

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

8 de agosto de 2019

Para la resolución de los problemas se suministran los siguiente datos, allí donde sean necesarios: $K_a(\text{HNO}_2) = 4,5 \cdot 10^{-4}$; $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ o $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; Constante de Faraday $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$; $K_a(\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}) = 3,20 \cdot 10^{-4}$ y $K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,42 \cdot 10^{-5}$; $E^\circ(\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}) = + 0,34\text{V}$; $E^\circ(\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}) = - 0,76\text{V}$, así como las masas atómicas de los elementos que se mencionen en cada enunciado, si ello es necesario.

1. EL ÁTOMO. ENLACE QUÍMICO.

1. Razone en que grupo y en que período se encuentra un elemento cuya configuración electrónica termina en $4f^{14}5d^56s^2$.

Respuesta:

El ser 6 el nivel principal de este elemento, el periodo en que se encuentra es el **6**. El nivel d está incompleto, por lo que se trata de un elemento de transición. Dado que el número de electrones de su capa de valencia es 7, su grupo es también el **7**.

2. 2.1. Deduzca la geometría del CCl_4 aplicando la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.

Respuesta:

A partir de las respectivas configuraciones electrónicas de C ($1s^2 2s^2 2p^2$) y Cl ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$), podemos ver que entre un átomo de carbono y cuatro átomos de cloro pueden formarse cuatro enlaces covalentes. Los cuatro pares de electrones enlazantes se dispondrán de forma que las repulsiones entre ellas sean mínimas, lo que sucede para una **estructura tetraédrica**, en la que cada enlace C-Cl forma con cada uno de los demás, un ángulo de $109,5^\circ$

3. Ordene de forma creciente la primera energía de ionización de Li, Na y K. Razone la respuesta.

Respuesta:

Los tres elementos se encuentran en el mismo grupo. A lo largo de un grupo, la fuerza de atracción sobre el electrón más externo disminuye a bajar a lo largo de aquel, ya que la distancia entre el electrón y el núcleo es cada vez mayor. En consecuencia, cuanto más abajo se encuentre el elemento dentro del periodo, más fácil será quitarle su electrón externo o, en otras palabras, su energía de ionización será menor. Según esto el electrón del K será menos atraído por el núcleo que el de Na y, a su vez, este lo será menos que el del Li. La primera energía de ionización en orden creciente, ser, pues: **Ei (K) < Ei (Na) < Ei (Li)**.

4. Explique razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas: a). El tetracloruro de carbono es mejor disolvente para el cloruro de potasio que el agua. b). El cloruro de sodio en estado sólido conduce la electricidad.

Respuesta:

a) La afirmación es **falsa**: Dada la estructura geométrica de la molécula de tetracloruro de carbono, esta es apolar, mientras que el agua (geometría angular) es polar. Al tratarse el KCl de un compuesto iónico, será soluble en un disolvente polar, como el agua, y no en un disolvente apolar.

b) La frase es **falsa**: el cloruro de sodio conduce la electricidad fundido o en disolución. En estado sólido, los iones no poseen libertad de movimiento, por lo que no pueden conducir la corriente eléctrica.

5. Justifique de forma razonada para el par de átomos: Mg y S, cuál es el elemento de mayor radio, y cuál posee mayor afinidad electrónica.

Respuesta:

a) De la configuraciones electrónicas de Mg ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$) y S ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$) se deduce que ambos elementos se encuentran en el mismo periodo de la tabla periódica. Poseerá mayor radio aquel que se encuentre más a la izquierda en el periodo, ya que posee un menor número de electrones en el núcleo, en este caso, el **Mg**. La afinidad electrónica aumenta, a lo largo de un periodo, de izquierda a derecha, pues el electrón a captar es más atraído por el núcleo que posee mayor número atómico. Por tanto, el elemento que posee la mayor afinidad electrónicas es el **S**.

6. Escriba la estructura de Lewis y justifique la geometría de la molécula de BeH_2 mediante la teoría de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia.

Respuesta:

- a) La estructura de Lewis es:



La configuración electrónica del Be es: $1s^2 2s^2$, mientras que la del hidrógeno es $1s^1$. Se formarán dos enlaces Be-H, con lo que el número de pares de electrones enlazantes será de 2. Para que la repulsión entre ellos sea mínima, la forma que deberá adoptar la molécula es **lineal**.

7. Teniendo en cuenta la estructura y el tipo de enlace, justifique: a) El cloruro de sodio tiene mayor punto de fusión que el bromuro de sodio. b) El amoníaco es una molécula polar. c) El SO_2 es una molécula angular, pero el CO_2 es una molécula lineal.

Respuesta:

a) El punto de fusión de un compuesto iónico depende de su energía reticular. A su vez, esta depende, directamente, de las cargas de los iones, e inversamente, de la distancia que los separa. Dado que la carga de los iones es la misma para ambos compuestos, y que el radio del ion Br^- es mayor que el del ion Cl^- , la energía reticular del NaCl será mayor que la del NaBr y, por tanto, **el punto de fusión del NaCl será mayor** que el del NaBr.

b) El átomo de nitrógeno está rodeado de cuatro pares de electrones: tres de ellos enlazantes, y el cuarto no enlazante. Los pares de electrones tendrían una disposición tetraédrica para minimizar las fuerzas de repulsión. Los tres enlaces N-H dan a la molécula una forma piramidal trigonal. Cada uno de los enlaces es polar, y la suma de los momentos dipolares es distinta de cero. La molécula es, por tanto, **polar**.

c) En el CO_2 , el C posee cuatro pares de electrones enlazantes y no posee electrones no enlazantes. Para hacer mínima la repulsión, los enlaces C=O se disponen formando un ángulo de 180° . La molécula es **lineal**. Para la molécula de SO_2 , la situación es la misma para los electrones enlazantes, pero existe un par de electrones no enlazantes. Para hacer mínima la fuerza de repulsión, la forma de la molécula deberá ser **angular**.

8. Responda las siguientes cuestiones justificando la respuesta. a). ¿Es posible el siguiente conjunto de números cuánticos: $(1,1,0,1/2)$? b) ¿Los sólidos covalentes tienen puntos de fusión y ebullición elevados?

Respuesta:

a) Esta combinación **no es posible**, puesto que el valor del número cuántico $l(1)$ no puede ser igual que el del número cuántico $n(1)$.

b) La afirmación **es correcta**, pues los enlaces entre estas sustancias son fuertes y, para conseguir el cambio de estado a líquido o a gas, lo que implica la ruptura de estos enlaces, se necesita gran cantidad de energía.

9. Razone si los siguientes enunciados son verdaderos o falsos: a) Los metales son buenos conductores de la corriente eléctrica y del calor. b). La molécula de metano es tetraédrica y polar.

Respuesta:

a) Según la teoría de bandas, la banda de valencia y la de conducción se encuentran superpuestas en parte, lo que permite que el paso de electrones de una a otra se produzca con facilidad. La afirmación es, por tanto, **correcta**.

- b) El enunciado **no es correcto**, pues, si bien la molécula de metano es tetraédrica, no posee carácter polar, ya que la suma de los momentos dipolares de los cuatro enlaces C-H es nula.
10. Razone por qué el valor de la energía reticular (en valor absoluto) para el NaF es mayor que para el NaCl, y cuál de ellos tiene mayor punto de fusión.

Respuesta:

La energía reticular depende directamente de la carga de los iones e inversamente de su radio. dado que en ambos casos la carga de los iones es la misma, tendrá mayor energía reticular el compuesto cuyo ion negativo (ya que el ion positivo es el mismo en ambos compuestos) tengan menor radio, es este caso, el NaF, pues el F^- tiene menor radio que el Cl^- . El punto de fusión está directamente relacionado con la energía reticular, ya que, cuanto mayor sea ésta, mayor será la fuerza de atracción electrostática entre los iones de diferente signo, y mayor el punto de fusión del compuesto.

11. Deduzca la hibridación del átomo central en la molécula de BeF_2 .

Respuesta:

El Be tiene una configuración electrónica $1s^2 2s^2$, mientras que la configuración electrónica del F es: $1s^2 2s^2 2p^5$. El Be comparte sus dos electrones con sendos átomos de F, no existiendo electrones no compartidos sobre el átomo de Be. Según la TRPECV, la mínima repulsión se producirá cuando ambos pares de electrones compartidos formen un ángulo de 180° , lo que es compatible con una hibridación **sp** para el Be. Uno de los electrones s es promocionado a un subnivel p, quedando una configuración $2s^1 2p^1$, formándose dos orbitales híbridos sp.

12. Establezca la geometría de las moléculas BF_3 y NH_3 mediante la teoría TRPECV.

Respuesta:

La estructura de Lewis para cada uno de los compuestos es:



El átomo de B no posee ningún par de electrones no compartido. Siguiendo la teoría TRPECV, los tres pares de electrones compartidos se dispondrán formando ángulos de 120° , con lo que la forma de la molécula será **trigonal plana**. En el caso de la molécula de NH_3 , la presencia de un par no compartido sobre el átomo de nitrógeno hace que, para que la repulsión entre pares de electrones sea mínima, los tres enlaces N-H se dispongan a lo largo de las aristas de una **pirámide trigonal**.

13. a) Razone por qué a 1 atm de presión y $25^\circ C$ de temperatura, el H_2O es un líquido y el H_2S es un gas.
b) Dados los compuestos $BaCl_2$ y NO_2 , nómbralos y razone el tipo de enlace que presenta cada uno de ellos.

Respuesta:

a) Se trata en ambos casos de compuestos covalentes polares, por lo que entre sus respectivas moléculas se producen interacciones entre dipolos permanentes. No obstante, en el caso del agua existen además enlaces por puente de hidrógeno, que contribuyen a aumentar el punto de fusión del agua con respecto al del sulfuro de hidrógeno.

b) El $BaCl_2$ (cloruro de bario) es un compuesto **iónico**, debido a la diferencia de electronegatividad entre los átomos que lo forman. Las siguientes estructuras de Lewis (resonancia entre dos formas)



corresponden al NO_2 (dióxido de nitrógeno), compuesto **covalente** debido a la semejanza entre las electronegatividades de los átomos que lo forman.

14. Dados los elementos Na, C, Si y Ne, y justificando las respuestas: a. Indique el número de electrones desapareados que presenta cada uno en el estado fundamental. b) Ordénelos de menor a mayor primer potencial de ionización.

Respuesta:

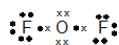
a) De las respectivas configuraciones electrónicas son: Na: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$; C: $1s^2 2s^2 2p^2$; Si: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$; Ne: $1s^2 2s^2 2p^6$, se deduce que el número de electrones desapareados es, respectivamente: **Na: 1; C: 2; Si: 2; Ne: 0.**

b) El potencial de ionización aumenta desde la parte izquierda hacia la derecha, y desde la parte inferior a la superior, a lo largo de la tabla periódica. Según esto, el orden creciente del primer potencial de ionización es: **Na < Si < C < Ne.**

15. El flúor y el oxígeno reaccionan entre sí formando difluoruro de oxígeno (OF_2). Indique razonadamente: a) La estructura de Lewis y el tipo de enlace que existirá en la molécula. b) La disposición de los pares electrónicos, la geometría molecular, el valor previsible del ángulo de enlace y si es polar o apolar.

Respuesta:

- a) La estructura de Lewis es la siguiente:



Dada la elevada electronegatividad de ambos elementos, el enlace formado será covalente.

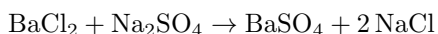
b) El oxígeno posee dos pares de electrones no enlazantes. Según la TRPECV, la disposición de los pares de electrones para minimizar la fuerza de repulsión entre aquellos será tetraédrica. Al existir dos enlaces O-F, la forma de la molécula sería angular, por lo que el momento dipolar de la molécula no es nulo. la molécula es **polar**.

2. ESTEQUIOMETRÍA.

1. Se mezclan 10 mL de una disolución de BaCl_2 0,01 M con 40 mL de una disolución de sulfato de sodio 0,01 M, obteniéndose cloruro de sodio y un precipitado de sulfato de bario. a) Escriba la reacción que tiene lugar e indique la cantidad de precipitado que se obtiene.

Respuesta:

La reacción es la siguiente:



Para conocer la cantidad de sulfato de bario, debemos conocer el reactivo limitante. Para ello, establezcamos la siguiente relación:

$$\frac{1 \text{ mol BaCl}_2}{1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} = \frac{0,01 \cdot 0,01 \text{ mol BaCl}_2}{x \text{ mol Na}_2\text{SO}_4} \quad x = 10^{-4} \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

Dado que se dispone de $40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,01 = 4 \cdot 10^{-4}$ moles de Na_2SO_4 , el reactivo limitante es el BaCl_2 . Así pues, podremos escribir:

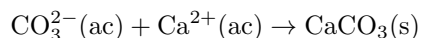
$$\frac{1 \text{ mol BaCl}_2}{1 \text{ mol BaSO}_4} = \frac{10^{-4} \text{ mol BaCl}_2}{x \text{ mol BaSO}_4} \quad x = 10^{-4} \text{ moles BaSO}_4$$

La masa de BaSO_4 es: $m = 10^{-4} \cdot 233,3 = 0,023 \text{ g}$
(233,3 es la masa molecular del BaSO_4)

2. Se mezclan 20 mL de disolución de Na_2CO_3 0,15 M y 50 mL de disolución de CaCl_2 0,10 M, obteniéndose 0,27 g de un precipitado de CaCO_3 . a) Escriba la reacción que tiene lugar y calcule el porcentaje de rendimiento de la reacción. b) Describa el procedimiento que emplearía en el laboratorio para separar el precipitado obtenido, haciendo un esquema del montaje y el material a emplear.

Respuesta:

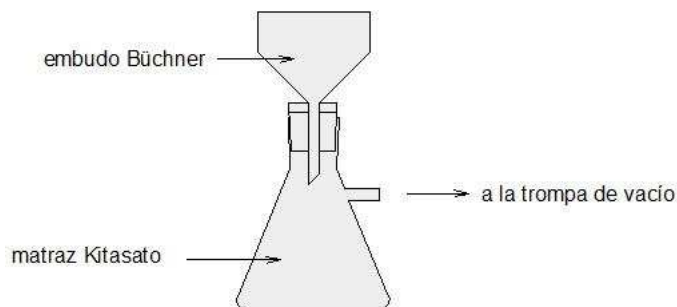
a) La reacción (en forma iónica, pues ambas sales están completamente disociadas) que tiene lugar es la siguiente:



Esta reacción se produce mol a mol. Teniendo en cuenta que disponemos de $20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15 = 3 \cdot 10^{-3}$ moles de Na_2CO_3 y de $50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,10 = 5 \cdot 10^{-3}$ moles de CaCl_2 , veremos que el reactivo limitante es el Na_2CO_3 con lo que se obtendrá un número de moles de CaCO_3 igual al de moles de Na_2CO_3 , es decir, $3 \cdot 10^{-3}$. La masa teórica de carbonato cálcico obtenido será, entonces: $m = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,3 \text{ g}$, con lo que el rendimiento será:

$$r = \frac{0,27}{0,30} 100 = 90 \%$$

b) Un sencillo esquema del dispositivo de filtrado es el siguiente:



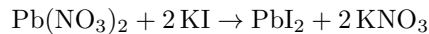
El material a emplear es: probetas, vaso de precipitados, matraz Kitasato, embudo Büchner y trompa

de vacío (o bomba electromecánica de vacío). Para separar el precipitado, se filtra el líquido obtenido mediante un embudo Büchner colocado sobre un matraz kitasato unido a la trompa de vacío. Se debe verter agua destilada sobre las paredes del vaso de precipitados para asegurarnos de que todo el precipitado pase al papel de filtro.

3. Se mezclan en el laboratorio 30 mL de una disolución 0,1 M de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ con 40 mL de una disolución 0,1 M de KI, obteniéndose 0,86 g de un precipitado de PbI_2 . a) Indique la reacción que tiene lugar y calcule el rendimiento de la misma. b) Indique el material y el procedimiento que emplearía para separar el precipitado formado.

Respuesta:

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



A partir de la anterior ecuación química, podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2}{0,030 \cdot 0,1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2} = \frac{2 \text{ mol KI}}{x \text{ mol KI}} \quad x = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol KI}$$

Es decir, se necesitarían $6 \cdot 10^{-3}$ moles de KI. Al disponer de $0,04 \cdot 0,1 = 4 \cdot 10^{-3}$ moles de KI, este compuesto constituye el reactivo limitante, por lo que podemos escribir:

$$\frac{2 \text{ mol KI}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ mol KI}} = \frac{461 \text{ g PbI}_2}{x \text{ g PbI}_2} \quad x = 0,922 \text{ g PbI}_2$$

El rendimiento será, por tanto:

$$R = \frac{0,86}{0,92} 100 = 93,5\%$$

- b) El material utilizado es el que se indica en el ejercicio anterior.

3. CINÉTICA DE REACCIONES.

1. La velocidad de una reacción química se expresa de la forma: $v = k [A][B]^2$. Razone cómo se modifica la velocidad si se duplica únicamente la concentración de B.

Respuesta:

La velocidad de la reacción se hace **cuádruple**, al estar elevada al cuadrado la concentración del reactivo B.

2. La reacción: $A + 2 B \rightarrow C + 2 D$ es de primer orden respecto a cada uno de los reactivos. a) Escriba la expresión de la velocidad de reacción. b) Indique el orden total de la reacción.

Respuesta:

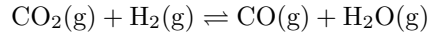
a) La expresión de la velocidad de reacción es: $v = k[A][B]$

b) El orden total de la reacción es igual a la suma de los órdenes parciales, es decir: $n = 1 + 1 = 2$

4. TERMOQUÍMICA.

5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

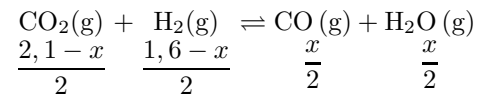
1. En un recipiente de 2,0 L se introducen 2,1 moles de CO_2 y 1,6 moles de H_2 , calentándose a 1800°C . Una vez alcanzado el siguiente equilibrio:



Se analiza la mezcla, encontrándose 0,90 moles de CO_2 . Calcule: a). La concentración de cada especie en el equilibrio. b) El valor de las constantes K_c y K_p a esa temperatura.

Respuesta:

- a) El equilibrio anterior puede ser representado en la forma:



Sabiendo que en el equilibrio hay 0,90 moles de CO_2 :

$$2,1 - x = 0,9 \rightarrow x = 1,2$$

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = \frac{1,2}{2} = 0,6 \text{ M} \quad [\text{CO}_2] = \frac{2,1 - 1,2}{2} = 0,45 \text{ M} \quad [\text{H}_2] = \frac{1,6 - 1,2}{2} = 0,2 \text{ M}$$

- b) la constante K_c tendrá el valor:

$$K_c = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = \frac{0,6^2}{0,45 \cdot 0,2} = 4$$

La constante K_p será:

$$K_p = K_c(\text{RT})^{\Delta n} = K_c(\text{RT})^0 = 4$$

2. Para preparar 250 mL de una disolución saturada de bromato de plata, AgBrO_3 se emplean 1,75 g de dicha sal. Calcule el producto de solubilidad del bromato de plata.

Respuesta:

Sabiendo que la masa molecular del bromato de plata es 235,9, la solubilidad de esta sal, expresada en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ es:

$$s = \frac{1,75}{235,9} = 0,00742$$

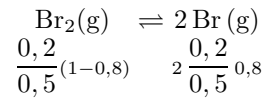
El producto de solubilidad es:

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{BrO}_3^-] = s^2 = (0,00742)^2 = 5,5 \cdot 10^{-5}$$

3. Se introducen 0,2 moles de Br_2 en un recipiente de 0,5 L de capacidad a 600°C . Una vez establecido el equilibrio: $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Br}(\text{g})$ en estas condiciones, el grado de disociación es 0,8. a) Calcule K_c y K_p . b) Determine las presiones parciales ejercidas por cada uno de los componentes de la mezcla en el equilibrio.

Respuesta:

a) El equilibrio puede ser representado por la siguiente ecuación:



Las constantes K_c y K_p tendrán los valores:

$$K_c = \frac{0,64^2}{0,08} = 5,12 \quad K_p = K_c(\text{RT})^{\Delta n} = 5,12 \cdot 0,082 \cdot 873 = 366,5$$

b) Aplicando la ecuación de los gases: $P = cRT$, las presiones parciales serán:

$$p_{\text{Br}_2} = 0,64 \cdot 0,082 \cdot 873 = 45,82 \text{ atm} \quad p_{\text{Br}} = 0,08 \cdot 0,082 \cdot 873 = 5,73 \text{ atm}$$

4. Calcule la solubilidad en agua pura, expresada en g/L, del sulfato de plomo (II). $K_{ps}(\text{PbSO}_4) = 1,8 \cdot 10^{-8}$

Respuesta:

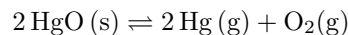
A partir de la constante del producto de solubilidad, tendremos:

$$1,8 \cdot 10^{-8} = [\text{Pb}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = s^2 \quad s = 1,34 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

expresada en g/L, la solubilidad será:

$$s = 1,34 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 303,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,041 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

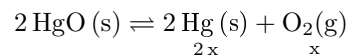
5. Al calentar $\text{HgO}(\text{s})$ en un recipiente cerrado en el que se hizo el vacío, se disocia según la reacción:



. Cuando se alcanza el equilibrio a 380°C , la presión total en el recipiente es de 0,185 atm. Calcule: a) Las presiones parciales de las especies presentes en el equilibrio. b) El valor de las constantes K_p y K_c de la reacción.

Respuesta:

a) Cuando se alcance el equilibrio, podemos escribir:



. Puesto que el número de moles de $\text{Hg}(\text{g})$ es doble que el de $\text{O}_2(\text{g})$, la presión del primero es doble que la del segundo. Por tanto:

$$0,185 = p_{\text{Hg}} + p_{\text{O}_2} = 2p + p \quad p = 0,062 \text{ atm} = p_{\text{O}_2} \quad p_{\text{Hg}} = 0,124 \text{ atm}$$

b) Las constantes K_p y K_c serán, respectivamente:

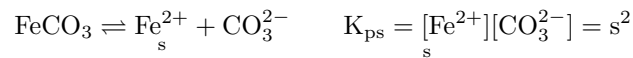
$$K_p = p_{\text{Hg}}^2 \cdot p_{\text{O}_2} = (2 \cdot 0,062)^2 \cdot 0,062 = 9,43 \cdot 10^{-4}$$

$$K_c = K_p(\text{RT})^{-\Delta n} = 9,43 \cdot 10^{-4} (0,082 \cdot 653)^{-3} = 6,14 \cdot 10^{-9}$$

6. Razone como varía la solubilidad del FeCO_3 (sal poco soluble) al añadir Na_2CO_3 a una disolución acuosa de dicha sal.

Respuesta:

- a) Teniendo en cuenta el equilibrio de disolución del FeCO_3 :

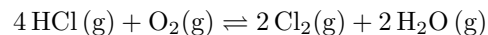


Veremos que la adición de Na_2CO_3 a la disolución de carbonato de hierro, aumenta la concentración de ion CO_3^{2-} una cantidad x , con lo que podremos escribir:

$$K_{\text{ps}} = [\text{Fe}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = s'(s' + x)$$

Lo que hace que la nueva solubilidad, s' se haga menor que s . La solubilidad del FeCO_3 **disminuye**.

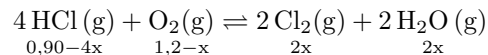
7. El cloro gaseoso puede ser obtenido mediante la reacción:



Se introducen 0,90 moles de HCl y 1,2 moles de O_2 en un recipiente cerrado de 10 L en el que previamente se ha hecho el vacío. Se calienta la mezcla a 390°C y, cuando se alcanza el equilibrio, a esta temperatura, se observa la formación de 0,40 moles de Cl_2 . a) Calcule el valor de K_c . b) calcule la presión parcial de cada componente en el equilibrio y, a partir de ellas, calcule el valor de K_p .

Respuesta:

- a) En el equilibrio se puede escribir:



Del enunciado se desprende que: $2x = 0,40 \rightarrow x = 0,20$ moles. El valor de K_c será:

$$K_c = \frac{\left(\frac{0,40}{10}\right)^2 \left(\frac{0,40}{10}\right)^2}{\left(\frac{0,1}{10}\right)^4 \left(\frac{1}{10}\right)} = 2560$$

- b) La presión total del sistema será:

$$P \cdot 10 = 1,9 \cdot 0,082 \cdot 663 \quad P = 10,33 \text{ atm}$$

Y las respectivas presiones parciales:

$$P_{\text{Cl}_2} = P_{\text{H}_2\text{O}} = 10,33 \frac{0,4}{1,9} = 2,17 \text{ atm}$$

$$P_{\text{HCl}} = 10,33 \frac{0,1}{1,9} = 0,54 \text{ atm} \quad P_{\text{O}_2} = 10,33 \frac{1}{1,9} = 5,44 \text{ atm}$$

A partir de estas presiones parciales, la constante K_p será:

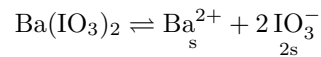
$$K_p = \frac{2,17^4}{0,54^4 \cdot 5,44} = 47,9$$

Comprobación: $K_p = K_c(\text{RT})^{\Delta n} = 2560 (0,082 \cdot 663)^{-1} = 47,1$

8. A 25° C el producto de solubilidad del $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ es $6,5 \cdot 10^{-10}$. Calcule: a) La solubilidad de la sal y las concentraciones molares de los iones IO_3^- y Ba^{2+} . b) La solubilidad de la citada sal, expresada en g/L en una disolución 0,1 M de KIO_3 a 25° C, considerando que esta última sal se encuentra completamente disociada.

Respuesta:

a) El equilibrio de solubilidad del $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ se puede expresar de la forma:



Siendo el producto de solubilidad:

$$6,5 \cdot 10^{-10} = s(2s)^2 = 4s^3 \quad s = 5,46 \cdot 10^{-4} \text{M}$$

Las concentraciones de ambos iones tienen los valores respectivos:

$$[\text{Ba}^{2+}] = 5,46 \cdot 10^{-4} \text{M} \quad [\text{IO}_3^-] = 1,12 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

b) Aplicando la expresión del producto de solubilidad:

$$6,5 \cdot 10^{-10} = s'(0,1 + 2s')^2$$

Haciendo la aproximación: $0,1 + 2s' \simeq 0,1$, tendremos: $s' = \frac{6,5 \cdot 10^{-10}}{0,1^2} = 6,5 \cdot 10^{-8} \text{M}$. Si expresamos esta solubilidad en g/L, tendremos:

$$s' = 6,5 \cdot 10^{-8} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \frac{557 \text{g}}{\text{mol}} = 3,62 \cdot 10^{-5} \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

9. Dada la reacción: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H^0 < 0$, razone cómo influye sobre el equilibrio un aumento de la temperatura.

Respuesta:

Al ser exotérmica la reacción, un aumento de temperatura producirá un desplazamiento del equilibrio **hacia la izquierda**, es decir, hacia la descomposición del NH_3

10. a) Determine la solubilidad en agua del cloruro de plata a 25 °C, expresada en g/L, si su K_{ps} es $1,7 \cdot 10^{-10}$ a dicha temperatura . b) Determine la solubilidad del cloruro de plata en una disolución 0,5 M de cloruro de calcio, considerando que esta sal se encuentra totalmente disociada.

Respuesta:

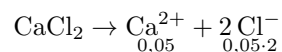
a) La solubilidad se deduce de:

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

Expresada en g/L, la solubilidad será:

$$s = 1,30 \cdot 10^{-5} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 143,3 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1,86 \cdot 10^{-3} \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

b) Al disociarse el CaCl_2 según:



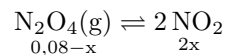
La concentración de ion Cl^- será $0,5 \cdot 2 = 1 \text{M}$ (suponiendo que $1 + s \simeq 1$). La solubilidad será entonces:

$$s' = \frac{K : ps}{1} = 1,7 \cdot 10^{-10} \text{M}$$

11. En un matraz de 1,5 L, en el que se hizo el vacío, se introducen 0,08 moles de N_2O_4 y se calienta a 35°C . Parte del N_2O_4 se disocia según la reacción: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ y cuando se alcanza el equilibrio la presión es de 2,27 atm. Calcule el porcentaje de N_2O_4 disociado.

Respuesta:

En el equilibrio tendremos:



Conociendo el valor de la presión, y aplicando la ecuación de los gases:

$$2,27 \cdot 1,5 = n \cdot 0,082 \cdot 308 \quad n = 0,135 \text{ mol}$$

El número de moles en el equilibrio será: $0,135 = 0,08 - x + 2x = 0,08 + x$, por lo que $x = 0,055$ moles.
El porcentaje de N_2O_4 disociado es:

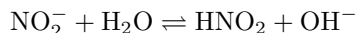
$$\alpha = \frac{0,055}{0,08} = 0,688$$

6. ÁCIDOS Y BASES.

1. Justifique si la disolución obtenida al disolver NaNO_2 en agua será ácida, neutra o básica.

Respuesta:

El NaNO_2 es una sal de ácido débil (HNO_2) y base fuerte (NaOH). El anión NO_2^- experimentará el siguiente proceso de hidrólisis:

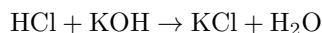


Por lo que la disolución tendrá un pH **básico**.

2. En la valoración de 25,0 mL de una disolución de ácido clorhídrico se consumen 22,1 mL de una disolución de hidróxido de potasio 0,100 M. a) Indique la reacción que tiene lugar y calcule la molaridad de la disolución de ácido. b). Detalle el material y los reactivos necesarios, así como el procedimiento para llevar a cabo la valoración en el laboratorio.

Respuesta:

- a) La reacción es la siguiente:



Dado que el número de moles de ácido y de base será el mismo cuando se haya producido la neutralización:

$$(V \cdot M)_{\text{ácido}} = (V \cdot M)_{\text{base}} \quad 25 \text{ M} = 22,1 \cdot 0,1 \quad M = \mathbf{0,088}$$

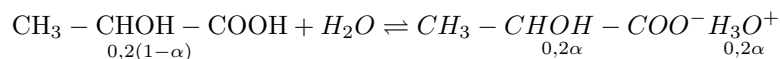
Respuesta:

b) El material necesario sería: matraz erlenmeyer, bureta, indicador ácido-base (por ejemplo, fenolftaleína), varilla agitadora (o agitador magnético) y disoluciones de KOH y HCl .

3. Para una disolución acuosa 0,200 M de ácido láctico (ácido 2-hidroxipropanoico), calcule: a). El grado de ionización del ácido en la disolución y el pH de la misma. b). Qué concentración debe tener una disolución de ácido benzoico ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) para dar un pH igual al de la disolución de ácido láctico 0,200 M?

Respuesta:

- a) La disociación del ácido láctico puede ser representada así:

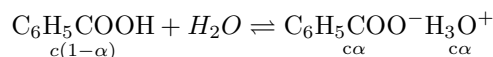


Aplicando la constante de equilibrio:

$$3,2 \cdot 10^{-4} = \frac{[\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}]} = \frac{0,2\alpha^2}{1-\alpha}$$

resolviendo la ecuación, obtenemos: $\alpha = 0,039$ y $\text{pH} = -\log 0,2\alpha = -\log 0,2 \cdot 0,039 = \mathbf{2,11}$

- b) para la disociación del ácido benzoico:



Al ser el pH igual al ya calculado, tendremos:

$$6,42 \cdot 10^{-5} = \frac{c^2\alpha^2}{c - c\alpha} = \frac{(10^{-2,11})^2}{c - 10^{-2,11}} \quad \text{Obeniéndose : } c = \mathbf{0,87 \text{ M}}$$

4. Justifique el carácter ácido, básico o neutro de una disolución de KCN.

Respuesta:

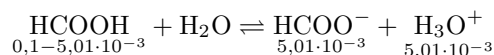
a) La disolución tendrá carácter **básico**, al tratarse de una disolución de una sal de ácido débil y base fuerte, que experimentará el siguiente proceso de hidrólisis:



5. Al disolver 0,23 g de HCOOH en 50 mL de agua, se obtiene una disolución de pH 2,3. Calcule: a) La constante de acidez (K_a) del ácido. b) El grado de ionización del mismo.

Respuesta:

a) La concentración inicial de HCOOH es: $c = \frac{0,23/46}{0,05} = 0,1$ M. La concentración de H_3O^+ en el equilibrio será: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,3} = 5,01 \cdot 10^{-3}$ M. Puesto que el equilibrio de ionización es:



La constante K_a tendrá el valor:

$$K_a = \frac{(5,01 \cdot 10^{-3})^2}{0,1 - 5,01 \cdot 10^{-3}} = 2,64 \cdot 10^{-4}$$

b) La concentración de H_3O^+ es: $5,01 \cdot 10^{-3} = C\alpha = 0,1\alpha$, d donde se deduce: $\alpha = 0,05$

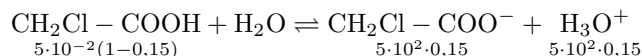
6. Una disolución acuosa contiene $5,0 \cdot 10^{-3}$ moles de ácido cloroetanoico ($\text{CH}_2\text{Cl} - \text{COOH}$) por cada 100 mL de disolución. Si el porcentaje de ionización es del 15 %, calcule: a) La concentración de todas las especies presentes en la disolución. b) El pH de la disolución y el valor de la constante K_a del ácido.

Respuesta:

a) la concentración inicial de ácido cloroetanoico es:

$$c_0 = \frac{5,0 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

El equilibrio de disociación puede ser representado de la siguiente forma:



Las respectivas concentraciones serán:

$$[\text{CH}_2\text{Cl} - \text{COOH}] = 4,25 \cdot 10^{-2} \text{ M} \quad [\text{CH}_2\text{Cl} - \text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 7,55 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

b) El pH será:

$$\text{pH} = -\log(7,55 \cdot 10^{-3}) = 2,12$$

mientras que la constante K_a tiene el valor:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_2\text{Cl} - \text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_2\text{Cl} - \text{COOH}]} = \frac{(7,55 \cdot 10^{-3})^2}{4,25 \cdot 10^{-2}} = 1,34 \cdot 10^{-3}$$

7. Razone si la siguiente afirmación es correcta: a igual molaridad, cuanto más débil es un ácido, menor es el pH de su disolución acuosa.

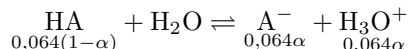
Respuesta:

La afirmación es **incorrecta**: un ácido débil tiene una concentración de iones H_3O^+ menor que la de un ácido fuerte. Puesto que $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$, el valor del pH será **tanto mayor** cuanto más débil sea el ácido.

8. Una disolución 0,064 M de un ácido monoprótico, HA, tiene un pH de 3,86. Calcule: a) La concentración de todas las especies presentes en la disolución y el grado de ionización del ácido. b) El valor de la constante K_a del ácido y de la constante K_b de su base conjugada.

Respuesta:

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



Puesto que el pH tiene un valor de 3,86, tendremos que:

$$[\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,86} = 1,38 \cdot 10^{-4} \text{ M} \quad [\text{HA}] = 0,064 - 1,38 \cdot 10^{-4} \simeq 0,064 \text{ M}$$

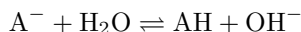
El grado de ionización del ácido será:

$$1,38 \cdot 10^{-4} = 0,064\alpha \quad \alpha = 2,2 \cdot 10^{-3}$$

Las constante K_a y K_b serán, respectivamente:

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}]} = \frac{(1,38 \cdot 10^{-4})^2}{0,064} = 2,98 \cdot 10^{-7}$$

El equilibrio de hidrólisis de la base conjugada será:



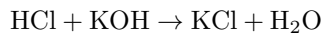
Siendo su constante de equilibrio:

$$K_b = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{2,98 \cdot 10^{-7}} = 3,36 \cdot 10^{-8}$$

9. 15,0 mL de una disolución de ácido clorhídrico de concentración desconocida se neutralizan con 20,0 mL de una disolución de hidróxido de potasio 0,10 M: a) Escriba la reacción que tiene lugar y calcule la concentración molar de la disolución del ácido. b) Describa los pasos a seguir en el laboratorio para realizar la valoración anterior, nombrando el material y el indicador empleados.

Respuesta:

a) La reacción de neutralización es la siguiente:



El número de moles de ácido y de base serán iguales, por lo cual:

$$20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,10 = 15,0 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad \text{M} = 0,13$$

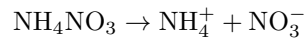
b) En un vaso de precipitados se introducen los 15 mL de disolución de HCl junto con unas gotas de un indicador de ácido-base, como la fenolftaleína. Se carga una bureta con la disolución de KOH de concentración 0,1 M. Se vierte lentamente desde la bureta la disolución de KOH agitando hasta viraje permanente de la fenolftaleína.

10. Para las sales NaCl y NH_4NO_3 : a) Escriba las ecuaciones químicas de su disociación en agua. b) Razone si las disoluciones obtenidas serán ácidas, básicas o neutras.

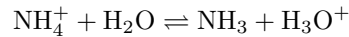
Respuesta:

a) Las respectivas reacciones de disociación son:





b) El NaCl es una sal de ácido fuerte y base fuerte, por lo que no se produce ningún proceso de hidrólisis. Por el contrario, el NH_4NO_3 es una sal de ácido fuerte y base débil. El ion NH_4^+ experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



Por lo que la disolución de NH_4NO_3 tendrá un pH **ácido**.

11. 1,12 L de HCN gas, medidos a 0°C y 1 atm, se disuelven en agua obteniéndose 2 L de disolución, calcule: a) La concentración de todas las especies presentes en la disolución. b) El valor del pH de la disolución y el grado de ionización del ácido. Dato: $K_a(\text{HCN}) = 5,8 \cdot 10^{-10}$

Respuesta:

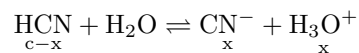
El número de moles de HCN se calcula aplicando la ecuación de los gases:

$$1 \cdot 1,12 = n \cdot 0,082 \cdot 273 \quad n = 0,05 \text{ moles}$$

la concentración de la disolución será:

$$c = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ M}$$

El equilibrio de ionización será:



Aplicando la constante K_a :

$$5,8 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{0,025 - x} \simeq \frac{x^2}{0,025} \quad x = 3,81 \cdot 10^{-6}$$

Las concentraciones de cada una de las especies es:

$$[\text{HCN}] = 0,025 - 3,81 \cdot 10^{-6} \simeq 0,025 \quad [\text{CN}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,81 \cdot 10^{-6}$$

b) El pH es: $\text{pH} = -\log 3,81 \cdot 10^{-6} = 5,42$. El grado de ionización será:

$$\alpha = \frac{x}{c} = \frac{3,81 \cdot 10^{-6}}{0,025} = 1,52 \cdot 10^{-4}$$

7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN.

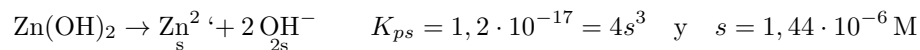
1. a) Se hace pasar durante 2,5 horas una corriente de 2,0 A a través de una celda electroquímica que contiene una disolución de SnI_2 . Calcule la masa de estaño metálico depositada en el cátodo. b) ¿Cuál es el pH de una disolución saturada de hidróxido de zinc si su K_{ps} a 25°C es de $1,2 \cdot 10^{-17}$?

Respuesta:

- a) para calcular la masa de Sn se deposita, podemos poner:

$$\frac{117,2/2 \text{ g Sn}}{96500 \text{ C}} = \frac{x \text{ g Sn}}{2,5 \cdot 3600 \cdot 2,0 \text{ C}} \quad x = 11,07 \text{ g Sn}$$

- b) El equilibrio de disociación del hidróxido de zinc es:



La concentración de OH^- es:

$$[\text{OH}^-] = 2s = 2,88 \cdot 10^{-6} \quad y \text{ el pH: } \text{pH} = 14 - \log[\text{OH}^-] = 8,46$$

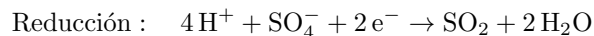
2. a) Empleando el método del ion-electrón, ajuste las ecuaciones iónica y molecular que corresponden a la siguiente reacción redox:



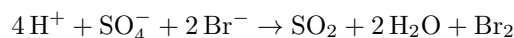
- b). Calcule el volumen de bromo líquido (densidad $2,92 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$) que se obtendrá al tratar 90,1 g de bromuro de potasio con la cantidad suficiente de ácido sulfúrico.

Respuesta:

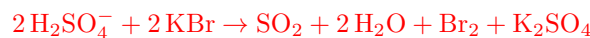
- a) Las respectivas semirreacciones de oxidación y de reducción son:



Sumando algebraicamente:



En forma molecular:



- b) Para calcular la cantidad de bromo:

$$\frac{2 \cdot 119 \text{ g KBr}}{159,8 \text{ g Br}_2} = \frac{90,1 \text{ g KBr}}{x \text{ g Br}_2} \quad x = 60,42 \text{ g Br}_2$$

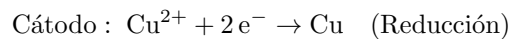
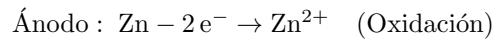
Siendo el volumen:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{60,42}{2,92} = 20,69 \text{ mL}$$

3. a) Justifique qué reacción tendrá lugar en una pila galvánica formada por un electrodo de cobre y otro de cinc en condiciones estándar a partir de las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo. Calcule la fuerza electromotriz de la pila en estas condiciones. b) Indique como realizaría el montaje de la pila en el laboratorio para hacer la comprobación experimental, detallando el material y los reactivos necesarios.

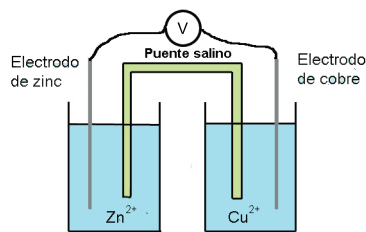
Respuesta:

- a) Las semirreacciones que tienen lugar son:

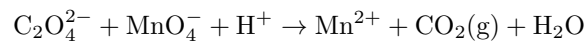


La fuerza electromotriz es: $\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,76 - (-0,34) = 1,10 \text{ V}$

- b) Para el montaje de la pila serían necesarios dos vasos de precipitados, uno de ellos conteniendo una disolución 1 M de Zn^{2+} y el otro una disolución 1 M de Cu^{2+} , un tubo en U conteniendo una disolución de KCl, que actuará como puente salino, dos electrodos, uno de ellos de cobre y el otro de zinc, cables de conexión y un voltímetro.



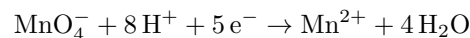
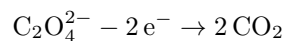
4. La valoración en medio ácido de 50,0 mL de una disolución de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ requiere 24,0 mL de permanganato de potasio 0,023 M. Sabiendo que la reacción que se produce es:



- a) Ajuste la reacción iónica por el método del ion-electrón. b) Calcule los gramos de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ que hay en un litro de disolución.

Respuesta:

- a) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando la primera semirreacción por 5, la segunda por 2, y sumando, tendremos:



- b) El número de moles de KMnO_4 que han reaccionado es: $n_{\text{KMnO}_4} = 24 \cdot 10^{-3} \cdot 0,023 = 5,52 \cdot 10^{-4}$. Puesto que 5 moles de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ reaccionan con 2 moles de KMnO_4 , podremos establecer la siguiente relación:

$$\frac{5 \text{ mol Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2 \text{ mol KMnO}_4} = \frac{x \text{ mol Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{5,52 \cdot 10^{-4} \text{ mol KMnO}_4} \quad x = 1,38 \cdot 10^{-3} \text{ moles Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

En 1 L de disolución, el número de moles será: $n = 1,38 \cdot 10^{-3} \cdot 1000/50 = 0,0276$. Los gramos por litro se despejarán de:

$$0,0276 = \frac{m/134}{1} \quad m = 3,70 \text{ g}$$

(134 es la masa molecular del $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)

5. Se hace pasar una corriente eléctrica de 0,2 A a través de una disolución acuosa de sulfato de cobre (II) durante 10 minutos. Calcule los gramos de cobre depositados.

Respuesta:

a) Para calcular la masa de cobre, podemos plantear la siguiente relación:

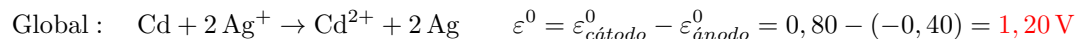
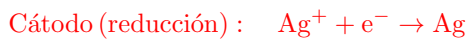
$$\frac{63,5/2 \text{ g Cu}}{96500 \text{ C}} = \frac{x \text{ g Cu}}{0,2 \cdot 10 \cdot 60 \text{ C}} \quad x = 0,039 \text{ g Cu}$$

6. En el laboratorio se construye una pila que tiene la siguiente notación; $\text{Cd (s)}|\text{Cd}^{2+}(\text{aq}), 1 \text{ M}||\text{Ag}^+(\text{aq}), 1 \text{ M}|\text{Ag (s)}$.

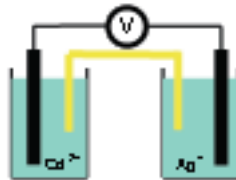
a) Indique las reacciones que tienen lugar en cada electrodo, el proceso total y la fuerza electromotriz de la pila. b) Detalle el material y reactivos necesarios y dibuje un montaje de la pila. $\varepsilon^0(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$; $\varepsilon^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$.

Respuesta:

a) Las reacciones serán las siguientes:



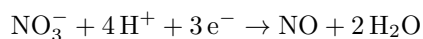
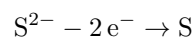
b) Se necesitarían vasos de precipitados, cables de conexión, tubo en U, disolución de un electrolito inerte (puede ser sulfato de sodio), voltímetro, electrodos de Ag y Cd, y disoluciones 1 M de Cd^{2+} y Ag^+ . El montaje podría ser del tipo:



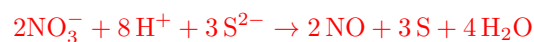
7. El sulfuro de cobre (II) sólido reacciona con ácido nítrico diluido produciendo azufre sólido (S), NO, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ y agua. a). Ajuste las reacciones iónica y molecular por el método del ion-electrón. b). Calcule los moles de NO que se producen al reaccionar de forma completa 430,3 g de CuS .

Respuesta:

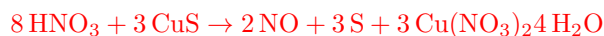
a) las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando la primera semirreacción por 3, la segunda por 2, y sumando miembro a miembro:



En forma molecular:



b) 430,3 g de Cu S corresponden a un número de moles:

$$n_{\text{CuS}} = \frac{430,3 \text{ g}}{95,6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4,5 \text{ mol CuS}$$

A partir de aquí, podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{3 \text{ mol CuS}}{2 \text{ mol NO}} = \frac{4,5 \text{ mol CuS}}{x \text{ mol NO}} \quad x = 3 \text{ mol NO}$$

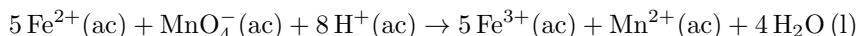
8. Se hace pasar durante 2,5 horas una corriente eléctrica de 5,0 A a través de una disolución acuosa de SnI_2 . Calcule los moles de I_2 liberados en el ánodo.

Respuesta:

a) Sabiendo que 1 F (96500 C) deposita 0,5 mol de I_2 , podremos escribir:

$$\frac{96500 \text{ C}}{0,5 \text{ mol I}_2} = \frac{2,5 \cdot 3600 \cdot 5 \text{ C}}{x \text{ mol I}_2} \quad x = 0,23 \text{ mol I}_2$$

9. Para determinar la concentración de una disolución de FeSO_4 se hace una valoración redox en la que 18,0 mL de disolución de KMnO_4 0,020 M reaccionan con 20,0 mL de disolución de FeSO_4 . La reacción que tiene lugar es:



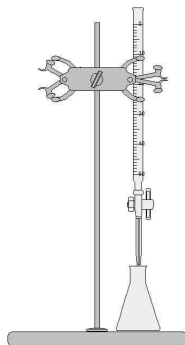
a) Calcule la concentración de la disolución de FeSO_4 . b) Nombre el material necesario y describa el procedimiento experimental para realizar la valoración.

Respuesta:

a) Sabiendo que 5 moles de sulfato de hierro (II) reaccionan con 1 mol de KMnO_4 , podremos plantear la siguiente relación:

$$\frac{5 \text{ mol FeSO}_4}{1 \text{ mol KMnO}_4} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot x \text{ mol FeSO}_4}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 0,020 \text{ mol KMnO}_4} \quad x = 0,09 \text{ M}$$

b) Para realizar la práctica necesitamos el siguiente material: matraz Erlenmeyer, vaso de precipitados, pipeta, bureta, soporte, nuez y pinza, de acuerdo al siguiente esquema:

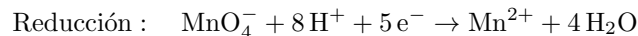
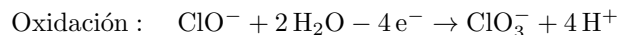


De un vaso de precipitados que contiene la solución problema, tomamos con una pipeta un volumen determinado y lo vertemos en un matraz Erlenmeyer. Cargamos la bureta con la disolución de permanganato de molaridad conocida, y valoramos hasta que el cambio de color a rosado en el matraz Erlenmeyer se haga permanente.

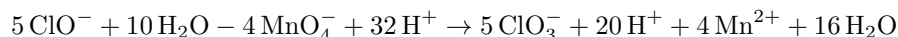
10. El KMnO_4 reacciona con hipoclorito de potasio, KClO , en medio ácido sulfúrico, formando KClO_3 , MnSO_4 , K_2SO_4 , y agua. a) Ajuste las reacciones iónica y molecular por el método del ion-electrón. b) ¿Qué volumen de una disolución que contiene 15,8 g de KMnO_4 por litro reacciona completamente con 2,0 L de otra disolución que contiene 9,24 g de KClO por litro?

Respuesta:

a) Las semirreacciones son las siguientes:



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



Agrupando términos, nos queda:



En forma molecular, tendremos:



b) Las molaridades de las disoluciones de KMnO_4 y KClO son, respectivamente:

$$M_{\text{KMnO}_4} = \frac{15,8}{158} = 0,1 \quad M_{\text{KClO}} = \frac{9,24}{90,55} \simeq 0,1$$

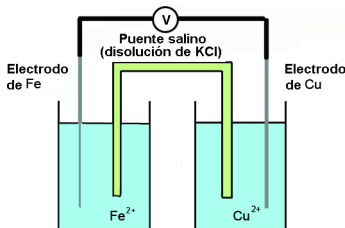
A partir de la relación:

$$\frac{5 \text{ mol KClO}}{4 \text{ mol KMnO}_4} = \frac{2 \cdot 0,1 \text{ mol KClO}}{V \cdot 0,1 \text{ mol KMnO}_4} \quad V = 1,6 \text{ L}$$

11. a) Realice un esquema indicando el material y los reactivos necesarios para construir en el laboratorio la pila cuya notación es la siguiente: $\text{Fe (s)}|\text{Fe}^{2+}(\text{ac}, 1\text{M})||\text{Cu}^{2+}(\text{ac}, 1\text{M})|\text{Cu}$. b) Escriba las semirreacciones que se producen en el ánodo y en el cátodo e indique sus respectivas polaridades. Escriba la reacción iónica global y calcule la fem de la pila. Datos: $\varepsilon^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$; $\varepsilon^0(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$.

Respuesta:

a) Un posible esquema podría ser el siguiente:



b) Las semirreacciones son las siguientes:



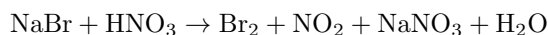
La reacción iónica global es: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$. La fem de la pila será:

$$\varepsilon_{\text{pila}}^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,34 - (-0,44) = 0,78 \text{ V}$$

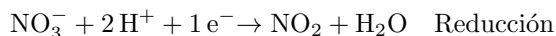
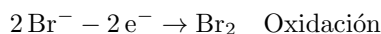
12. 100 g de NaBr se tratan con ácido nítrico concentrado de densidad 1,39 g/mL y riqueza 70 % en masa, hasta la reacción completa. Sabiendo que los productos de la reacción son Br₂, NO₂, NaNO₃ y agua: a) Ajuste las semirreacciones que tienen lugar por el método del ion-electrón, así como la ecuación iónica y la molecular. b) Calcule el volumen de ácido nítrico consumido.

Respuesta:

a) La reacción sin ajustar es la siguiente:



Las semirreacciones son:



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



En forma molecular:



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

$$\frac{2 \cdot 102,9 \text{ g NaBr}}{4 \cdot 63 \text{ g HNO}_3} = \frac{100 \text{ g NaBr}}{x \text{ g HNO}_3} \quad x = 122,45 \text{ g HNO}_3$$

Esta masa de ácido nítrico puro estará contenida en una masa de disolución:

$$m = \frac{122,45}{0,70} = 174,93 \text{ g disolución}$$

Siendo el volumen:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{174,93}{1,39} = 125,85 \text{ mL disolución}$$

13. Se hace pasar una corriente eléctrica de 1,5 A a través de 250 mL de una disolución acuosa de iones Cu²⁺ 0,1 M. Calcule el tiempo que tiene que transcurrir para que todo el cobre de la disolución se deposite como cobre metálico. Dato: F = 96500 C/mol.

Respuesta:

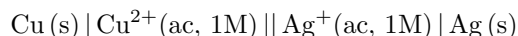
a) La cantidad de cobre que debe depositarse es:

$$m = 0,25 \cdot 0,1 \cdot 63,55 = 1,59 \text{ g Cu}$$

A partir de la relación:

$$\frac{96500 \text{ C}}{63,55/2 \text{ g Cu}} = \frac{1,5 \cdot t \text{ C}}{1,59 \text{ g Cu}} \quad t = 3219 \text{ s}$$

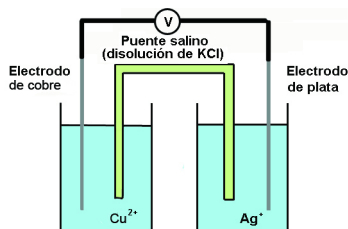
14. En el laboratorio se construye la siguiente pila en condiciones estándar:



a) Haga un dibujo del montaje, indicando el material y los reactivos necesarios. b) Escriba las semirreacciones de reducción y oxidación, la reacción iónica global de la pila y calcule el potencial de la misma en condiciones estándar. Datos: E⁰(Cu²⁺/Cu) = +0,34; V E⁰(Ag⁺/Ag) = +0,80 V

Respuesta:

a) Una representación de la pila sería la siguiente:

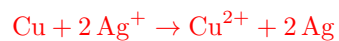


Los materiales necesarios serían: dos vasos de precipitados, electrodos de cobre y de plata, tubo en U, cables de conexión, voltímetro, disoluciones de CuSO_4 , ZnSO_4 y KCl (esta última, para el puente salino).

b) Las semirreacciones son las siguientes:



La reacción iónica global es:



La fuerza electromotriz es: $\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - 0,34 = 0,46 \text{ V}$

8. QUÍMICA ORGÁNICA.

1. Justifique cuales de los siguientes compuestos presentan isomería óptica: a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ b) $\text{BrCH}=\text{CHCl}$ c) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ d) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ e) $\text{BrCH}=\text{CHBr}$ f) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$.

Respuesta:

Para presentar isomería óptica, es necesaria la existencia de, al meno, un carbono asimétrico (carbono unido a cuatro sustituyentes distintos. Esto se da en los compuestos c), d) y f). El carbono asimétrico esta señalado en rojo, en cada caso.

2. Identifique el polímero que tiene la siguiente estructura: $\cdots\text{-CH}_2\text{-(CH}_2)_n\text{-CH}_2\cdots$, indicando además el nombre y la fórmula del monómero de partida.

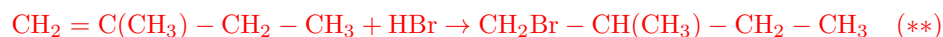
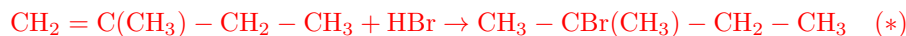
Respuesta:

a) Se trata del polietileno, un polímero del eteno (o etileno), $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$.

3. El 2-metil-1-buteno reacciona con el ácido bromhídrico para dar dos halogenuros de alquilo Escriba la reacción que tiene lugar, indicando de qué tipo es y nombrando los compuestos que se producen.

Respuesta:

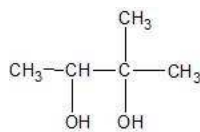
Las reacción es de adición, formándose 2 bromo-2-metilbutano (*) y 1-bromo-2-metilbutano (**):



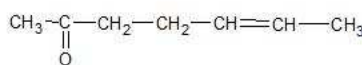
4. a) Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos: 3-metil-2,3-butanodiol, 5-hepten-2-ona, etilmetiléter, etanamida. e) Indique si el ácido 2-hidroxiopropanoico presenta algún carbono asimétrico y represente los posibles isómeros ópticos.

Respuesta:

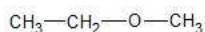
a) Las fórmulas semidesarrolladas son las siguientes:



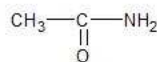
3-metil-2,3-butanodiol



5-hepten-2-ona



Etilmetiléter



Etanamida

En el ácido 2-hidroxiopropanoico, $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$, el carbono 2 es asimétrico, al estar unido a cuatro sustituyentes diferentes. Por tanto, este compuesto presenta isomería óptica, siendo los isómeros los siguientes:

5. a) Escriba la fórmula semidesarrollada de: i) dimetilamina. ii) etanal. iii) ácido 2-metilbutanoico, y b) nombre: iv) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$. v) $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$ vi)



Isómeros ópticos del ácido 2-hidroxipropanoico

CH₃Cl**Respuesta:**

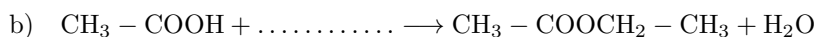
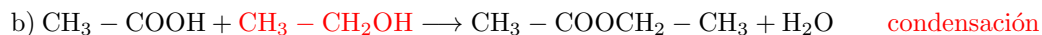
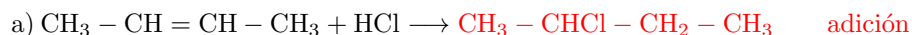
a)



b)



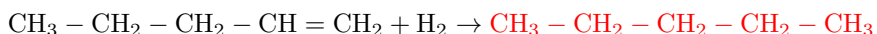
6. Complete e indique el tipo de reacción que tiene lugar, nombrando los compuestos orgánicos que participan en las mismas:

**Respuesta:**

7. Nombre los siguientes compuestos e identifique y nombre los grupos funcionales presentes en cada uno de ellos.

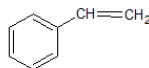


8. Complete la siguiente reacción, identificando de que tipo de reacción se trata y nombrando los compuestos orgánicos que participan en ella.



Se trata de una reacción de **adición**, siendo los reactivos **1-penteno** e hidrógeno, y el producto, **pentano**.

9. Nombre cada monómero, emparejelo con el polímero al que da lugar y cite un ejemplo de un uso doméstico y/o industrial de cada uno de ellos. **Respuesta:**



policloruro de vinilo

poliestireno

polietileno

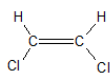
Los monómeros (de izquierda derecha) y los polímeros asociados a los mismos son, respectivamente **eteno (etileno) - polietileno**, **cloroeteno (cloruro de vinilo) - policloruro de vinilo** y **vinilbenceno (estireno) - poliestireno**. El polietileno se emplea en la fabricación de bolsas o botellas. el policloruro de vinilo (PVC) se emplea en la fabricación de tuberías, o en el sector de la construcción. El poliestireno se utiliza fundamentalmente en la fabricación de envases y embalajes.

10. Escriba la fórmula semidesarrollada y justifique si alguno de los siguientes compuestos presenta isomería cis-trans: a) 1,1-dicloroetano b) 1,1-dicloroeteno c) 1,2-dicloroetano d) 1,2-dicloroeteno. **Respuesta:**

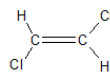
Las fórmulas semidesarrolladas son las siguientes:



Solamente el 1,2-dicloroeteno presentará isomería cis-trans, siendo los isómeros:



cis-1,2-dicloroeteno



trans-1,2-dicloroeteno