

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

15 de agosto de 2018

1. EL ÁTOMO. ENLACE QUÍMICO.

1. Responda a las siguientes cuestiones: a)) Ordene razonadamente los elementos C, F y Li según los valores crecientes de su afinidad electrónica y de su electronegatividad. b) Especifique los números cuánticos del electrón diferenciador del átomo de Li.

Respuesta:

a) Los tres elementos forman parte de un mismo periodo. La afinidad electrónica varía aumentando de izquierda a derecha a lo largo de un periodo de la tabla periódica, por lo que el orden creciente de las afinidades electrónicas de los elementos citados es: $\text{Li} < \text{C} < \text{F}$. Lo mismo sucede en el caso de la electronegatividad, por lo que el orden creciente es el mismo que el de la afinidad electrónica.

b) La configuración electrónica del Li es $1s^2 2s^1$. Los números cuánticos del electrón diferenciador son: **$n = 2, l = 0, m = 0$ y $s = +1/2$ (o $-1/2$).**

2. Responda a las siguientes cuestiones. a) ¿Qué son los momentos dipolares instantáneo, inducido y permanente? b) Indique y justifique cuáles de estas especies; HF, H₂, CH₃ – CO – CH₃ (acetona) y CH₃ – CH₂OH (etanol) son polares. c) Indique y justifique cuáles de las especies del apartado anterior formarán enlaces de hidrógeno.

Respuesta:

a) Un momento dipolar instantáneo es el que se produce por una asimetría temporal en la distribución de la densidad electrónica. El momento dipolar inducido es aquel que se produce en una molécula apolar en presencia de otra de carácter polar. Por último, el momento dipolar permanente es el que presentan las moléculas en las que los enlaces sean polares y su geometría haga que el momento dipolar neto sea no nulo. Por ejemplo, el enlace C-H tiene carácter polar, sin embargo, la molécula de CH₄ es apolar, debido a su geometría tetraédrica, que hace que el momento dipolar neto sea nulo.

b) Son compuestos polares el HF, la acetona y el etanol, siendo apolar el H₂.

c) De los compuestos anteriores, formarán enlace por puente de HF y el etanol, debido a la existencia en ambos casos de un enlace entre un hidrógeno y un elemento muy electronegativo (F y O, respectivamente), no formando dicho enlace la acetona y el hidrógeno

3. En relación con la estructura atómica: a) Defina el concepto de isótopo. b) Si un isótopo de un elemento tiene el símbolo ${}_{10}^{21}\text{A}$, establezca el elemento químico de que se trata y el significado de los índices. En relación con el estado de oxidación formal de los elementos: c) Defina el concepto de estado o número de oxidación de un elemento. d) Determine, justificándolo, el estado de oxidación formal de los elementos químicos que forman parte de las especies siguientes: O₂, CO₂, H₂SO₄, ClO₄⁻.

Respuesta:

a) Es un átomo que posee el mismo número atómico que otro, pero distinto número másico. Ambos átomos son de un mismo elemento.

b) La configuración electrónica de este elemento es: $1s^2 2s^2 2p^6$, por lo que se trata del **Ne**. **El valor 10 representa el número atómico y el 21, el número másico.**

c) Es la carga eléctrica que tendría el ion de este elemento, si todos sus enlaces con otros átomos fueran totalmente iónicos.

d) O₂: **0** (se trata de un elemento); CO₂: **4** y O, **-2** (el estado de oxidación del oxígeno en compuestos es -2); H₂SO₄: S: **+6**, O: **-2** e H: **+1**; ClO₄⁻: Cl: **+7**; O: **-2**. En todos los casos, la suma de los estados de oxidación, multiplicados por sus respectivos subíndices es, para cada especie, igual a su carga.

4. a) Enuncie el Principio de exclusión de Pauli b) ¿Qué define cada conjunto de números cuánticos n, l y m_l ? Razonando la respuesta deduzca si puede existir, en un átomo, más de un electrón con los números

cuánticos: $n = 2$, $l = 1$ y $m_l = 0$. c) ¿Cuántos electrones, como máximo, puede tener un átomo con los siguientes valores de los números cuánticos $n = 3$ y $l = 2$? ¿Qué define cada conjunto de números cuánticos n y l ? d) Enuncie el Principio de máxima multiplicidad de Hund e indique los electrones desapareados que existen en cada uno de los átomos e iones siguientes: nitrógeno, magnesio, catión hierro (III).

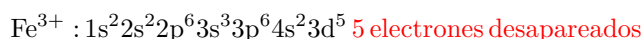
Respuesta:

a) Este principio afirma que «no es posible que dos electrones tengan la misma combinación de números cuánticos»

b) n define el nivel principal de energía; l , el subnivel, relacionado con el tipo de orbital, y m , la orientación de dicho orbital. Es posible la existencia de dos electrones con estos tres números cuánticos, pues el cuarto número cuántico tendría el valor $+1/2$ para uno de los electrones, y $1/2$ para el otro.

c) Para $n = 3$ y $l = 2$, pueden existir electrones con valores de número cuántico m_l : 2, 1, 0, -1 y -2, en total, **diez electrones**. El conjunto de números cuánticos n y l determina la energía y el tipo de orbital.

d) Este principio establece que los electrones deben distribuirse, siempre que sea posible, con sus spines paralelos. Las estructuras electrónicas de las especies indicadas son, respectivamente:



5. Para las siguientes configuraciones electrónicas de átomos neutros: i) $1s^2 2s^2$ ii) $1s^1 2s^1$ iii) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^8 4s^1$ iv) $1s^2 2s^2 3s^1$ v) $1s^2 2s^2 2p^6 2d^2$ a) ¿Cuáles representan un estado fundamental, cuáles un estado excitado y cuáles son imposibles? b) Indique a qué átomo pertenecen las configuraciones que no son imposibles. c) Podemos representar un isótopo como ${}^A_Z X$. Explique esta simbología.

Respuesta:

a) Sólo **el i) representa un estado fundamental**. **ii) y iv) representan estados excitados**, siendo imposibles las demás configuraciones (en el nivel 3 no puede haber 4 orbitales p, mientras que en nivel 2 no existen orbitales d).

b) La configuración i) corresponde al **Be**, la ii) al **He**, mientras la iv) corresponde al **B**.

c) En esta representación **A indica el número atómico, Z el número másico y X el símbolo del elemento**.

6. Conteste las siguientes cuestiones: a) Defina afinidad electrónica de un elemento e indique cuál tiene mayor afinidad electrónica el átomo de cloro, Cl, o el de azufre, S. b) Indique razonadamente cuál sería más estable, el ion S^{2-} o el Cl^{2-} .

Respuesta:

a) La afinidad electrónica es la energía que se desprende cuando un átomo en estado gaseoso y no excitado capta un electrón. De los dos elementos mencionados, la mayor afinidad electrónica corresponde al Cl pues al captar un electrón, adquiere configuración de gas noble, lo que en el caso del S requeriría la captación de dos electrones.

Respuesta:

b) Es más estable **el ion S^{2-}** , pues posee una configuración de gas noble. El ion Cl^{2-} no posee esta configuración, por lo que sería más inestable. Un ion estable para el Cl sería el ion Cl^- , que sí poseería configuración de gas noble.

d) El CH_4 presenta ángulos de enlace de $109,5^\circ$, aproximadamente. En el caso del NH_3 , la existencia de un par de electrones solitarios sobre el átomo de N hace que los ángulos de enlace N-N disminuyan con respecto al valor de 109° antes indicado (más concretamente, el valor será de 107° , aproximadamente).

2. ESTEQUIOMETRÍA.

3. CINÉTICA DE REACCIONES.

1. Para la reacción: $A + B \rightarrow \text{Productos}$, se determinaron experimentalmente las siguientes velocidades iniciales: Calcule numéricamente: a) La ley de velocidad para la reacción. b) El orden de la reacción

Experimento	$[A]_0$ M	$[B]_0$ M	Velocidad $\cdot 10^{-3}$ (M \cdot s $^{-1}$)
1	0,20	0,10	3,40
2	0,20	0,30	10,20
3	0,40	0,30	40,80

(total y parciales). c) La constante de velocidad y la velocidad de la reacción si las concentraciones iniciales de A y de B son 0,50 M.

Respuesta:

- a) La ley de velocidad tiene la expresión:

$$v = K[A]^\alpha[B]^\beta$$

Tomando los datos de los experimentos 2 y 1, y dividiendo miembro a miembro, tendremos:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{10,20}{3,40} = 3 = \frac{K \cdot 0,20^\alpha 0,30^\beta}{K \cdot 0,20^\alpha 0,10^\beta} = 3^\beta \rightarrow \beta = 1$$

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

$$\frac{v_3}{v_2} = \frac{40,80}{10,20} = 4 = \frac{K \cdot 0,40^\alpha 0,30^\beta}{K \cdot 0,20^\alpha 0,30^\beta} = 2^\alpha \rightarrow \alpha = 2$$

Por tanto, la ley de velocidad es:

$$v = K[A]^2[B]$$

- b) El orden total es **3** (2+1). Los órdenes parciales respecto de A y de B son **2** y **1**, respectivamente
 c) Para calcular la constante de velocidad, sustituimos los datos ya conocidos junto con los calculados, para uno cualquiera de los experimentos (por ejemplo, el 1):

$$3,40 \cdot 10^{-3} = K \cdot 0,2^2 \cdot 0,1, \text{ obteniéndose : } K = 0,85 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

La velocidad de reacción para $[A] = [B] = 0,5$ M será:

$$v = 0,85 \cdot 0,5^2 \cdot 0,5 = 0,106 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$$

2. Indique, justificando la respuesta, si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas: a) Cuando se añade un catalizador a una reacción, ésta se hace más exotérmica y su velocidad aumenta. b) En general, las reacciones químicas aumentan su velocidad cuanto más alta es su temperatura. c) Las reacciones químicas entre compuestos iónicos en disolución suelen ser más rápidas que en fase sólida. d) La velocidad de las reacciones químicas, en general, es mayor en las disoluciones concentradas que en las diluidas.

Respuesta:

- a) La afirmación es falsa: la velocidad de la reacción aumenta, pero su entalpía no cambia.
 b) La afirmación es **correcta**: según la teoría de colisiones, la energía de las moléculas se hace mayor al

aumentar la temperatura, y el número de choques eficaces aumenta.

c) La afirmación es **correcta**: el contacto entre los reactivos es mucho mayor en el primer caso

d) La afirmación es **correcta**: la velocidad de una reacción química, por ejemplo, del tipo $A + B \rightarrow C$ tiene la expresión: $v = k[A]^\alpha[B]^\beta$

3. Las nieblas de contaminación urbana se deben en parte a los óxidos de nitrógeno. Se ha estudiado la cinética de la reacción exotérmica: $\text{NO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{NO}_2$ y se ha determinado que cuando se duplica la $[\text{O}_2]$ manteniendo constante la $[\text{NO}]$, la velocidad de reacción se duplica; y cuando la $[\text{NO}]$ se duplica manteniendo constante la $[\text{O}_2]$ la velocidad de reacción se hace 4 veces mayor. a) Calcule el orden total de la reacción. b) Determine las unidades de la constante de velocidad, k. c) Dibuje un gráfico que represente la variación de energía durante el transcurso de la reacción, incluyendo todas las magnitudes de energía implicadas.

Respuesta:

a) La expresión de la velocidad de la reacción tiene la siguiente forma:

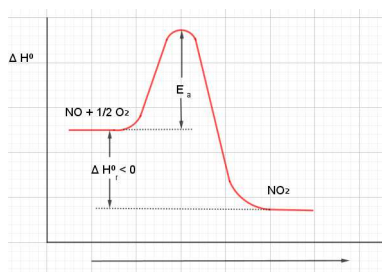
$$v = k[\text{NO}]^\alpha[\text{O}_2]^\beta$$

Si al duplicar la concentración de O_2 la velocidad aumenta al doble, la reacción será de orden 1 para el O_2 , es decir, $\beta = 1$. Por otra parte, si al duplicar la concentración de NO la velocidad aumenta al cuádruple, esto indica que el valor de α será 2, con lo que la reacción será de orden 2 respecto al NO . El orden total de la reacción será, pues $n = 2 + 1 = 3$.

b) Las unidades de la constante de velocidad serán:

$$\frac{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} = \text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

c) Al tratarse de una reacción exotérmica, la variación de energía con el transcurso de la reacción podría ser representada de la forma:



4. El NO (g) reacciona con H_2 (g) para formar N_2O (g) y H_2O (g). Para dicha reacción se determinaron las siguientes velocidades iniciales de reacción para las concentraciones iniciales de reactivos que se indican en la tabla: Calcule numéricamente: a) El orden total de la reacción y los órdenes parciales.

Experimento	$[\text{NO}]_0$ (M)	$[\text{H}_2]_0$ (M)	V_0 (M·s ⁻¹)
1	0,064	0,022	$2,6 \cdot 10^{-2}$
2	0,064	0,044	$5,2 \cdot 10^{-2}$
3	0,128	0,022	$1,0 \cdot 10^{-1}$

b) La constante de velocidad de la reacción. c) La velocidad inicial de la reacción para concentración inicial de ambos reactivos igual a 0,08 M.

Respuesta:

a) La expresión de la velocidad de la reacción tiene la siguiente forma:

$$v = k[\text{NO}]^\alpha[\text{H}_2]^\beta$$

Tomando los datos de los experimentos 2 y 1, y dividiendo miembro a miembro, tendremos:

$$\frac{5,2 \cdot 10^{-2}}{2,6 \cdot 10^{-2}} = 2 = \frac{k \cdot 0,064^\alpha \cdot 0,044^\beta}{k \cdot 0,064^\alpha \cdot 0,022^\beta} = 2^\beta \quad \beta = 1$$

Tomando ahora los datos de los experimentos 3 y 2, y dividiendo miembro a miembro:

$$\frac{1,0 \cdot 10^{-1}}{5,2 \cdot 10^{-2}} \simeq 2 = \frac{k \cdot 0,128^\alpha \cdot 0,022}{k \cdot 0,064^\alpha \cdot 0,044} = 2^{\alpha-1} \quad \alpha = 2$$

Con lo que la velocidad de reacción tendrá la expresión: $v = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2]$. El orden total de reacción será: $n = 2 + 1 = 3$.

b) Para hallar la constante de velocidad de la reacción, sustituimos los valores de uno de los experimentos, por ejemplo el 1:

$$2,6 \cdot 10^{-2} = k \cdot 0,064^2 \cdot 0,022 \quad k = 288,53 \text{ mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

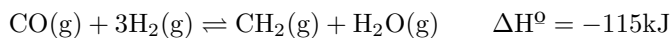
c) La velocidad inicial será:

$$v_0 = 288,53 \cdot 0,08^3 = 0,148 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

4. TERMOQUÍMICA.

5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

1. Razone el efecto que tendría sobre la siguiente reacción en equilibrio:



cada uno de los cambios que se indican: a) Disminución de la temperatura a presión constante. b) Aumento de la presión total a temperatura constante. c) Adición de hidrógeno. d) Eliminación parcial de vapor de agua..

Respuesta:

- a) La reacción es exotérmica, por lo que al disminuir la temperatura, el equilibrio se desplaza hacia la derecha (formación de productos).
- b) Puesto que $\Delta n = 2 - 4 < 0$, un aumento de presión produce un desplazamiento del equilibrio hacia donde el número de moles gaseosos sea menor, es decir, hacia la derecha.
- c) El aumento en la concentración de alguno de los reactivos produce un desplazamiento del equilibrio hacia la derecha.
- d) La disminución de la concentración de alguno de los productos produce un desplazamiento del equilibrio hacia la derecha.
2. Para la reacción: $\text{A (g)} \rightleftharpoons \text{B (g)} + \text{C (g)}$, cuando el sistema está en equilibrio a 200°C , las concentraciones son: $[\text{A}] = 0,3 \text{ M}$; $[\text{B}] = [\text{C}] = 0,2 \text{ M}$. a. Si manteniendo la temperatura a 200°C se aumenta repentinamente el volumen al doble, ¿cómo se restablece el equilibrio? b) Calcule las nuevas concentraciones de equilibrio para el apartado anterior..

Respuesta:

a) Puesto que el incremento del número de moles gaseosos es: $\Delta n = 2 - 1$, un aumento de volumen tiende a desplazar el equilibrio hacia donde el número de moles de sustancias gaseosas sea mayor, es decir, hacia la derecha.

- b) El valor de K_c , que se mantendrá constante, es:

$$K_c = \frac{[\text{B}][\text{C}]}{[\text{A}]} = \frac{0,2 \cdot 0,2}{0,3} = 0,133$$

El número de moles inicial será:

$$n_A = 0,3 \cdot V \quad n_B = 0,2 \cdot V \quad n_C = 0,2 \cdot V$$

Sabiendo que, para que se mantenga el valor de K_c , la concentraciones de B y C deben aumentar y la de A, disminuir, podremos poner:

$$K_c = 0,133 = \frac{\frac{0,2V + n}{2V} \cdot \frac{0,2V + n}{2V}}{\frac{0,3V - n}{2V}} = \frac{(0,1 + c)(0,1 + c)}{(0,15 - c)}$$

Siendo n la concentración perdida por A (o ganada por B y por C). Resolviendo la ecuación, tendremos: $c = 0,028 \text{ M}$, con lo que, las nuevas concentraciones de equilibrio serán:

$$[\text{A}] = 0,15 - 0,028 = 0,122 \text{ M} \quad [\text{B}] = [\text{C}] = 0,1 + 0,028 = 0,128 \text{ M}$$

3. Sabiendo que la K_{ps} del cromato de plata (Ag_2CrO_4) es $1,1 \cdot 10^{-12}$ a 25°C , calcule la cantidad máxima de dicha sal que se podría disolver en 250 mL de agua a dicha temperatura. Justifique cualquier suposición realizada.

Respuesta:

a) A partir de la constante del producto de solubilidad:

$$K_{ps} = 1,1 \cdot 10^{-12} = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = (2s)^2s = 4s^3$$

Se deduce que $s = 6,5 \cdot 10^{-5}$ M. La masa de cromato de plata que puede ser disuelta en 250 mL de agua se calcula así:

$$6,5 \cdot 10^{-5} = \frac{m/331,74}{0,25} \quad m = 5,39 \cdot 10^{-3} \text{ g Ag}_2\text{CrO}_4$$

(331,74 es la masa molecular del cromato de plata).

4. En un cilindro metálico cerrado, se tiene el siguiente proceso químico en equilibrio: $2 \text{A} (\text{g}) + \text{B} (\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{C} (\text{s}) + 2 \text{D} (\text{g})$ $\Delta H^\circ < 0$ kJ/mol. Justifique de un modo razonado el sentido hacia donde se desplazará el equilibrio si: a) Se duplica la presión en el sistema. b) Se reduce a la mitad la cantidad de las especies B y C. c) Se incrementa la temperatura.

Respuesta:

a) **No habrá desplazamiento** al tratarse de un equilibrio heterogéneo, y existir el mismo número de moles de sustancias gaseosas en ambos miembros

b) Al igual que en el apartado a), **no existirá desplazamiento**, pues las concentraciones de las especies sólidas pueden considerarse constantes

c) Un aumento de la temperatura produce el desplazamiento del equilibrio en el sentido en el que la reacción sea endotérmica, en este caso, **hacia la izquierda**.

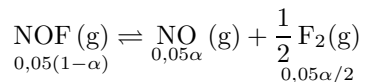
5. Al calentar el gas NOF se disocia según la reacción: $\text{NOF}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{F}_2(\text{g})$ En un recipiente de 1 litro se introducen inicialmente 2,45 g de NOF, se calienta a 300°C y cuando se alcanza el equilibrio la presión total es de 2,57 atm. a) Calcule el grado de disociación del NOF. b) Calcule la presión parcial del flúor en el equilibrio.

Respuesta:

a) El número inicial de moles de NOF será:

$$n_0 = \frac{2,45}{49} = 0,05$$

En el equilibrio tendremos:



Aplicando la ecuación de los gases:

$$2,57 = 0,05 \left(1 + \frac{\alpha}{2}\right) 0,082 \cdot 573 \quad \alpha = 0,188$$

b) la presión parcial del F_2 será:

$$p_{\text{F}_2} = 2,57 \frac{0,094}{1,094} = 0,22 \text{ atm}$$

6. El fluoruro de bario BaF_2 se caracteriza por ser muy poco soluble en agua, con un K_{ps} que vale $1,84 \cdot 10^{-7}$. Calcule la solubilidad del BaF_2 en g/L: a) En agua pura. b) En una disolución acuosa 1 M de NaF.

Respuesta:

- a) La solubilidad en agua pura se calcula de la forma:

$$1,84 \cdot 10^{-7} = [\text{Ba}^{2+}][\text{F}^-]^2 = s(2s)^2 = 4s^3 \quad s = 3,58 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

La solubilidad expresada en g/L será:

$$s = 3,58 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 175,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,63 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

- b) Al añadir BaF_2 a una disolución que contiene el ion F^- , podremos escribir lo siguiente:

$$1,84 \cdot 10^{-7} = s(2s + 1)^2$$

Podemos suponer que s disminuirá respecto al valor calculado en el apartado a), por efecto del ion común. De esta forma, podremos hacer la aproximación: $2s + 1 \simeq 1$, por lo cual: $s = 1,84 \cdot 10^{-7} \text{ M}$ que, expresada en g/L tendrá el valor:

$$s = 1,84 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 175,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3,22 \cdot 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

7. El yoduro de amonio sólido (NH_4I) se descompone en amoniaco gaseoso (NH_3) y yoduro de hidrógeno gaseoso (HI). A 673K la constante de equilibrio K_p es 0,215. En un matraz de 5 litros se introducen 15 g de NH_4I sólido y se calienta hasta 673K. a) Escriba la reacción ajustada indicando también los estados de agregación. b) Calcule el valor de K_c . c) Calcule la presión total dentro del matraz en el equilibrio. d) Calcule la masa de reactivo que queda sin descomponer.

Respuesta:

- a) la reacción ajustada será la siguiente:



- b) El valor de K_c será:

$$K_c = K_p(\text{RT})^{-\Delta n} = 0,215 (0,082 \cdot 673)^{-2} = 7,06 \cdot 10^{-5}$$

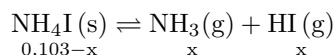
- c) Aplicando el valor de K_p :

$$0,215 = p_{\text{NH}_3} \cdot p_{\text{HI}} = p^2 \quad p = 0,46 \text{ atm} \quad P = 2p = 0,92 \text{ atm}$$

- d) El número inicial de moles de NH_4I es:

$$n_0 = \frac{15 \text{ g}}{144,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,103$$

En el equilibrio, podremos escribir lo siguiente:



Aplicando la ecuación de los gases:

$$0,46 \cdot 5 = x \cdot 0,082 \cdot 673 \quad x = 0,042 \text{ moles}$$

la cantidad de NH_4I restante será:

$$n_{\text{NH}_4\text{I}} = 0,103 - 0,042 = 0,061 \text{ mol equivalente a : } 0,061 \text{ mol} \cdot 144,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,83 \text{ g}$$

8. La constante del producto de solubilidad del CaF_2 es $2,7 \cdot 10^{-8}$. a) Calcule la máxima cantidad de dicha sal, en gramos, que podría estar contenida en 150 mL de disolución. b) Calcule la concentración del ion Ca^{2+} que permanecería en disolución si a la disolución saturada anterior se le añade NaF sólido hasta una concentración de 0,2 M. Deberá justificarse cualquier aproximación que se haga.

Respuesta:

- a) A partir de la expresión del producto de solubilidad:

$$2,7 \cdot 10^{-8} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = s(2s)^2 = 4s^3 \quad s = 1,89 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

En 150 mL de agua habrá disuelta una cantidad m de CaF_2 , cumpliéndose:

$$1,89 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{\frac{m \text{ g}}{78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{0,15 \text{ L}} \quad m = 0,022 \text{ g}$$

- b) Si añadimos NaF sólido (que en disolución quedará totalmente dissociado) hasta que $[\text{F}^-] = 0,2$, podremos escribir:

$$2,7 \cdot 10^{-8} = s(2s + x)^2$$

Siendo x la concentración de F^- procedente del NaF. Puesto que, por efecto del ion común la solubilidad del CaF_2 disminuye con respecto a la solubilidad en agua pura, podremos hacer la aproximación $2s + x \simeq x = 0,2$ por lo cual:

$$2,7 \cdot 10^{-8} = s \cdot 0,2^2 \quad s = [\text{Ca}^{2+}] = 6,75 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

6. ÁCIDOS Y BASES.

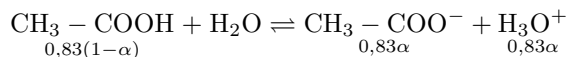
1. El grado de acidez indicado en la etiqueta de un vinagre es 5°. Esto equivale a una concentración de 5 g de ácido acético por cada 100 mL de vinagre. Determine: a) El grado de disociación del ácido acético en este vinagre. b) El pH que tendrá dicho vinagre. Dato: $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Respuesta:

- a) La concentración de ácido acético, expresada en mol/L es:

$$c_0 = \frac{50/60}{1} = 0,83$$

El equilibrio de disociación de ácido acético se puede representar de la siguiente forma:



Sustituyendo en la constante K_c :

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{0,83\alpha^2}{1 - \alpha} \quad \text{Obteniéndose : } \alpha = 4,64 \cdot 10^{-3}$$

- b) El pH será: $\text{pH} = -\log c_0\alpha = -\log(0,083 \cdot 4,64 \cdot 10^{-3}) = 2,41$

2. Se valoran 50 mL de HCl 0,1 M con NaOH 0,1 M. Calcule el valor del pH de la disolución resultante después de añadir los siguientes volúmenes de NaOH 0,1 M suponiendo que los volúmenes son aditivos: a) 49,9 mL de NaOH. b) 50 mL de NaOH. c) 50,1 mL de NaOH. d). Explique cómo haría la valoración y describa el material que utilizaría.

Respuesta:

El número de moles de cada especie que intervienen en la reacción viene dado por el producto $V \cdot M$, con lo que, el número de moles de HCl será en mismo en todos los casos, es decir, $n_{\text{HCl}} = 0,05 \cdot 0,1 = 5 \cdot 10^{-3}$:

a) El número de moles de NaOH será: $n_{\text{NaOH}} = 4,99 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 = 4,99 \cdot 10^{-3}$. Quedan sin neutralizar: $5 \cdot 10^{-3} - 4,99 \cdot 10^{-3} = 10^{-5}$ moles de ácido. en un volumen de 0,999 L, con lo cual:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{10^{-5}}{0,999} \simeq 10^{-4} \quad \text{pH} = 4$$

b) El número de moles de NaOH será: $n_{\text{NaOH}} = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 = 5 \cdot 10^{-3}$. Todo el ácido quedará neutralizado, por lo que:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \quad \text{pH} = 7$$

c) El número de moles de NaOH será: $n_{\text{NaOH}} = 5,01 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 = 5,01 \cdot 10^{-3}$. Queda un exceso de : $5,01 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3} = 10^{-5}$ moles de base. en un volumen de 0,101 L, con lo cual:

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-5}}{0,101} \simeq 10^{-4} \quad \text{pH} = 14 - [\text{OH}^-] = 10$$

d) Se utilizaría una bureta, un vaso de precipitados, una varilla agitadora, disoluciones de NaOH y HCl, así como un indicador (p.ej. fenolftaleína)

3. Se disuelven 10,8 g de ácido cloroso, HClO_2 , en agua suficiente hasta 525 mL finales de disolución. a) Calcule el pH de la disolución resultante. b) Calcule el volumen de agua que hay que añadir a la disolución anterior para que el pH sea 2, considerando que los volúmenes sean aditivos. DATO: $K_{\text{ácido}} = 0,0115$.

Respuesta:

7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN.

1. En una celda electrolítica con 50 mL de disolución acuosa de sulfato de cobre CuSO_4 0,5 M acidulada con ácido sulfúrico se introducen dos electrodos de platino por los que se hace pasar una corriente de 5,0 A. Al final del proceso, el cátodo, que inicialmente pesaba 11,1699 g, ha aumentado su peso hasta 12,4701 g por la formación de un depósito sólido. a) ¿Qué reacción ha tenido lugar en el cátodo? b) ¿Cuál ha sido el rendimiento de la electrolisis? c) ¿Cuál es la carga eléctrica (en culombios) empleada en formar el depósito sólido sobre el cátodo?.

Respuesta:

a) En el cátodo se ha producido la reducción del Cu^{2+} a Cu, según: $\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$

b) La masa de cobre obtenida es:

$$m = 12,4701 - 11,1699 = 1,3002 \text{ g}$$

En la celda hay una masa de cobre de:

$$m = V \cdot M \cdot M.a. = 50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 63,55 = 1,5888 \text{ g}$$

Con lo que el rendimiento será:

$$r = \frac{m}{m_0} 100 = \frac{1,3002}{1,5888} 100 = 81,8 \%$$

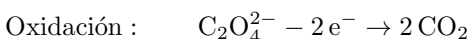
c) La carga eléctrica se puede calcular a partir de:

$$\frac{63,55/2 \text{ g Cu}}{96500 \text{ C}} = \frac{1,3002 \text{ g Cu}}{q} \quad q = 3949 \text{ C}$$

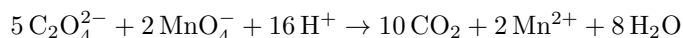
2. La reacción entre el permanganato potásico (KMnO_4) y el oxalato sódico ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$), en medio sulfúrico, genera dióxido de carbono y sulfato de manganeso (II) (MnSO_4). a) Ajuste la reacción molecular por el método del ion-electrón. b) Calcule la concentración de una disolución de oxalato sódico teniendo en cuenta que 20 mL de ésta consumen 17 mL de permanganato potásico de concentración 0,5 M.

Respuesta:

a) Las respectivas reacciones de oxidación y de reducción son:



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



En forma molecular:



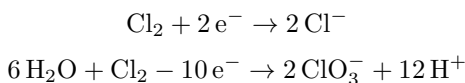
b) La concentración de la disolución de oxalato sódico se obtiene a partir de:

$$17 \cdot 10^3 \cdot 0,5 = 20 \cdot 10^{-5} \text{M} \quad \text{M} = \frac{8,5}{20} = 0,425$$

3. Ajuste por el método del ión-electrón la siguiente reacción: $\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cl}^- (\text{ac}) + \text{ClO}_3^- (\text{ac})$. a) En medio ácido. b) En medio básico.

Respuesta:

- a) En medio ácido:



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



- b) Sumando en los dos miembros de la reacción ajustada anterior:



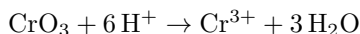
Obteniendo finalmente:



4. Se pretende depositar Cr metal, por electrolisis, de una disolución ácida que contiene óxido de cromo (VI) (CrO_3). a) Escriba la semirreacción de reducción. b) ¿Cuántos gramos de Cr se depositarán si se hace pasar una corriente de $1 \cdot 10^4$ C? ¿Cuánto tiempo tardará en depositarse un gramo de Cr si se emplea una corriente de 6 A?

Respuesta:

- a) La semirreacción es:



- b) para hallar la masa de Cr depositado:

$$\frac{52/3 \text{ g Cr}}{96500 \text{ C}} = \frac{x \text{ g Cr}}{1 \cdot 10^4 \text{ C}} \quad x = 1,8 \text{ g}$$

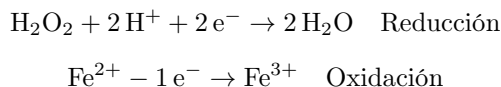
- c) El tiempo necesario se deduce de:

$$\frac{52/3 \text{ g Cr}}{96500 \text{ C}} = \frac{1 \text{ g Cr}}{x \text{ C}} \quad x = 927,9 \text{ C}$$

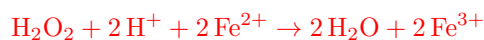
5. Cuando en un volumen de agua oxigenada, H_2O_2 , se disuelve una sal de Fe^{2+} , en principio podrían ocurrir las siguientes reacciones: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{Fe}^{3+}$ ó $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons \text{O}_2(\text{g}) + \text{Fe}(\text{s})$
a) Ajuste ambas reacciones por el método del ion-electrón. b) Justifique la espontaneidad de cada una de ellas en condiciones estándar. DATOS: $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,447\text{V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,771\text{V}$; $E^\circ(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = +1,776\text{V}$ y $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = +0,695\text{V}$.

Respuesta:

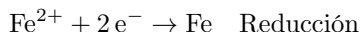
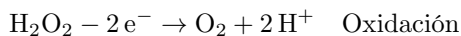
- a) Para la primera reacción:



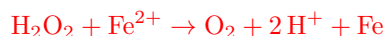
Multiplicando por 2 la segunda semirreacción y sumando la primera, tendremos:



En el segundo caso:



Sumando ambas semirreacciones, obtendremos:



b) Para la primera reacción, el potencial sería: $\varepsilon^0 = 1,776 - 0,771 = +1,005 \text{ V}$. La reacción es espontánea. En el segundo caso, el potencial tendría el valor: $\varepsilon^0 = -0,447 - 0,695 = -1,142 \text{ V}$. La reacción no es espontánea.

6. Se dispone de dos celdas electrolíticas conectadas en serie que contienen disoluciones acuosas de sulfato de níquel (II) (NiSO_4) y nitrato de plata (AgNO_3), respectivamente. Se hace pasar una corriente eléctrica por el circuito hasta que se depositan 0,650 g de plata en la segunda celda. a) Escriba las reacciones que tienen lugar en el cátodo de cada una de las celdas. Explique si el potencial será positivo o negativo. b) Calcule cuántos gramos de níquel se habrán depositado en la primera celda. c) Calcule cuánto tiempo habrá durado el proceso si la intensidad de la corriente eléctrica ha sido de 2,5 A.

Respuesta:

a) En el cátodo se produce la reducción, por lo que en el cátodo de cada una de las celdas tendrá lugar la reacción siguiente:



El potencial en el cátodo será **negativo**.

b) La cantidad de carga eléctrica que circula por cada una de las cubas electrolíticas es la misma, por lo que podemos escribir:

$$\frac{96500 \text{ C}}{107,9 \text{ g Ag}} = \frac{Q \text{ C}}{0,650 \text{ g Ag}} \quad Q = 581,32 \text{ C}$$

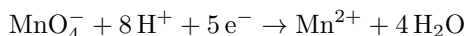
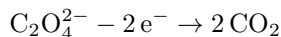
$$\frac{96500 \text{ C}}{58,7/2 \text{ g Ni}} = \frac{581,32 \text{ C}}{x \text{ g Ni}} \quad x = 0,177 \text{ g Ni}$$

c) Puesto que la carga que ha atravesado el circuito es 572,83 C, tendremos que: $581,32 = 2,5 t$, con lo que $t = 232,53 \text{ s}$

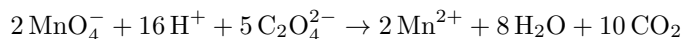
7. Ajuste las siguientes reacciones moleculares por el método del ion-electrón. a) El oxalato sódico ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) reacciona con el permanganato de potasio (KMnO_4), en disolución acidificada con ácido sulfúrico, para dar, entre otros compuestos, dióxido de carbono (CO_2) y sulfato de manganeso (II) (MnSO_4). b) En presencia de hidróxido sódico, el clorato sódico (NaClO_3) reacciona con el cloruro de cromo (III) (CrCl_3) para dar cloruro sódico y cromato sódico (Na_2CrO_4).

Respuesta:

a) Las semirreacciones son las siguientes:



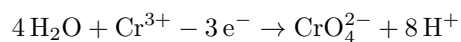
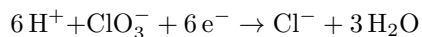
Multiplicando por 5 la primera semirreacción, por 2 la segunda, y sumando, tendremos:



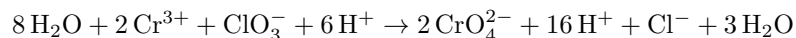
En forma molecular:



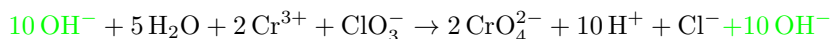
b) Las semirreacciones son las siguientes:



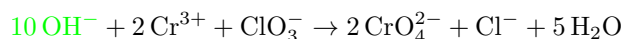
Multiplicando por 2 la segunda semirreacción, y sumando a la primera, tendremos:



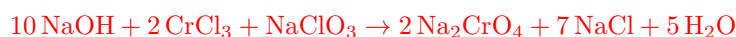
Agrupando términos y sumando OH^- al primero y segundo miembros::



La suma de 2 H^+ y 2 OH^- en el segundo miembro nos da 2 H_2O



En forma molecular, nos queda:



8. En una cuba electrolítica se hace pasar una corriente de 0,7 amperios a través de una disolución ácida que contiene CuSO_4 , durante 3 horas. a) Escriba la reacción que tiene lugar en el cátodo. b) Escriba la reacción de oxidación del agua que se producirá en el ánodo. c) Calcule la masa de cobre metálico que se depositará en el proceso.

Respuesta:

a) La reacción en el cátodo es la siguiente: $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

b) En el ánodo se producirá la reacción: $\text{H}_2\text{O} - 1 \text{e}^- \rightarrow 1/2 \text{O}_2 + 2 \text{H}^+$

c) La cantidad depositada se calculará a partir de la igualdad:

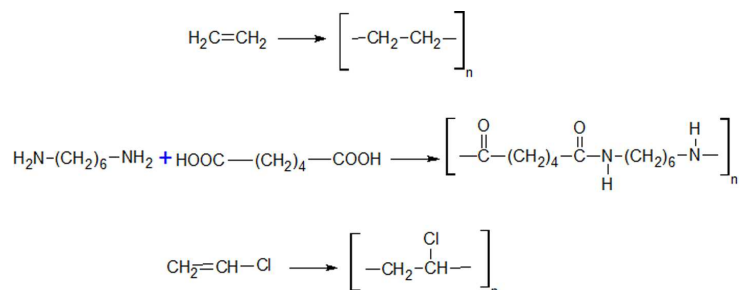
$$\frac{63,55}{2} \text{ g Cu} = \frac{x \text{ g Cu}}{0,7 \cdot 3 \cdot 3600 \text{ C}} \quad x = 2,49 \text{ g Cu}$$

8. QUÍMICA ORGÁNICA.

1. Escriba la fórmula de los productos de polimerización de los siguientes compuestos, especificando el tipo de reacción que se ha producido. a) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ b) $\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2 + \text{COOH}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ c) $\text{CH}_2=\text{CHCl}$.

Respuesta:

Las reacciones de polimerización pueden verse en la siguiente imagen:



Las reacciones a) y c) son reacciones de adición, mientras la b) es una reacción de condensación.

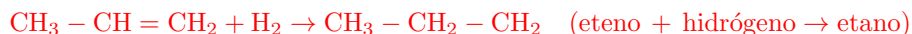
2. Formule y nombre: a) Un compuesto orgánico con dos dobles enlaces. b) Un compuesto orgánico con un grupo aldehído y un doble enlace. c) Un compuesto orgánico con un grupo éster y un triple enlace. d) Un compuesto orgánico con un grupo éter y un grupo ácido. e) Un compuesto orgánico con un grupo amina y un grupo aldehído.

Respuesta:

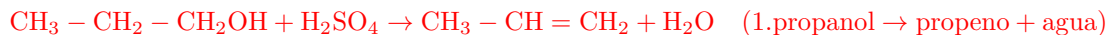
- a) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ (1,3-butadieno)
 b) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CHO}$ (propenal)
 c) $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{COO} - \text{CH}_3$ (propinoato de metilo)
 d) $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ (ácido metoxietanoico)
 e) $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{CHO}$ (aminoetanal).
3. Utilizando compuestos orgánicos con tres átomos de carbono ponga un ejemplo de cada uno de los tipos de reacciones orgánicas siguientes: a) Adición. b) Eliminación. c) Sustitución. Formule y nombre los reactivos y los productos.

Respuesta:

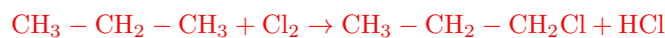
- a) Reacción de adición:



- b) Reacción de eliminación:



- c) Reacción de sustitución:



(propano + cloro \rightarrow (1 - cloropropano + cloruro de hidrógeno)

4. Conteste razonadamente las siguientes cuestiones: a) Formule la reacción química que tiene lugar entre el ácido benzoico y el metanol, nombre todos los compuestos que participan y diga de qué tipo de reacción se trata. b) Escriba la reacción de polimerización entre 1,6-hexanodiamina y ácido hexanodioico para formar el nailon-6,6.

Respuesta:

- a) La reacción es:



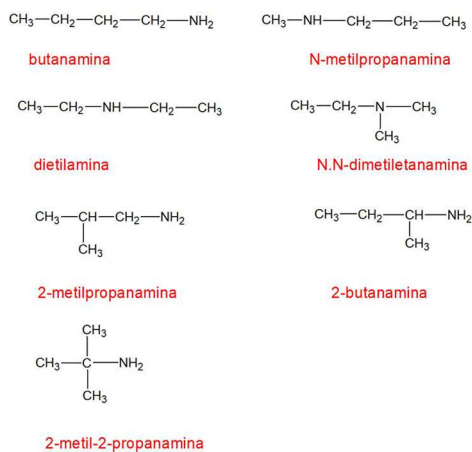
Se trata de una reacción de **esterificación**

- b) La reacción puede verse en el **ejercicio 1** de esta sección

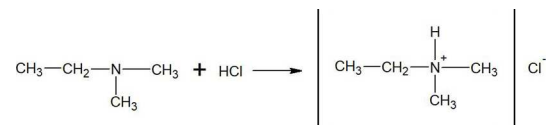
5. Escriba todas las aminas isómeras de fórmula $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ a) Clasifíquelas en grupos según sean primarias, secundarias o terciarias. b) Para cada una de las aminas terciarias que haya encontrado, proponga una reacción de formación de la correspondiente sal de amonio cuaternario.

Respuesta:

- a) Las aminas isómeras son las siguientes:

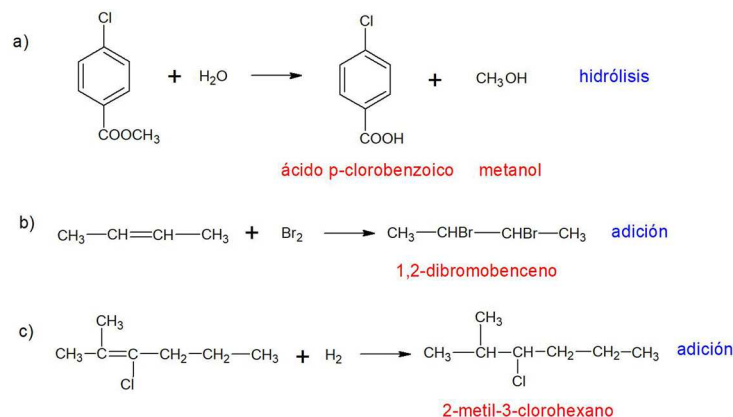


- b) Para la N,N- dimetiletanamina podría formarse la siguiente sal de amonio cuaternario.



6. Nombre y formule los productos de las siguientes reacciones y especifique el tipo de reacción en cada caso: a) p-clorobenzoato de metilo + agua b) but-2-eno (2-buteno) + bromo c) 3-cloro-2-metilhex-2-eno (3-cloro-2-metil-2-hexeno) + hidrógeno.

Respuesta:



Las reacciones que se producen son las siguientes:

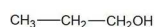
7. Responda razonadamente a las siguientes cuestiones. a) ¿Cuándo dos compuestos son isómeros estructurales? b) Ponga un ejemplo para cada uno de los tipos de isomería estructural y nombre los compuestos elegidos para dichos ejemplos.

Respuesta:

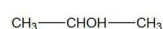
a) Dos compuestos son isómeros estructurales cuando, poseyendo la misma fórmula molecular, sus átomos están unidos en distinto orden.

b) Dentro de los isómeros estructurales podemos distinguir isómeros de cadena, de posición o de grupo funcional. En la siguiente imagen podemos ver ejemplo de cada uno de los tipos de isomería mencionados.

Isómeros de cadena

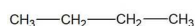


1-propanol

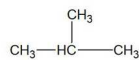


2-propanol

Isómeros de posición

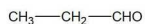


butano

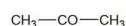


metilpropano

Isómeros de grupo funcional



propanal



propanona

8. Indique y razone el tipo de reacción en los siguientes casos: a. Etanal + Agua \longrightarrow 1,1-etanodiol (etan-1,1-diol) b) $\text{CH}_3\text{—CHOH—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{calor} \longrightarrow \text{CH}_2=\text{CH—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3$ c) 2-propanol (propan-2-ol) + bromuro de hidrógeno \longrightarrow 2-bromopropano + agua

Respuesta:

- a) Se trata de una reacción de **adición** al doble enlace.
 b) Es una reacción de deshidratación (**eliminación**).

c) Se trata de una reacción de **sustitución**.