

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

7 de octubre de 2017

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).

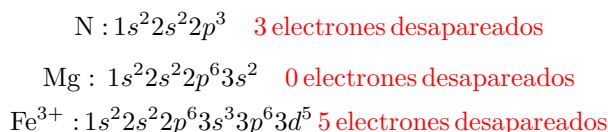
Respuesta:

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:



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 $[A] = [B] = 0,5 \text{ M}$ 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.

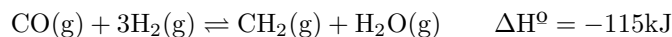
Respuesta:

- 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: $v = k[A]^\alpha[B]^\beta$

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: $A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$, cuando el sistema está en equilibrio a $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, las concentraciones son: $[A] = 0,3\text{ M}$; $[B] = [C] = 0,2\text{ M}$. a. Si manteniendo la temperatura a $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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:

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

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:

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

3. Sabiendo que la K_{ps} del cromato de plata (Ag_2CrO_4) es $1,1 \cdot 10^{-12}$ a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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 $s = 6,5 \cdot 10^{-5}\text{ M}$. 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: $2 A(g) + B(s) \rightleftharpoons 2 C(s) + 2 D(g)$ $\Delta H^{\circ} < 0\text{ kJ/mol}$. 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**.

6. ÁCIDOS Y BASES.

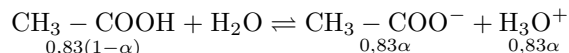
1. El grado de acidez indicado en la etiqueta de un vinagre es 5°. Esto equivale a una concentración de 5 g de ácido acético por cada 100 mL de vinagre. Determine: a) El grado de disociación del ácido acético en este vinagre. b) El pH que tendrá dicho vinagre. Dato: $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8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

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·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)

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:

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

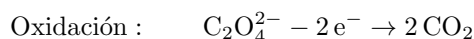
c) La carga eléctrica se puede calcular a partir de:

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

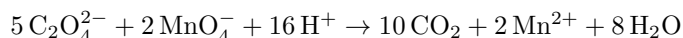
2. La reacción entre el permanganato potásico (KMnO_4) y el oxalato sódico ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$), en medio sulfúrico, genera dióxido de carbono y sulfato de manganeso (II) (MnSO_4). a) Ajuste la reacción molecular por el método del ion-electrón. b) Calcule la concentración de una disolución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



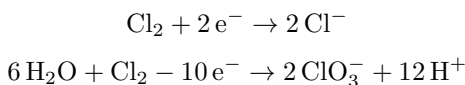
b) La concentración de la disolución de oxalato sódico se obtiene a partir de:

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

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:



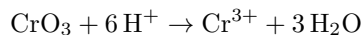
Obteniendo finalmente:



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 $1 \cdot 10^4 \text{ C}$? ¿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:

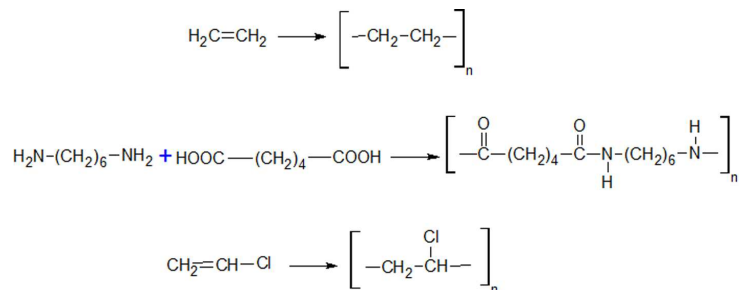
$$\frac{52/3 \text{ g Cr}}{96500 \text{ C}} = \frac{1 \text{ g Cr}}{x \text{ C}} \quad x = 927,9 \text{ C}$$

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.

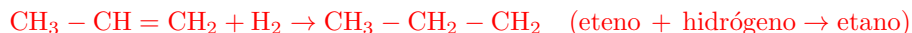
2. Formule y nombre: a) Un compuesto orgánico con dos dobles enlaces. b) Un compuesto orgánico con un grupo aldehído y un doble enlace. c) Un compuesto orgánico con un grupo éster y un triple enlace. d) Un compuesto orgánico con un grupo éter y un grupo ácido. e) Un compuesto orgánico con un grupo amina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

Respuesta:

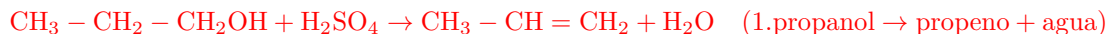
- a) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ (1,3-butadieno)
 b) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CHO}$ (propenal)
 c) $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{COO} - \text{CH}_3$ (propinoato de metilo)
 d) $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ (ácido metoxietanoico)
 e) $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{CHO}$ (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:

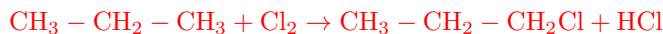
- a) Reacción de adición:



- b) Reacción de eliminación:



- c) Reacción de sustitución:

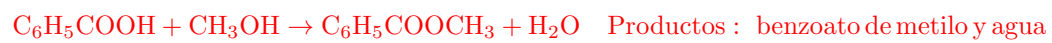


(propano + cloro \rightarrow (1 - cloropropano + cloruro de hidrógeno)

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