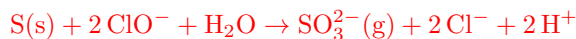




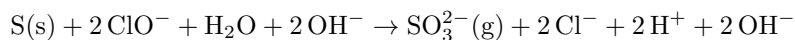
Multiplicando la segunda semirreacción por 2 y sumando a la primera., tendremos:



Agrupando términos:



Sumando 2 OH⁻ a ambos miembros:



Quedando, finalmente:



7. Se mezclan 7,5 mL de una disolución acuosa de ácido nítrico, HNO₃, de pH = 1,5, con 2,5 mL de una disolución acuosa de ácido clorhídrico, HCl, del 0,8 % en masa y densidad igual a 1,05 g mL⁻¹. La mezcla se diluye con agua hasta un volumen final de la disolución de 2 L. Calcule el pH de la disolución resultante. Datos. Masas atómicas: Cl = 35,45 u; H = 1,01 u.

Respuesta:

La concentración del protones para el HNO₃ es: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1,5} = 0,0316$ M. El número de moles de H₃O⁺ procedentes de este ácido es: $n_1 = 0,0316 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} = 2,37 \cdot 10^{-4}$.

Para el HCl tendremos un número de moles de H₃O⁺:

$$n_2 = \frac{2,5 \cdot 1,05 \cdot 0,008}{36,46} = 5,76 \cdot 10^{-4}$$

El número total de moles de H₃O⁺ es: $n = n_1 + n_2 = 2,37 \cdot 10^{-4} + 5,76 \cdot 10^{-4} = 8,13 \cdot 10^{-4}$. La concentración de la disolución resultante será:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{8,13 \cdot 10^{-4}}{2} = 4,07 \cdot 10^{-4} \quad \text{pH} = -\log 4,07 \cdot 10^{-4} =$$

8. Para la valoración de una base fuerte, NaOH(ac), con un ácido fuerte, HCl(ac), proponga, de forma razonada, el indicador que utilizaría para identificar el punto de equivalencia y el cambio de color que observaría. Indique el material de laboratorio en el que colocaría el indicador utilizado.

Indicador	Color (medio ácido)	Intervalo de pH cambio de color	Color (medio básico)
Rojo de metilo	Rojo	4,8-6,0	Amarillo
Tornasol	Rojo	5,0-8,0	Azul
Fenolftaleína	Incoloro	8,2-10,0	Rosa

Respuesta:

Una sal de ácido fuerte y base fuerte no experimenta hidrólisis, por lo que el pH será neutro en el punto de equivalencia. Deberá utilizarse un indicador en cuyo intervalo de viraje se encuentre el pH 7. Por tanto, el indicador más adecuado es el **tornasol**. El cambio de color sería de azul a rojo. El material de laboratorio consistiría en una bureta que contenga la disolución de ácido, y un matraz erlenmeyer, donde se coloca la disolución de base junto con unas gotas del indicador tornasol.

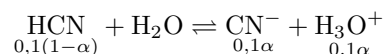
9. Se prepara una disolución acuosa de ácido cianhídrico, HCN, disolviendo 0,675 g del ácido en un volumen final de disolución de 250 mL. El pH de la disolución resultante es 5,07. Calcule el valor del grado de disociación y de la constante de ionización del ácido en la disolución acuosa a 25 °C. Datos. Masas atómicas: C = 12 u; N = 14 u; H = 1 u.

Respuesta:

La concentración inicial de HCN es:

$$c = \frac{0,675}{0,25} = 0,1$$

El equilibrio de ionización es el siguiente:



Sabiendo que $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5,07} = 8,51 \cdot 10^{-6} = 0,1\alpha$, tendremos que $\alpha = 8,51 \cdot 10^{-5}$

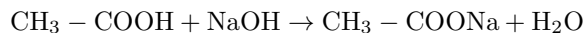
La constante de ionización es la siguiente:

$$K_a = \frac{0,1(8,51 \cdot 10^{-5})^2}{1 - 8,51 \cdot 10^{-5}} = 7,24 \cdot 10^{-10}$$

10. Para la determinación del contenido en ácido acético de un vinagre comercial, 10 mL de vinagre se diluyen con agua hasta un volumen final de 35 mL. La neutralización exacta de esta disolución consume 30 mL de disolución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH, 0,1 M. i. Calcule la concentración del ácido acético en el vinagre comercial. ii. Indique el nombre del material de laboratorio que contiene la disolución acuosa de NaOH.

Respuesta

i) El número de moles de NaOH consumidos es: $n_{\text{NaOH}} = 0,03 \cdot 0,1 = 3 \cdot 10^{-3}$ moles de NaOH. Puesto que la reacción es:



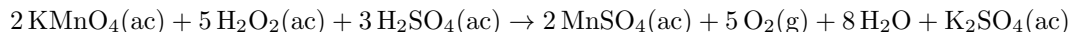
Comprobamos que 1 mol de ácido acético reacciona con un mol de NaOH, por lo que la concentración de ácido en los 10 mL de vinagre es:

$$c = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,01} = 0,3 \text{ M}$$

ii) El NaOH se deposita en una **bureta**.

7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN.

1. La concentración de peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , en un agua oxigenada puede determinarse mediante valoración redox con permanganato de potasio, KMnO_4 , de acuerdo con la ecuación química:



En el laboratorio, 10 mL del agua oxigenada se diluyen con agua hasta 100 mL y se toma una alícuota de 10 mL. La valoración de esta alícuota consume, en el punto de equivalencia, 20 mL de una disolución de permanganato de potasio 0,02 M. Calcule la concentración de peróxido de hidrógeno en el agua oxigenada inicial.

Respuesta:

Según la reacción ajustada, dos moles de permanganato potásico reaccionan con cinco moles de peróxido de hidrógeno, por lo que podemos escribir la siguiente relación:

$$\frac{2 \text{ moles KMnO}_4}{5 \text{ moles H}_2\text{O}_2} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02 \text{ moles KMnO}_4}{x \text{ moles H}_2\text{O}_2}$$

Obteniéndose $x = 0,01$ moles de H_2O_2 , que se encuentran en 10 mL de disolución. la concentración de ésta será:

$$[\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{0,001}{0,01} = 0,1 \text{ M}$$

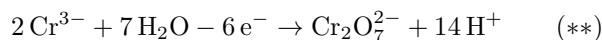
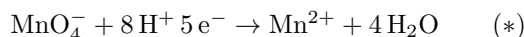
Al estar diluido el H_2O_2 al 10 %, la concentración del agua oxigenada será 10 veces la concentración del peróxido de hidrógeno antes calculada, es decir: $c = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ M}$

2. En disolución acuosa ácida, el anión permanganato, MnO_4^- , reacciona con el Cr^{3+} para formar Mn^{2+} y anión dicromato, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. a) Indique, justificando la respuesta, la especie química que se oxida, la que se reduce, la que actúa como oxidante y la que actúa como reductora. Ajuste la reacción química global en forma iónica mediante el método del ion-electrón. b) Dibuje un esquema de la célula galvánica basada en la reacción química que se produce de forma espontánea, indicando las semirreacciones que se producen en el ánodo y en el cátodo de la célula y el sentido del flujo de electrones durante su funcionamiento. Calcule el potencial estándar de la célula. Datos. $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = +1,51 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = +1,33 \text{ V}$.

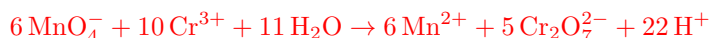
Respuesta:

El Cr^{3+} se oxida a $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, actuando, por tanto como un reductor y aumentando su estado de oxidación de +3 a +6, mientras el MnO_4^- se reduce a Mn^{2+} , disminuyendo el estado de oxidación del manganeso de +7 a +2. El MnO_4^- actúa, pues como oxidante.

a) El ajuste de la reacción será:



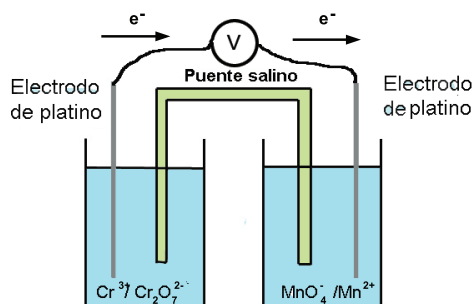
Multiplicando la primera semirreacción por 6, la segunda por 5, sumando algebraicamente, y pasando los elementos comunes en ambos miembros a uno solo de ellos, tendremos, finalmente:



b) La representación de la pila sería la siguiente:

La semirreacción de reducción, (*) tiene lugar en el cátodo, mientras que la reacción (**), de oxidación, se produce en el ánodo. El sentido del flujo de electrones es desde el ánodo hacia el cátodo. El potencial estándar de la pila será:

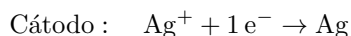
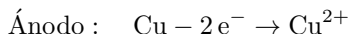
$$\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 1,51 - 1,33 = 0,18 \text{ V}$$



3. Se construye una pila voltaica con los siguientes electrodos: una tira de cobre sumergida en una disolución acuosa de $\text{Cu}^{2+}(\text{ac})$ 1 M; y una tira de plata sumergida en una disolución acuosa de $\text{Ag}^+(\text{ac})$ 1 M. a) Escriba las semirreacciones de oxidación y de reducción que se producen, de forma espontánea, durante el funcionamiento de la pila. Calcule el potencial estándar de la pila. b) Dibuje un esquema de la pila indicando el ánodo, el cátodo y el sentido en el que fluyen los electrones cuando funciona la pila. Datos. $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$

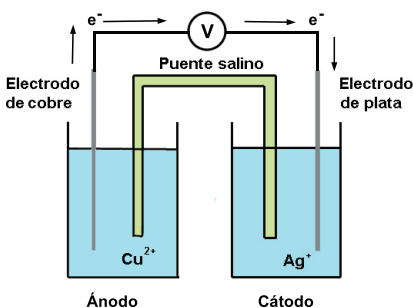
Respuesta:

a) Puesto que la plata es un reductor más fuerte que el cobre, las reacciones espontáneas que tendrían lugar son las siguientes:



El potencial de la pila será: $\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - 0,34 = 0,46 \text{ V}$

b) Un posible esquema sería el siguiente:



4. La concentración de peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , en un agua oxigenada puede determinarse mediante valoración redox con permanganato de potasio, KMnO_4 , de acuerdo con la ecuación química: $2\text{KMnO}_4(\text{ac}) + 5\text{H}_2\text{O}_2(\text{ac}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{ac}) \rightarrow 2\text{MnSO}_4(\text{ac}) + 5\text{O}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4(\text{ac})$ En el laboratorio, 2 mL del agua oxigenada se diluyen con agua hasta un volumen final de 20 mL. La valoración exacta de esta disolución consume, en el punto de equivalencia, 20 mL de una disolución acuosa de permanganato de potasio 0,01 M. a) calcule la concentración de peróxido de hidrógeno en el agua oxigenada inicial; b) indique el nombre del material de laboratorio en el que se coloca la disolución acuosa de permanganato de potasio durante la valoración.

Respuesta:

a) Teniendo en cuenta la reacción ajustada, podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{2 \text{ mol KMnO}_4}{20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,01 \text{ mol KMnO}_4} = \frac{5 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{x \text{ mol H}_2\text{O}_2} \quad x = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol H}_2\text{O}_2$$

Estos $5 \cdot 10^{-4}$ moles de H_2O_2 se encuentran en un volumen de 2 mL, que se ha diluido hasta 20 mL. La concentración de H_2O_2 será, pues:

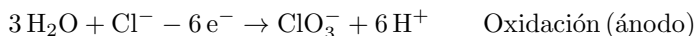
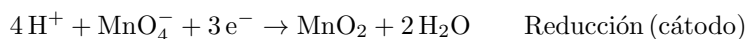
$$[\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,25 \text{ M}$$

b) Para realizar la valoración, ponemos en un matraz erlenmeyer el volumen de peróxido de hidrógeno antes mencionado. En una bureta, ponemos la disolución 0,01 M de permanganato de potasio, y añadimos el permanganato al peróxido de hidrógeno hasta que la disolución deje de ser incolora.

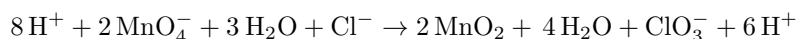
5. Se construye una pila galvánica utilizando las siguientes semicélulas: i) un hilo de Pt sumergido en una disolución acuosa ácida que contiene $\text{MnO}_2(\text{s})$ en suspensión y $[\text{MnO}_4^-] = 1 \text{ M}$; ii) un hilo de Pt sumergido en una disolución acuosa ácida que contiene $[\text{ClO}_3^-] = [\text{Cl}^-] = 1 \text{ M}$. a) Escriba las semirreacciones de oxidación y de reducción y la reacción global, ajustadas por el método del ión-electrón en forma iónica. Indique la especie química que actúa como oxidante y la que actúa como reductora durante el funcionamiento espontáneo de la pila. b) Dibuje un esquema de la pila en el que estén representadas la semicélula que actúa como ánodo y la que actúa como cátodo, así como el sentido del flujo de electrones durante el funcionamiento de la pila. Datos. $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2) = +1,70 \text{ V}$; $E^\circ(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-) = +1,45 \text{ V}$.

Respuesta:

a) Para un funcionamiento espontáneo de la pila, el potencial será: $\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 1,70 - 1,45 = +0,25 \text{ V}$. Las semirreacciones son las siguientes:



La reacción global se obtiene multiplicando la primera semirreacción por dos y sumándole miembro a miembro la segunda. El resultado es el siguiente:



Agrupando términos, nos queda:



La especie que actúa como oxidante es el MnO_4^- mientras que el reductor es el ion Cl^-

b) La pila formada tiene la siguiente notación:



El flujo de electrones se dirige desde el ánodo hacia el cátodo.

6. Describa el procedimiento experimental a seguir en el laboratorio para determinar la concentración de peróxido de hidrógeno en un agua oxigenada, mediante la valoración denominada permanganimetría. Indique el material de laboratorio utilizado.

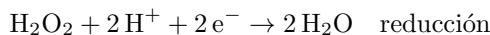
Respuesta:

En un matraz Erlenmeyer se pone un volumen de H_2O_2 en una disolución acuosa de H_2SO_4 . Se carga una bureta una disolución de KMnO_4 y se procede a la valoración, agitando hasta que en el matraz persista el color del permanganato potásico.

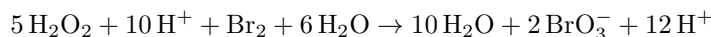
7. Cuando se añade una disolución acuosa de peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , a una disolución acuosa ácida que contiene bromo disuelto, $\text{Br}_2(\text{ac})$, se produce una reacción química espontánea. A partir de los valores de los potenciales estándar de reducción, $E^\circ(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = +1,763 \text{ V}$; $E^\circ(\text{BrO}_3^-/\text{Br}_2) = +1,478 \text{ V}$: a) Indique, de forma razonada, la especie química en disolución que experimenta la reacción de oxidación y la que experimenta la reacción de reducción. Escriba y ajuste por el método del ion-electrón la ecuación que representa la reacción química que se produce de forma espontánea. Indique la especie química que actúa como reductor. b) Calcule el potencial estándar de la reacción global. Nota. Todas las especies en disolución están en condiciones estándar.

Respuesta:

Cuanto mayor sea el potencial de reducción para un elemento o compuesto, mayor será el poder oxidante del mismo. De esta forma, podemos afirmar que el H_2O_2 es un oxidante más energético que el BrO_3^- . En una reacción entre ambas, la primera actúa como oxidante y la segunda como reductora. Para el ajuste de la reacción, tendremos las siguientes semirreacciones:



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



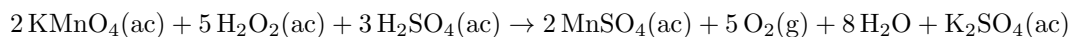
Agrupando términos, nos queda:



b) El potencial estándar es:

$$\varepsilon^0 = \varepsilon^0(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) - \varepsilon^0(\text{BrO}_3^-/\text{Br}_2) = 1,763 - 1,478 = 0,285 \text{ V}$$

8. La concentración de peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , en un agua oxigenada puede determinarse mediante valoración redox con permanganato de potasio, KMnO_4 , de acuerdo con la ecuación química:



En el laboratorio, 1 mL del agua oxigenada se diluye con agua hasta un volumen final de 20 mL. La valoración exacta de esta disolución consume, en el punto de equivalencia, 15 mL de una disolución acuosa de permanganato de potasio 0,01 M. i) Calcule la concentración de peróxido de hidrógeno en el agua oxigenada inicial ; ii) indique el nombre del material de laboratorio que contiene la disolución acuosa de peróxido de hidrógeno durante la valoración.

Respuesta

i) El número de moles de permanganato consumidos es: $n_{\text{KMnO}_4} = 0,015 \cdot 0,01 = 1,5 \cdot 10^{-4}$ moles. Puesto que 5 moles de permanganato oxidan a 2 moles de H_2O_2 , podemos escribir la siguiente igualdad:

$$\frac{2 \text{ mol KMnO}_4}{5 \text{ mol H}_2\text{O}_2} = \frac{1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol KMnO}_4}{x \text{ mol H}_2\text{O}_2} \quad x = 3,75 \cdot 10^{-4} \text{ mol H}_2\text{O}_2$$

Esta cantidad de moles de peróxido de hidrógeno se encuentra en 1 mL, por lo que la concentración del H_2O_2 será :

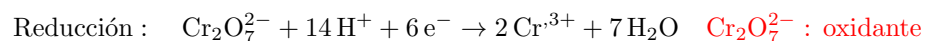
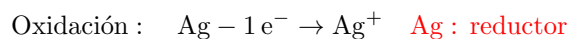
$$c = \frac{3,75 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} = 0,375 \text{ M}$$

ii) El peróxido de hidrógeno se coloca en un **matraz erlenmeyer**, mientras que la disolución de permanganato se coloca en una bureta.

9. A partir de la notación de la pila galvánica $\text{Ag(s)}|\text{Ag}^+(\text{ac}, 1 \text{ M})||\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{ac}, 1 \text{ M})|\text{Cr}^{3+}(\text{ac}, 1 \text{ M})|\text{Pt}$:
- i) Escriba las semirreacciones de oxidación y de reducción y la reacción global, ajustadas por el método del ion-electrón en forma iónica. Indique la especie química que actúa como oxidante y la que actúa como reductora durante el funcionamiento espontáneo de la pila. ii) Dibuje un esquema de la pila en el que estén representadas la semicelda que actúa como ánodo y la que actúa como cátodo, así como el sentido del flujo de electrones durante el funcionamiento de la pila.

Respuesta

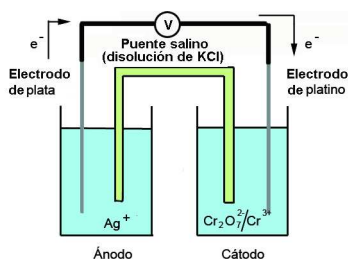
- i) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando la primera semirreacción por 6 y sumando la segunda, tendremos:



- ii)

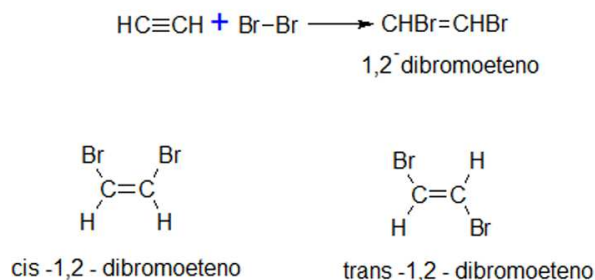


8. QUÍMICA ORGÁNICA.

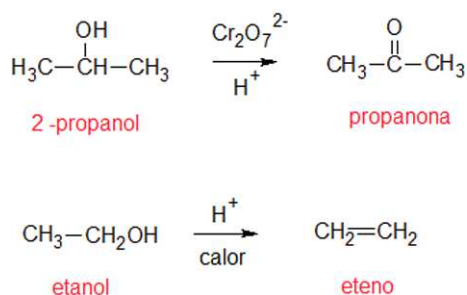
1. Para la reacción etino + bromo: i) Nombre y escriba la fórmula semidesarrollada del producto de la reacción. ii) Nombre y escriba la fórmula semidesarrollada de los isómeros geométricos del producto de la reacción.

Respuesta:

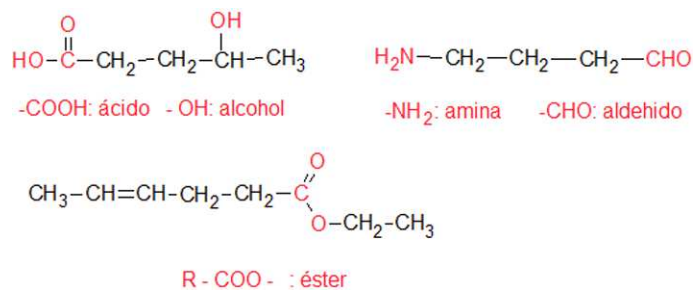
La reacción, así como la fórmula semidesarrollada de los isómeros geométricos (cis/trans) puede verse en la siguiente imagen:



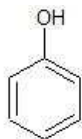
2. Nombre y escriba las fórmulas semidesarrolladas de los compuestos orgánicos que intervienen en las siguientes reacciones químicas: a). Oxidación de 2-propanol (propan-2-ol) con dicromato, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, en medio ácido. b). Deshidratación del etanol en presencia de ácidos fuertes.



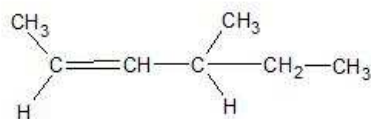
3. Identifique y nombre los grupos funcionales presentes en los siguientes compuestos:



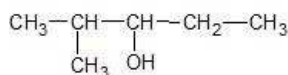
4. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos: a). Fenol b). Cis-4-metil-2-hexeno (cis-4-metilhex-2-eno) c). 2-metil-3-pentanol (2-metilpentan-3-ol) d). Ácido 2-metilpropanoico e). Etil propil éter vi. 2-etil-2-metilpentanal.

Respuesta:

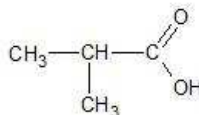
i) fenol



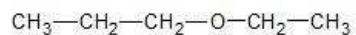
ii) cis-4 metil-2-hexeno



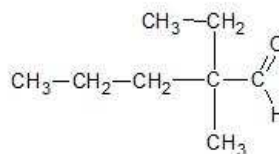
iii) 2-metil-3-pentanol



iv) ácido 2-metilpropanoico



v) etil propil éter

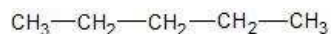


vi) 2-etil-2-metilpentanal

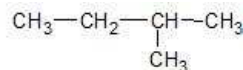
5. Escriba las fórmulas semidesarrolladas y nombre los posibles isómeros constitucionales/estructurales que tienen la fórmula molecular C_5H_{12} .

Respuesta

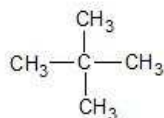
El compuesto C_5H_{12} tiene tres isómeros, cuyas fórmulas semidesarrolladas son las siguientes:



pentano



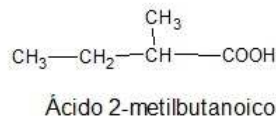
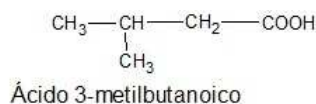
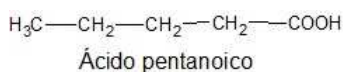
metilbutano



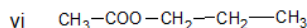
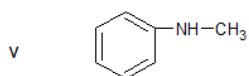
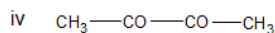
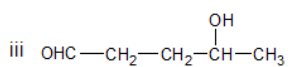
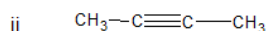
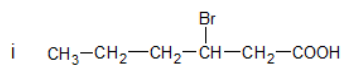
dimetilpropano

6. Escriba las fórmulas semidesarrolladas y nombre tres de los isómeros posibles del ácido carboxílico con fórmula molecular $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$.

Respuesta

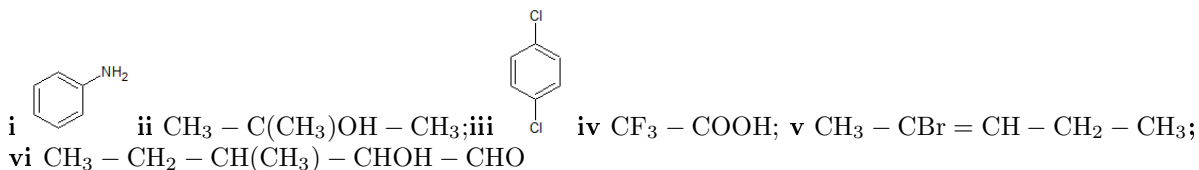


7. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos: i. Ácido 3-bromohexanoico ii. 2-butino (but-2-ino) iii. 4-hidroxipentanal iv Butanodiona v. Fenilmetilamina vi. Acetato de propilo.



8. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos: i. Fenilamina. ii. Metil-2-propanol (Metilpropan-2-ol) iii. 1,4-diclorobenceno (p-diclorobenceno) iv. Ácido trifluoroacético v. 2-bromo-2-penteno (2-bromopent-2-eno) vi. 2-hidroxi-3-metilpentanal.

Respuesta



9. Escriba las fórmulas semidesarrolladas y nombre tres de los posibles isómeros constitucionales que tienen la fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$.

Respuesta

Tres posibles isómeros son: $\text{CH}_3-\text{C}(\text{Cl})_2-\text{CH}_3$; $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ y $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CHCl}-\text{CH}_3$