

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

20 de julio de 2019

1. EL ÁTOMO. ENLACE QUÍMICO.

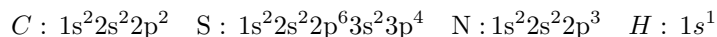
1. Dada la siguiente configuración electrónica de un átomo neutro en estado fundamental: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- a) Indica a qué grupo y periodo del Sistema Periódico pertenece el átomo. b) Escribe la configuración electrónica en un estado excitado. c) Escribe la configuración electrónica de un catión del átomo. d) Indica los números cuánticos posibles del electrón diferenciador.

Respuesta:

- a) El elemento pertenece al periodo **3** y al grupo **1**.
- b) La configuración para un estado excitado es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^0 3p^1$
- c) la configuración de un catión sería: **$1s^2 2s^2 2p^6$** .
- d) El electrón diferenciador tiene los siguientes números cuánticos: **$n = 3; l = 0; m = 0$ y $s = \pm 1/2$** .
2. Para las siguientes moléculas: NH_3 , H_2S , CH_4 . Razona qué proposiciones de las siguientes son correctas y cuáles falsas: a) La única con geometría lineal es H_2S . b) La única con geometría tetraédrica es NH_3 . c) En los tres casos el átomo central presenta hibridación sp^3 . d) Las tres moléculas son polares. DATOS: Números atómicos: C = 6; S = 16; N = 7; H = 1.

Respuesta:

A partir de las respectivas configuraciones electrónicas:



- a) La afirmación es **falsa**. la molécula de H_2S es angular, debido a la presencia de dos pares de electrones no enlazantes.
- b) La afirmación es **falsa**. La molécula de NH_3 tiene forma piramidal.
- c) La afirmación es **cierta**: en todas estas moléculas, el elemento central posee hibridación sp^3
- d) La afirmación es **falsa**: la molécula de metano, pese a la polaridad de sus enlaces es apolar.
3. Dadas las moléculas: CCl_4 , H_2O , $BeCl_2$, NH_3 : a) Razona cuáles adoptarán una geometría lineal. b) Razona si serán o no polares. DATOS: Números atómicos C = 6; O = 8; Be = 4; Cl = 17; N = 7; H = 1.

Respuesta:

- a) En ningún caso la geometría será lineal
- a) Sólo el **$BeCl_2$** adoptará una geometría lineal, pues según la teoría de RPECV, al no haber pares de electrones no enlazantes, la repulsión mínima se dará cuando los dos enlaces Be-Cl formen un ángulo de 180° .
- b) El **agua** (molécula angular) y el **amoníaco** (molécula piramidal trigonal) será **sustancias polares**, al ser distinta de cero la suma de sus momentos dipolares. El **CCl_4** (molécula tetraédrica) y el **$BeCl_2$** (molécula lineal) son **apolares**, por ser nula la suma de los momentos dipolares de sus respectivos enlaces.
4. Dada la configuración electrónica de un elemento $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 5s^1$, indica de forma razonada qué respuestas son correctas y cuáles incorrectas: a) Su número atómico es 19. b) Se trata de un estado excitado. c) Este elemento pertenece al grupo de los metales alcalinos, grupo 1. d) Este elemento pertenece al 5º periodo del Sistema Periódico.

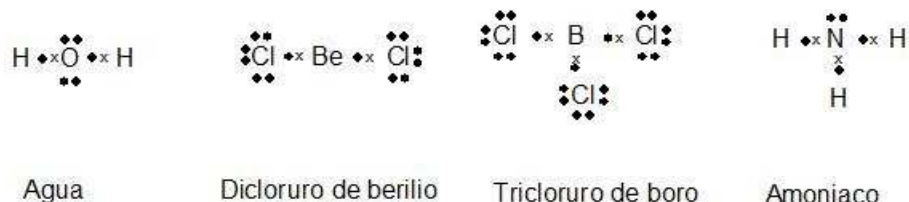
Respuesta:

- a) **Correcta**: el número electrones, coincidente con el de protones para el átomo neutro es 19

- b) **Correcta:** su último electrón debería estar situado en el orbital $4s$.
- c) **Correcta:** la estructura de su último nivel es $4s^1$
- d) **Incorrecta:** su periodo es el 4^o
5. Dadas las siguientes moléculas H_2O , $BeCl_2$, BCl_3 , NH_3 a) Representa la estructura de Lewis y razona que moléculas pueden considerarse una excepción de la regla del octeto. b) Deduce de forma razonada la geometría y la polaridad de cada molécula. DATOS: Números atómicos (C = 6; O = 8; Be = 4; B = 5; N = 7; Cl = 17; H = 1).

Respuesta:

- a) Las respectivas estructuras de Lewis son las siguientes:



En las moléculas de dicloruro de berilio y tricloruro de boro, los elementos berilio y boro no cumplen la regla del octeto, al presentar 4 y 6 electrones, respectivamente en su último nivel.

- b) La molécula de agua, debido a los dos pares de electrones no compartidos que posee el oxígeno, tiene forma **angular** y, debido a esta forma, la molécula es **polar**. La molécula de dicloruro de berilio, debido a la inexistencia de electrones no compartidos sobre el átomo de berilio, presenta una forma **lineal**. La molécula es, por tanto, **apolar**. Al igual que en la molécula anterior, el boro no posee electrones no compartidos. Los tres enlaces con el cloro forman ángulos de 120^o , con lo que la molécula es **trigonal plana**. A pesar de que los enlaces son polares, la forma de la molécula hace que la suma de los momentos dipolares sea nula, por lo que la molécula es **apolar**. En la molécula de amoniaco, el átomo de nitrógeno presenta un par de electrones solitarios, por lo que los tres enlaces N - H se distribuirán siguiendo las aristas de una **pirámide trigonal**. La suma de los momentos dipolares es no nula, por lo que la molécula es **polar**.
6. Dada la siguiente configuración electrónica de un átomo neutro en estado fundamental: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ a) Indicar a qué grupo y periodo del Sistema Periódico pertenece el átomo. b) Escribe la configuración electrónica en un estado excitado. c) Escribe la configuración electrónica de un anión del átomo. d) Indica los números cuánticos posibles del electrón diferenciador.
- Respuesta:**
- a) El elemento pertenece al **grupo 17** y al periodo **3** de la Tabla Periódica.
- b) En un estado excitado uno de los electrones más externos pasa a un nivel superior, La configuración electrónica podría ser: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1$
- c) la configuración electrónica sería: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- d) Una posible combinación de números cuánticos podría ser: $n = 3; l = 1; m_l = 1; s = +1/2$
7. a) Escribe las configuraciones electrónicas de los elementos A y B de números atómicos $Z = 11$ y $Z = 16$. b) Basándote en las configuraciones electrónicas anteriores indica de qué elementos se trata y razona la fórmula y tipo de enlace químico del compuesto binario que son capaces de formar. c) Utilizando el modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia indica la geometría de la molécula CH_3Cl . Razona si se trata de una molécula polar. d) Explica cuál puede ser la razón de la diferencia

en los puntos de ebullición de las siguientes sustancias:

Sustancia	masa molecular	Punto de ebullición
CH ₂ O	30	- 21 ^o C
C ₂ H ₆	30	- 89 ^o C

Respuesta:

a) Las respectivas configuraciones electrónicas son las siguientes:



b) El elemento de $Z = 11$ es el **sodio (Na)**, mientras que el de $Z = 16$ es el **azufre (S)**. Debido a su diferencia de electronegatividad, se formará entre ambos un compuesto iónico, de fórmula **Na₂S**.

c) El átomo de carbono no posee ningún par electrónico no compartido, por lo que la forma de la molécula será **tetraédrica** (aunque algo distorsionada). La presencia de un enlace C-Cl hará que esta molécula tenga un carácter **polar**, que no tendría en el caso de que todos los átomos enlazados con el C fueran iguales.

d) La existencia de átomos de O en el CH₂O propicia la formación de **enlaces por puente de hidrógeno** en este compuesto, y su consiguiente aumento del punto de ebullición respecto al del C₂H₆.

8. Explica las siguientes observaciones utilizando las diferentes teorías de enlace químico: a) La longitud del enlace C – C en el C₂H₄ es 0,134 nm, mientras que el enlace C – C en el C₂H₆ es de 0,154 nm. b) El NH₃ es una molécula piramidal pero el BH₃ es plana. c) El cloro molecular es un gas a temperatura ambiente mientras que el bromo molecular es un líquido a la misma temperatura. d) La temperatura de ebullición del H₂O es 373 K mientras que la del H₂S es de 212

Respuesta:

a) El enlace carbono-carbono es doble en el etileno y sencillo en el etano, **La longitud del doble enlace es menor que la del enlace sencillo**.

b) **El átomo de nitrógeno posee un par de electrones no compartido**, lo que hace que los tres enlaces N-H se dispongan de forma piramidal para minimizar las fuerzas de repulsión. **El B no posee este par**, por lo que, en aplicación de la teoría de RPECV, los tres enlaces B-H se dispondrán formando ángulos de 120^o, siendo plana la molécula.

c) **Las fuerzas de Van der Waals** entre dipolos temporales aumentan a medida que aumenta la masa atómica del elemento, lo que se produce cuando descendemos a lo largo de un periodo de la tabla periódica,

d) En la molécula de agua se producen **enlaces por puente de hidrógeno**, lo que no tiene lugar en la molécula de sulfuro de hidrógeno.

9. El número atómico del Co es 27. El Rh está exactamente debajo del Co en la Tabla Periódica: a) ¿ A qué grupo y periodo pertenece el Co. b) Escribe la configuración electrónica del Rh en estado fundamental. c) Escribe una configuración electrónica del Co en estado excitado. d) Indica los números cuánticos posibles del electrón diferenciador del Co.

Respuesta:

a) La configuración electrónica del Co es: **1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s²3d⁷**.El elemento pertenece al **grupo 9** y **periodo 4**.

b) La configuración electrónica del Rh, teniendo en cuenta que se encuentra en el mismo grupo que el

Co, sería: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4f^{14} 5d^7$.

d) La combinación de números cuánticos del electrón diferenciador para el Co sería: $n = 3$; $l = 2$; $m = \pm 2, \pm 1, 0$ y $s = \pm 1/2$.

10. En compuestos cuyos enlaces, entre los átomos periféricos y el central, puedan describirse utilizando para el átomo central orbitales híbridos sp^3 . a) Razona qué geometrías son posibles. b) Pon un ejemplo de compuesto para cada una de las geometrías posibles. c) Justifica la polaridad en cada caso anterior.

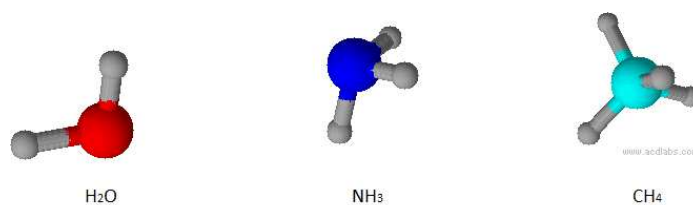
Respuesta:

a) La hibridación sp^3 puede darse en alguno de los siguientes casos: 1) el átomo central comparte cuatro pares de electrones, sin poseer ningún electrón sin compartir. La estructura de la molécula sería **tetraédrica**. 2) El elemento central posee tres pares de electrones compartidos y un par no compartido. La forma de la molécula sería ahora **piramidal trigonal**. 3) El elemento central posee dos pares de electrones compartidos y dos pares no compartidos. La forma de la molécula sería, en este caso, **angular**.

b) Un ejemplo de compuesto para cada una de las geometrías posibles es:

tetraedro : CH_4 pirámide : NH_3 angular : H_2O

Como puede observarse en la siguiente imagen: c) A partir de la anterior representación gráfica, y



teniendo en cuenta que todos los enlaces son, en mayor o menor medida, polares, podremos deducir que la molécula de metano será apolar, mientras que las de amoníaco o agua serán polares.

11. El trifluoruro de boro (BF_3) y el amoníaco (NH_3) son compuestos gaseosos en condiciones normales. a) Explica la forma geométrica de sus moléculas. b) Explica cuál de las dos moléculas es más polar. c) Explica cómo serán los enlaces intermoleculares en cada uno de los compuestos. d) Razona cuál de los dos compuestos tendrá un punto de ebullición más alto. DATOS: Números atómicos, H = 1, B = 5, N = 7, F = 9.

Respuesta:

a) El boro se encuentra en el grupo 13, por lo que posee tres electrones en su último nivel, mientras que el nitrógeno se encuentra en el grupo 15, disponiendo de cinco electrones en su último nivel. En el caso del BF_3 , los tres enlaces B-F forman ángulos de 120° , dando lugar, según la TRPECV, a una molécula **trigonal plana**. En el caso del NH_3 , existe sobre el nitrógeno un par de electrones no compartidos. según la TRPECV, la forma de la molécula será **piramidal trigonal**.

b) Dada su geometría, la primera molécula es **apolar**. En el caso del NH_3 , la disposición de sus enlaces hace que la molécula sea **polar**.

c) En el BF_3 las únicas fuerzas intermoleculares serán las existentes entre dipolos temporales (**fuerzas de dispersión de London**). para el NH_3 existirán enlaces por **punto de hidrógeno**.

d) Según lo indicado en el apartado c) cabe esperar que, debido a la mayor intensidad de los enlaces por puente de hidrógeno, el punto de ebullición más alto será el del **NH_3** .

12. a) Razona si las siguientes configuraciones electrónicas de los átomos A ($1s^2 2s^2 2p^4 3s^1$) y B ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$) son posibles en un estado fundamental o en un estado excitado. b) Razona qué tipo de

compuesto formarán A y B y con qué estequiometría. c) Escribe la configuración electrónica de un anión estable del átomo A y de un catión estable del átomo B. d) A qué grupo y periodo pertenecen los átomos A y B?

Respuesta:

a) La primera configuración electrónica corresponde a un estado excitado, al haber pasado un electrón del subnivel 2p al 3s. La segunda corresponde a un estado fundamental.

b) El elemento A está situado a la derecha de la tabla periódica, mientras que el B lo está a la izquierda. Entre ambos se formará, pues, un compuesto **iónico** que podemos representar por **BA₂**.

c) Los correspondientes iones estables serían **A⁻** y **B²⁺**.

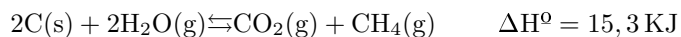
d) El elemento A pertenece al **periodo 2, grupo 17**, mientras que el B pertenece al **periodo 3, grupo 2**.

2. ESTEQUIOMETRÍA.

3. CINÉTICA DE REACCIONES.

4. TERMOQUÍMICA.

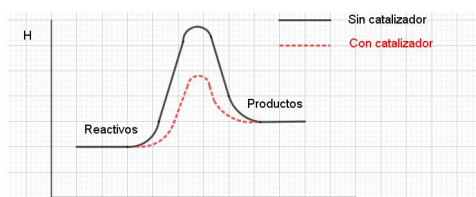
1. En el proceso de gasificación de la hulla, ésta se tritura, se mezcla con un catalizador y vapor de agua y se obtiene metano, CH₄:



- a) Dibuja los diagramas entálpicos para esta reacción, con y sin el catalizador, en los que se muestren las energías que intervienen. b) ¿Aumentará la cantidad de metano que se obtiene?: 1) Al elevar la temperatura. 2) Al elevar la presión.

Respuesta:

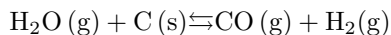
- a) Los diagramas entálpicos son los siguientes:



- 1) Al tratarse de una reacción endotérmica, un aumento de temperatura **disminuirá** la formación de metano.
2) El aumento de presión **no produce variación** en la cantidad de metano obtenido, pues el número de moles de sustancias gaseosas es el mismo en ambos miembros de la ecuación química.

5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

1. Dado el siguiente equilibrio:



Se sabe que la constante de equilibrio (K_c) a 900°C es 0,003; mientras que K_c a 1200°C es 0,2. Responde de forma razonada a las siguientes cuestiones: a) ¿Cuál de las dos temperaturas es más adecuada para favorecer la producción de CO? b) ¿Cómo afectaría a la reacción un aumento de presión? c) Si se elimina H_2 a medida que se va formando, ¿hacia dónde se desplaza el equilibrio? d) ¿La reacción es exotérmica o endotérmica?

Respuesta:

- a) La temperatura más adecuada será aquella para la cual la constante K sea mayor, es decir, **1200°C**
- b) Puesto que la variación del número de moles de elementos gaseosos es positiva, un aumento de presión (y, por tanto, una disminución del volumen), desplazará el equilibrio hacia la **derecha**.
- c) La eliminación de alguno de los productos de la reacción produce un desplazamiento del equilibrio hacia la **derecha**.
- d) Teniendo en cuenta la ecuación de Van't Hoff:

$$\ln \frac{K_1}{K_2} = -\frac{\Delta H^0}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Veremos que, para una reacción endotérmica, al aumentar la temperatura, aumenta K , por lo que la anterior reacción es **endotérmica**.

2. La solubilidad del hidróxido de cobre (II), $\text{Cu}(\text{OH})_2$, es de $3,42 \cdot 10^{-7}$ mol/l. a) Calcula la constante del producto de solubilidad del $\text{Cu}(\text{OH})_2$. b) Razona si se modificará el producto de solubilidad y la solubilidad al añadir una sal con un ion común.

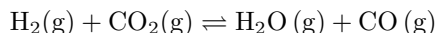
Respuesta:

- a) la constante del producto de solubilidad es:

$$K_{ps} = [\text{Cu}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 = 4(3,42 \cdot 10^{-7})^3 = \mathbf{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

b) La adición de una sal con un ion común **no afecta al valor de K_{ps} , pero sí a la solubilidad**, que disminuirá.

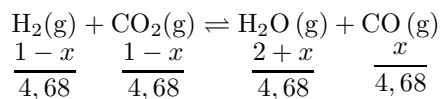
3. Para el equilibrio:



La constante $K_c = 4,40$ a 2000 K . a) Calcula las concentraciones en el equilibrio cuando se introducen simultáneamente en un reactor de 4,68 litros, 1 mol de hidrógeno, 1 mol de dióxido de carbono y 2 moles de agua a dicha temperatura. b) ¿En qué sentido se establecerá el equilibrio cuando se introducen en dicho reactor 1 mol de hidrógeno, 1 mol de dióxido de carbono, 1 mol de monóxido de carbono y 2 moles de agua?

Respuesta:

- a) En el equilibrio, tendremos:



Al ser el número de moles gaseosos de los productos igual al de los reactivos, podemos prescindir del volumen en la expresión de K_c , quedando:

$$4,40 = \frac{(2+x)x}{(1-x)^2} \quad \text{de donde se obtiene:} \quad x = 0,45 \text{ moles}$$

$$[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = \frac{1-0,45}{4,68} = 0,118 \text{ M} \quad [\text{H}_2\text{O}] = \frac{2,45}{4,68} = 0,52 \text{ M} \quad [\text{CO}] = \frac{0,45}{4,68} = 0,096 \text{ M}$$

]

b) Si las cantidades indicadas correspondieran al equilibrio, la constante debería tener el valor:

$$K = \frac{1 \cdot 2}{1 \cdot 1} = 2$$

Dado que $K_c > 2$ el sistema debe evolucionar de forma que aumente el numerador y disminuya el denominador, lo que se conseguirá por medio del desplazamiento del equilibrio hacia la derecha, esto es, hacia la **formación de productos**.

4. Para el equilibrio: $2 \text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$. Razona cuáles de las siguientes proposiciones son correctas y cuáles son falsas: a) $K_c = K_p$ b) Se favorece la obtención del NO al aumentar la presión. c) El equilibrio se desplaza a la izquierda al añadir O_2 . d) El equilibrio se desplaza a la derecha al añadir un catalizador.

Respuesta:

- a) La afirmación es **falsa**, puesto que $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$, y $\Delta n = 1$
- b) La afirmación es **falsa**, ya que un aumento de presión produce un desplazamiento del equilibrio hacia donde el número de moles de sustancias gaseosas sea menor, en este caso, hacia la izquierda.
- c) La afirmación es **correcta**: el aumento en la concentración de productos provoca un desplazamiento del equilibrio hacia la formación de reactivos.
- d) La afirmación es **falsa**: un catalizador no afecta al equilibrio sino a la velocidad de la reacción.
5. El producto de solubilidad del cloruro de plata (AgCl) es $2,0 \cdot 10^{-10}$. a) Calcula la solubilidad de esta sal en agua expresada en gramos por litro. b) Razona cómo variará la solubilidad de esta sal en una disolución de ácido clorhídrico (HCl) 0,10 M. DATO: Peso molecular (AgCl) = 143,5.

Respuesta:

a) La solubilidad se calcula de la siguiente forma:

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = s^2 \quad 2,0 \cdot 10^{-10} = s^2 \quad s = 1,41 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

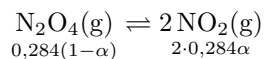
La solubilidad expresada en g/L será:

$$s = 1,41 \cdot 10^{-5} \cdot 143,5 = 2,03 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

- b) En una disolución de HCl , la concentración de Cl^- aumenta, por lo que la solubilidad del AgCl **disminuirá**.
6. El N_2O_4 se descompone de acuerdo con la ecuación $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2 (\text{g})$ En un recipiente de 5,0 litros se introducen 0,284 moles de N_2O_4 a 50°C . Al llegar al equilibrio la presión es de 2 atm. a) Calcula el grado de disociación a esa temperatura. b) Razona de qué manera variará el grado de disociación si el volumen del reactor se reduce a la mitad. c) Calcula el valor de K_c y K_p . d) Si se introducen simultáneamente 0,284 moles de N_2O_4 y 0,284 moles de NO_2 , en qué sentido evolucionaría la reacción para alcanzar el equilibrio. DATO: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Respuesta:

a) El equilibrio puede ser representado de la forma:



El número total de moles en el equilibrio será: $n = 0,284(1 - \alpha) + 2 \cdot 0,284\alpha = 0,284(1 + \alpha)$. Aplicando la ecuación de estado de los gases perfectos, tendremos:

$$2 \cdot 5 = 0,284(1 + \alpha) 0,082 \cdot 323 \quad \alpha = 0,329$$

b) Si el volumen del recipiente se reduce a la mitad, el equilibrio se desplazará hacia donde el número de moles de sustancias gaseosas sea menor, es decir hacia la izquierda, con lo que el grado de disociación **disminuirá**.

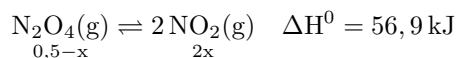
c)

d) Al añadir NO_2 a la cantidad inicial de N_2O_4 , estamos aumentando la concentración del producto de la reacción, lo que produce un desplazamiento del equilibrio hacia la izquierda, esto es, **hacia la formación de N_2O_4** .

7. La reacción $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ es endotérmica con $\Delta H^\circ = 56,9 \text{ kJ}$. Cuando se introducen 0,50 moles de N_2O_4 en un recipiente vacío y cerrado de 5 L a 100°C al alcanzarse el equilibrio quedan 0,20 moles de N_2O_4 sin reaccionar. a) Calcula el valor de la constante K_c a 100°C para la reacción anterior. b) Una vez alcanzado el equilibrio, justifica si alguna de las siguientes acciones servirá para disminuir la cantidad de NO_2 en el recipiente: i) Aumentar el volumen del recipiente. ii) Aumentar la temperatura en el interior del recipiente.

Respuesta:

a) Una vez alcanzado el equilibrio, podremos escribir:



Sabiendo que $0,5 - x = 0,2$, tendremos que $x = 0,3$ moles, por lo que la constante K_c se puede expresar así:

$$K_c = \frac{\left(\frac{2x}{5}\right)^2}{0,5-x} = 0,36$$

i) Al aumentar el volumen, el equilibrio se desplaza hacia donde el número de moles gaseosos sea mayor, por lo que **no se aumentaría** el número de moles de NO_2

ii) El proceso es endotérmico, por lo que un aumento de temperatura desplazaría el equilibrio en el sentido de la reacción endotérmica, **aumentando**, por tanto, la cantidad de NO_2 .

8. A 425°C la K_c del equilibrio $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ vale 54,8 a) Razona el sentido en que se desplazará el equilibrio si en un recipiente de 10 L se introducen 12,69 g de I_2 ; 1,01 g de H_2 y 25,58 g de HI y se calienta a 425°C . b) Calcula las concentraciones de I_2 , H_2 , y HI cuando se alcanza el equilibrio. DATOS: Masa atómica del I = 126,9; H = 1.

Respuesta:

a) Las concentraciones iniciales son las siguientes:

$$[\text{I}_2] = \frac{12,69/(2 \cdot 126,9)}{10} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad [\text{H}_2] = \frac{1,01/2}{10} = 0,0505 \text{ M}$$

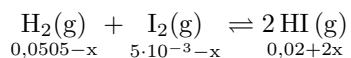
$$[\text{HI}] = \frac{25,58/127,9}{10} = 0,02$$

El cociente de la reacción, Q tendrá el valor:

$$Q = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{I}_2][\text{H}_2]} = \frac{0,02^2}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0505} = 1,58$$

Al ser $Q < K_c$, el equilibrio se desplazará hacia la formación de HI.

b) En el equilibrio tendremos:



Empleando la constante K_c :

$$54,8 = \frac{(0,02 + 2x)^2}{(0,0505 - x)(5 \cdot 10^{-3} - x)} \quad x = 4,64 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

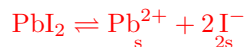
las concentraciones en el equilibrio son:

$$[\text{HI}] = 0,029 \text{M} \quad [\text{H}_2] = 0,046 \quad [\text{I}_2] = 3,6 \cdot 10^{-4}$$

9. a) Escribe el equilibrio de solubilidad de yoduro de plomo (II), PbI_2 . Calcula la solubilidad en agua del yoduro de plomo (II) en moles·L⁻¹. b) Explica, justificando la respuesta, hacia donde se desplaza el equilibrio de precipitación si se añade a una disolución saturada de PbI_2 volúmenes de otra disolución de PbSO_4 . ¿Se disolverá más o menos el yoduro de plomo (II)? DATOS: $K_{ps}(\text{PbI}_2) = 1,4 \cdot 10^{-8}$.

Respuesta:

a) El equilibrio de solubilidad es el siguiente:



A partir de la constante del producto de solubilidad:

$$1,4 \cdot 10^{-8} = s(2s)^2 = 4s^3 \quad s = 1,52 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

b) Al añadir una disolución de PbSO_4 estamos añadiendo Pb^{2+} por lo que, debido al efecto del ion común, **disminuirá** la solubilidad del yoduro de plomo.

10. En el siguiente equilibrio: $2 \text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{g})$, ΔH es positivo. Considerando los gases ideales, razona hacia dónde se desplaza el equilibrio y qué le sucede a la constante de equilibrio en los siguientes casos. a) Si disminuye el volumen del recipiente a temperatura constante. b) Si aumenta la temperatura. c) Si se añade algo de A. d) Si se retira algo de B del equilibrio.

Respuesta:

a) Teniendo en cuenta que la constante de equilibrio para esta reacción puede ser escrita como:

$$K_c = \frac{\left(\frac{n_B}{V}\right)^2 \left(\frac{n_C}{V}\right)}{\left(\frac{n_A}{V}\right)^2} = \frac{n_B^2 \cdot n_C}{n_A \cdot V}$$

Y que la constante K_c **no varía a temperatura constante**, el equilibrio se desplazaría **hacia la izquierda**.

b) Según la ecuación de Van't Hoff:

$$\ln \frac{K_1}{K_2} = -\frac{\Delta H^0}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Al aumentar la temperatura, para una reacción endotérmica **aumenta el valor de la constante de equilibrio**, con lo que el equilibrio se desplaza **hacia la derecha**.

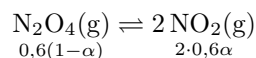
c) Al añadir una cantidad de reactivo, el equilibrio se desplaza **hacia la derecha**. La constante de equilibrio **no varía**.

d) Si disminuimos la concentración de uno de los productos, el equilibrio se desplaza **hacia la derecha**. La constante de equilibrio **no cambia**.

11. Se introducen 0,6 moles de tetraóxido de dinitrógeno, N_2O_4 , en un recipiente de 10 L a 348,2 K. En el equilibrio: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2 NO_2(g)$, la presión es de 2 atm. a) Calcula el grado de disociación. b) Calcula el número de moles de cada sustancia en el equilibrio. c) Calcula el valor de K_p a esa temperatura. d) Razona si se produciría una mayor disociación de N_2O_4 al ir retirando del recipiente NO_2 Datos: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Respuesta:

a) En el equilibrio podemos escribir:



Aplicando la ecuación de los gases:

$$2 \cdot 10 = 0,6(1 + \alpha) 0,082 \cdot 348,2 \quad \alpha = 0,167$$

b) En el equilibrio, el número de moles de cada sustancia será, respectivamente:

$$n_{N_2O_4} = 0,6(1 - 0,167) \cdot 10 = 5 \text{ mol} \quad n_{NO_2} = 1,2 \cdot 0,167 \cdot 10 = 2 \text{ mol}$$

c) Para hallar K_p , podemos calcular la presión parcial de cada una de las especies:

$$P_{N_2O_4} = 2 \frac{0,6(1 - 0,167)}{0,6(1 + 0,167)} = 1,43 \text{ atm} \quad P_{NO_2} = 2 \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 0,167}{0,6(1 + 0,167)} = 0,573 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{0,573^2}{1,43} = 0,23$$

d) Al ir retirando NO_2 del recipiente, el equilibrio tiende a mantenerse **aumentando** la cantidad de N_2O_4 que se disocia.

12. El producto de solubilidad del hidróxido de hierro (II), $Fe(OH)_2$, es $1,6 \cdot 10^{-14}$. a) Calcula la solubilidad molar del hidróxido de hierro (II) en agua. b) Calcula el pH de la disolución saturada de esta sal. c) Razona cómo variará la solubilidad si se adiciona una sal soluble de hierro(II).

Respuesta:

a) La constante del producto de solubilidad puede escribirse de la forma:

$$1,6 \cdot 10^{-14} = [Fe^{2+}][OH^-]^2 = s(2s)^2 \quad s = 1,59 \cdot 10^{-5} M$$

b) La concentración de OH^- será: $[OH^-] = 2 \cdot 1,59 \cdot 10^{-5} = 3,17 \cdot 10^{-5}$. El pH será:

$$pH = 14 - pOH = 14 + \log 3,17 \cdot 10^{-5} = 9,50$$

c) Al adicionar Fe^{2+} **la solubilidad disminuye** por el efecto del ion común.

13. a) Calcula la cantidad de $Mg(OH)_2$ que se disuelve en agua cuando 0,10 g de dicha sustancia se adiciona a 1 L de agua. b) Razona si aumentará la cantidad disuelta del hidróxido, si además de los 0,10 g añadimos otra sal soluble de Mg. DATOS: K_{ps} , $Mg(OH)_2 = 1,5 \cdot 10^{-11}$. Masa atómica: Mg = 24,3; O = 16; H = 1.

Respuesta:

a) La solubilidad del hidróxido de magnesio se deduce de:

$$K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 2(2s)^2 = 4s^3 \quad s = \sqrt[3]{\frac{1,5 \cdot 10^{-11}}{4}} = 1,55 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Que, expresada en g/L será: $s = 1,55 \cdot 10^{-4} \cdot 58,3 = 9,03 \cdot 10^{-3} \text{ g/L}$. Si se añade 0,10 g de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ a 1 L de agua, quedará, sin disolver: $m = 0,10 - 9,03 \cdot 10^{-3} = \mathbf{0,091 \text{ g}}$.

b) La adición de externa de uno de los iones provocará una precipitación parcial de la disolución (efecto del ion común), por lo que la cantidad disuelta del hidróxido **disminuirá**.

14. A la temperatura de 650 K, la deshidrogenación del 2-propanol para producir propanona, según la reacción: $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 (\text{g}) + \text{H}_2 (\text{g})$ es una reacción endotérmica. Indica, razonadamente, si la constante de equilibrio de esta reacción: a) Aumenta al elevar la temperatura. b) Aumenta cuando se utiliza un catalizador. c) Aumenta al elevar la presión total, manteniendo constante la temperatura. d) Aumenta al incrementar la cantidad de 2-propanol en el sistema.

Respuesta:

La constante de equilibrio **no cambia, salvo cuando se varíe la temperatura**, de acuerdo a la ecuación de Van 't Hoff:

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = -\frac{\Delta H^0}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Sí puede producirse un desplazamiento del equilibrio en los siguientes casos: a) Un aumento de temperatura desplaza el equilibrio hacia donde la reacción sea endotérmica, por lo que el equilibrio se desplaza hacia la derecha.

b) No hay desplazamiento del equilibrio, sino que aumenta la velocidad de la reacción.

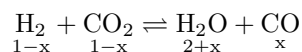
c) Al aumentar la presión, el equilibrio tiende a desplazarse hacia donde menor sea el número de moles gaseosos, en este caso, a la izquierda.

d) Un aumento en la concentración de alguno de los reactivos implica el desplazamiento de la reacción hacia la formación de producto, en este caso, a la derecha.

15. Para el equilibrio $\text{H}_2 (\text{g}) + \text{CO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} (\text{g}) + \text{CO} (\text{g})$, la constante $K_c = 4,40$ a 2000 K. Calcula las concentraciones en el equilibrio cuando se introducen simultáneamente 1 mol de H_2 , 1 mol de CO_2 y 2 moles de H_2O en un reactor de 4,68 L a dicha temperatura.

Respuesta:

a) En el equilibrio podremos escribir:



Aplicando la expresión de la constante K_c :

$$4,40 = \frac{\left(\frac{2+x}{4,68}\right) \left(\frac{x}{4,68}\right)}{\left(\frac{1-x}{4,68}\right)^2} = \frac{(2+x)x}{(1-x)^2} \quad x = 0,48 \text{ mol}$$

las concentraciones en el equilibrio serán:

$$[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = \frac{1-0,48}{4,68} = \mathbf{0,11 \text{ M}}$$

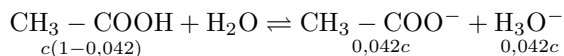
$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{2+0,48}{4,68} = \mathbf{0,53 \text{ M}} \quad [\text{CO}] = \frac{0,48}{4,68} = \mathbf{0,10 \text{ M}}$$

6. ÁCIDOS Y BASES.

1. Calcula el pH y la concentración de una disolución de ácido acético en agua si el grado de disociación es del 4,2%. DATO: $K_a = 1,80 \cdot 10^{-5}$.

Respuesta:

El equilibrio de disociación es:



Aplicando la constante de equilibrio:

$$1,80 \cdot 10^{-5} = \frac{0,042c^2}{1 - 0,042} \quad c = 0,02 \text{ M}$$

El pH será: $\text{pH} = -\log c\alpha = -\log (0,02 \cdot 0,042) = 3,08$

2. 10,0 ml de una disolución (A) de hidróxido de sodio (NaOH) se mezclan con 20,0 ml de otra disolución (B) de ácido clorhídrico (HCl) 1,00 M. La disolución así obtenida tiene pH ácido y para su neutralización se requieren 13,0 ml de hidróxido de sodio 0,50 M. Calcula la concentración de la disolución (A) de hidróxido sódico, expresada en g/ml. DATO: Peso Molecular (NaOH) = 40,0.

Respuesta:

a) La concentración de la disolución resultante se calcula a partir de la igualdad:

$$13 \cdot 10^3 \cdot 0,50 = 30 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad \text{M} = 0,22$$

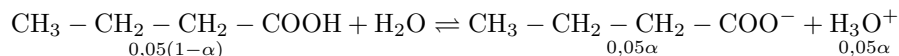
Teniendo en cuenta que la reacción entre NaOH y HCl se produce mol a mol, el número de moles de ácido restantes será: $n = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 1 - 10 \cdot 10^{-3} M_A$, por lo que podremos escribir:

$$0,22 = \frac{20 \cdot 10^{-3} \cdot 1 - 10 \cdot 10^{-3} M_A}{30 \cdot 10^{-3}} \quad M_A = 1,34$$

3. El ácido butanoico es un ácido débil siendo su $K_a = 1,5 \cdot 10^{-5}$. Calcula: a) El grado de disociación de una disolución 0,05 M del ácido butanoico. b) El pH de la disolución 0,05 M.

Respuesta:

a) La ionización del ácido butanoico es la siguiente;



Aplicando K_a :

$$1,5 \cdot 10^{-5} = \frac{0,05\alpha^2}{1 - \alpha} \quad \alpha = 0,017$$

b) El pH será:

$$\text{pH} = -\log c\alpha = -\log (0,05 \cdot 0,017) = 3,07$$

4. Escribe las ecuaciones químicas ácido-base que describen la transferencia de protones que existe cuando cada una de las siguientes sustancias se disuelve en agua: i) NH_4Cl (cloruro amónico), ii) Na_2CO_3 (carbonato sódico). Razona cuáles originan un pH ácido y cuáles alcalino. b) ¿Cuántos g de hidróxido de magnesio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, se deben utilizar para neutralizar completamente 500 mL de una disolución de ácido clorhídrico, HCl de concentración 0,1 M? Escribe la ecuación química ajustada que tiene lugar.

DATOS: Masas atómicas, (Mg) = 24; (H) = 1; (O) = 16; (Cl) = 35,5

Respuesta:

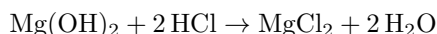
a) i) El cloruro amónico es una sal de ácido fuerte y base débil. El ion amonio experimenta el siguiente proceso de hidrólisis:



ii) El carbonato sódico es una sal de base fuerte y ácido débil, por lo que el ion carbonato se hidroliza de la siguiente forma:



b) La reacción ajustada es la siguiente:



El número de moles de ácido será: $n_A = 0, \cdot 0, 1 = 0, 05$ moles. sabiendo esto, podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{1 \text{ mol Mg}(\text{OH})_2}{2 \text{ mol HCl}} = \frac{x \text{ mol Mg}(\text{OH})_2}{0, 05 \text{ mol HCl}} \quad x = 0, 025 \text{ mol Mg}(\text{OH})_2$$

la masa de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ será:

$$m = 0, 025 \text{ mol} \cdot \frac{58 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 1, 45 \text{ g Mg}(\text{OH})_2$$

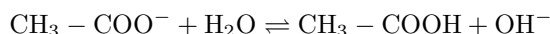
5. Las constantes de acidez del ácido acético, CH_3COOH , y del ácido hipocloroso, HClO , son $1,8 \cdot 10^{-5}$ y $3,2 \cdot 10^{-8}$ respectivamente. a) Escribe la reacción química que, de acuerdo con la teoría de Brønsted-Lowry, justifica el carácter básico de la lejía, hipoclorito de sodio (NaClO). b) Demuestra cómo se puede calcular la constante de basicidad del ion acetato a partir de la constante de acidez del ácido acético.

Respuesta:

a) la reacción química es la siguiente:



b) La hidrólisis del ion acetato se puede representar de la forma:



Con una constante K_b :

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3 - \text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3 - \text{COO}^-]}$$

Si multiplicamos el numerador y el denominador por $[\text{H}_3\text{O}^+]$:

$$K_b = \frac{[\text{CH}_3 - \text{COOH}][\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3 - \text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{[\text{CH}_3 - \text{COOH}]K_w}{[\text{CH}_3 - \text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}$$

Teniendo en cuenta que la constante de acidez del ácido acético es:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3 - \text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3 - \text{COOH}]}$$

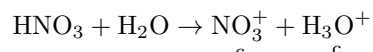
Podremos escribir:

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{K_a}$$

6. Se tiene una disolución de ácido nítrico de pH 2,30. a) Determina el número de moles de ión nitrato en disolución sabiendo que el volumen de la misma es de 250 mL. b) Calcula la masa de hidróxido de sodio necesaria para neutralizar 25 mL de la disolución anterior. c) Determina el pH de la disolución obtenida al añadir 25 mL de hidróxido de sodio 0,001 M a 25 mL de la primera disolución de ácido nítrico, suponiendo que los volúmenes son aditivos. d) ¿Variará el pH de la disolución inicial de ácido nítrico si se diluye con agua? DATOS: Masas atómicas, (Na) = 23; (O) = 16; (H) = 1.

Respuesta:

- a) A partir de la disociación del HNO_3 :



Vemos que la concentración c de ion nitrato es la misma que la de $[\text{H}_3\text{O}^+]$, siendo $c = 10^{-2,30} = 5,01 \cdot 10^{-3} \text{M}$. Al tener un volumen de 250 mL, el número de moles de ion nitrato será:

$$n = 5,01 \cdot 10^{-3} \cdot 0,25 = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{mol}$$

- b) El número de moles de HNO_3 de que disponemos es:

$$n_{\text{HNO}_3} = 0,025 \cdot 5,01 \cdot 10^{-3} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{mol}$$

Cantidad de moles que coincidirá con la de NaOH, por lo cual:

$$m_{\text{NaOH}} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{mol} \cdot 40 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5,01 \cdot 10^{-3} \text{g}$$

- c) En este apartado, disponemos de $1,25 \cdot 10^{-4} \text{mol}$ de HNO_3 y $25 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{mol}$ de NaOH. por tanto, quedará sin neutralizar:

$$n'_{\text{HNO}_3} = 1,25 \cdot 10^{-4} - 2,5 \cdot 10^{-5} = 10^{-4}$$

la concentración de esta disolución será:

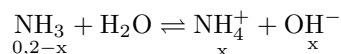
$$c = \frac{10^{-4}}{5 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-3} \quad \text{pH} = 2,7$$

- d) Efectivamente, **el pH de la disolución aumentará** al disminuir la concentración de iones H_3O^+ .

7. La constante K_b del NH_3 , es igual a $1,8 \cdot 10^{-5}$ a 25°C . En una disolución acuosa 0,2 M de amoníaco, determina: a) La concentración de las especies iónicas presentes. b) La concentración de amoníaco presente. c) El pH de la disolución. d) El grado de disociación del amoníaco.

Respuesta:

- a) El equilibrio de ionización para el NH_3 es el siguiente:



- b) Aplicando la constante K_b :

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{0,2 - x} \quad x = [\text{OH}^-] = 1,89 \cdot 10^{-3} = [\text{NH}_4^+]$$

- c) La concentración de NH_3 en el equilibrio es: $[\text{NH}_3] = 0,2 - 1,89 \cdot 10^{-3} = 0,198 \text{M}$.

- d) El pH será:

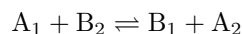
$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \log 1,89 \cdot 10^{-3} = 11,30$$

8. Razona sobre la veracidad de las siguientes afirmaciones. a) Según la teoría de Brønsted, un ácido y su base conjugada difieren en un protón. b) Un ácido y su base conjugada reaccionan entre sí dando una disolución neutra. c) La base conjugada de un ácido fuerte es una base fuerte. d) Una base, según Brønsted, es aquella que en disolución acuosa da iones OH^- .

Respuesta:

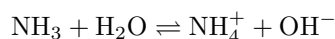
a) La afirmación es **correcta**: un ácido es una sustancia que cede protones, mientras que una base es una sustancia que acepta protones.

b) La afirmación es **falsa**: no reaccionan, sino que forman parte del equilibrio:



c) La afirmación es **falsa**: es una base débil.

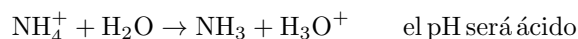
d) La afirmación es **correcta**, siempre y cuando se trate de una disolución acuosa. Por ejemplo, para el NH_3 :



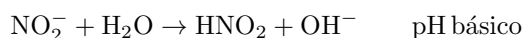
9. Se dispone de cuatro disoluciones acuosas: una de ellas contiene cloruro de amonio (NH_4Cl), otra nitrato de potasio (KNO_3), la tercera nitrito de sodio (NaNO_2) y la cuarta ácido acético (HAc). a) Si los recipientes que las contienen están sin etiquetar, indica razonadamente cómo y cuáles podrías distinguir con ayuda de un indicador ácido-base. Y en su caso, cuáles no. b) Escribe las ecuaciones iónicas necesarias para el razonamiento. DATOS: $K_a(\text{HNO}_2) = 7,1 \cdot 10^{-4}$; $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $K_a(\text{HAc}) = 1,7 \cdot 10^{-5}$.

Respuesta:

a) Teniendo en cuenta que el cloruro de amonio es una sal de ácido fuerte y base débil, su disolución experimentaría el siguiente proceso de hidrólisis:



El nitrato de potasio, sal de ácido fuerte y base fuerte, no experimenta hidrólisis, por lo que el pH de su disolución es neutro. El nitrito de sodio es una sal de ácido débil y base fuerte, por lo que su disolución puede experimentar la siguiente hidrólisis:



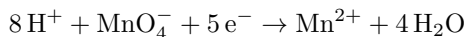
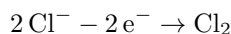
de esta forma, mediante un indicador ácido-base adecuado podremos distinguir por la distinta coloración **la primera y la tercera** de las sales mencionadas.

7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN.

1. La siguiente reacción redox tiene lugar en medio ácido: $\text{MnO}_4^- + \text{Cl}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Indica, razonando la respuesta, la veracidad o falsedad de las afirmaciones siguientes: a) El Cl^- es el agente reductor. b) El MnO_4^- experimenta una oxidación. c) En la reacción, debidamente ajustada, se forman 4 moles de H_2O por cada mol de MnO_4^- . d) El MnO_4^- también puede transformarse en Mn^{2+} en ácido nítrico (HNO_3).

Respuesta:

- a) La afirmación es **correcta**: el ion Cl^- se oxida a Cl_2 , actuando, por tanto, como reductor
 b) La afirmación es falsa: el ion MnO_4^- se reduce a Mn^{2+}
 c) El ajuste de la reacción es el siguiente:



De donde se deduce que la afirmación c) es **correcta**.

2. Al efectuar la electrolisis de una disolución de nitrato de cobalto (II), $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, se depositan 3,2 g de cobalto. a) ¿Qué intensidad de corriente es necesaria para depositarlos en 10 minutos? b) ¿Cuántos electrones han sido necesarios? c) Si la sal de Co fuese un cloruro CoCl_2 , ¿se necesitaría más tiempo con la misma intensidad? d) Si el metal que se deposita fuese monovalente M^+ , ¿se necesitaría el mismo número de electrones para depositar 3,2 g de dicho metal M? DATOS: : Peso atómico Co = 59; N° Avogadro: $6,023 \cdot 10^{23}$; $96.500 \text{ culombios} = 1 \text{ F}$.

Respuesta:

- a) La intensidad de corriente se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{59/2 \text{ g Co}}{96500 \text{ C}} = \frac{3,2 \text{ g Co}}{I \cdot 600 \text{ C}} \quad \mathbf{I = 17,45 \text{ A}}$$

- b) Un mol de electrones equivale a 96500 C, por lo que la carga de un electrón será:

$$q_e = \frac{96500 \text{ C/mol}}{6,023 \cdot 10^{23} \text{ electrones/mol}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Puesto que la carga necesaria es: $q = 17,45 \cdot 600 = 10470 \text{ C}$, el número de electrones será:

$$n_e = \frac{10470 \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C/electrón}} = \mathbf{6,54 \cdot 10^{22} \text{ electrones}}$$

- c) El tiempo sería el mismo, pues el equivalente electroquímico (59/2 g) tiene el mismo valor.

d) Si M fuera monovalente, el equivalente electroquímico valdría el doble (masa molecular en lugar de masa molecular/2). para depositar la misma masa, sería necesaria una carga eléctrica igual a la mitad de la antes calculada, siendo, por tanto, el número de electrones igual a la mitad del anterior, es decir, **$3,27 \cdot 10^{22}$** .

3. En la electrolisis de una disolución de NaCl, a) ¿Qué volumen de cloro se obtiene, medido a 27 °C y 670 mm de Hg de presión, al pasar una corriente de 200 amperios durante 12 horas? b) ¿Cuántos electrones han circulado? DATOS: Masa atómica Cl = 35,5; $1 \text{ F} = 96500 \text{ culombios}$; N° Avogadro = $6,023 \cdot 10^{23}$.

Respuesta:

a) La masa de cloro desprendida en ese tiempo es:

$$\frac{35,5 \text{ g Cl}}{96500 \text{ C}} = \frac{x \text{ g Cl}}{200 \cdot 43200 \text{ C}} \quad x = 3178,5 \text{ g}$$

El volumen de cloro se calcula a partir de:

$$\frac{670}{760} \text{ V} = \frac{3178,5}{71} \cdot 0,082 \cdot 300 \quad \text{V} = 1249,2 \text{ L}$$

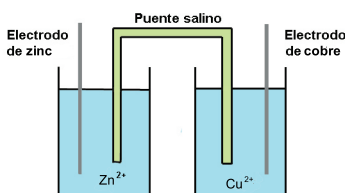
b) Puesto que $1 \text{ F} = 96500 \text{ C}$ corresponde a un mol de electrones, el número de electrones que ha circulado será:

$$n = \frac{200 \cdot 43200}{96500} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 5,39 \cdot 10^{25} \text{ electrones}$$

4. Explica cómo construirías en el laboratorio una pila con electrodos de cinc y cobre. a) Haz un dibujo esquemático de la pila. b) ¿En qué sentido circularán los electrones? c) ¿Cuáles son las especies oxidante y reductora? d) ¿Cuál será el potencial de la pila en condiciones estándar? DATOS: $E^{\circ} (\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$; $E^{\circ} (\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$.

Respuesta:

a) Una representación de la pila puede ser la siguiente:



b) Los electrones circulan desde el **ánodo hacia el cátodo**.

c) En el ánodo se produce la oxidación del Zn a Zn^{2+} , por tanto, el **Zn es la especie reductora**. En el cátodo se produce la reducción del Cu^{2+} a Cu, por tanto, el **Cu es la especie oxidante**.

d) El potencial de la pila será: $\varepsilon^{\circ} = \varepsilon^{\circ}_{\text{cátodo}} - \varepsilon^{\circ}_{\text{ánodo}} = 0,34 - (-0,76) = 1,10 \text{ V}$

5. Una cuba electrolítica contiene 750 mL de una disolución de CuSO_4 . Se necesita el paso de una corriente de 1,5 A durante 10 horas para depositar todo el cobre de la disolución. Calcula: a) La cantidad de cobre depositado, expresada en gramos. b) La molaridad de la disolución inicial de CuSO_4 . c) La concentración molar de Cu^{2+} que queda en disolución si la corriente de 1,5 A se hubiese aplicado solamente durante 1 hora. DATOS: Masa atómica (Cu) = 63,5; 1 Faraday = 96.500 C; N° Avogadro = $6,023 \cdot 10^{23}$

Respuesta:

a) A partir de la siguiente relación:

$$\frac{96500 \text{ C}}{63,5/2 \text{ g Cu}} = \frac{1,5 \cdot 10 \cdot 3600 \text{ C}}{x \text{ g Cu}} \quad x = 17,77 \text{ g Cu}$$

b) La molaridad será:

$$M = \frac{17,77/63,5}{0,75} = 0,37$$

c) Si la corriente se hubiera aplicado durante una hora, la cantidad de cobre depositado se calcularía a partir de la relación:

$$\frac{965500 \text{ C}}{63,5/2 \text{ g Cu}} = \frac{1,5 \cdot 3600 \text{ C}}{x \text{ g Cu}} \quad x = 1,77 \text{ g Cu}$$

La concentración restante sería:

$$c = \frac{(17,77 - 1,77)/63,5}{0,75} = 0,34 \text{ M}$$

6. Se dispone de una pila formada por un electrodo de cinc, introducida en una disolución 1 M de Zn (NO₃)₂ y conectado con un electrodo de cobre, sumergido en una disolución 1 M de Cu (NO₃)₂. Ambas disoluciones están unidas por un puente salino. a) Escribe el esquema de la pila galvánica y explica la función del puente salino. b) Indica en qué electrodo tiene lugar la oxidación y en cuál la reducción. c) Escribe la reacción global que tiene lugar e indica en qué sentido circula la corriente. d) ¿Cuál será el potencial de la pila en condiciones estándar? DATOS: E^o (Zn²⁺/Zn) = -0.76 V; E^o (Cu²⁺/Cu) = +0.34 V .

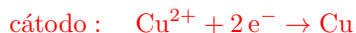
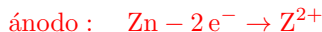
Respuesta:

a) El esquema de la pila sería:



El puente salino consiste en una disolución de un electrolito inerte que se coloca entre las dos semipilas para cerrar el circuito, manteniendo el equilibrio entre cargas positivas y negativas en cada una de aquellas. Así, si el puente salino está formado por una disolución de KCl, los iones K⁺ se desplazarán hacia el cátodo, donde van desapareciendo iones Cu²⁺, mientras que los iones Cl⁻ migrarán hacia el ánodo, donde se está formando iones Zn²⁺

b) En el ánodo tiene lugar la oxidación, mientras que en el cátodo se produce la reducción, de acuerdo a los siguientes procesos:



c) La reacción global es:



El flujo de electrones se produce desde el **ánodo hacia el cátodo**.

d) El potencial de la pila en condiciones estándar será:

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

7. Se dispone de sendos baños electrolíticos con disoluciones de Cu²⁺ y Ag⁺. a) ¿Cuántos moles de cobre y de plata se depositarán al paso de una corriente de 5 amperios durante 193 minutos por sendos baños electrolíticos? b) ¿Qué habría que hacer para depositar la misma cantidad de moles de cobre que la que se deposita de plata? DATOS: 1 Faraday = 96500 culombios.

Respuesta:

a) Las cantidades de cobre y de plata depositadas son, respectivamente:

$$\frac{96500 \text{ C}}{0,5 \text{ mol}} = \frac{5 \cdot 193 \cdot 60}{x \text{ mol Cu}} \quad x = 0,3 \text{ mol Cu}$$

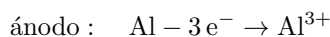
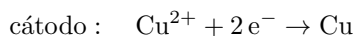
$$\frac{96500 \text{ C}}{1 \text{ mol Ag}} = \frac{5 \cdot 193 \cdot 60}{x \text{ mol Ag}} \quad x = 0,6 \text{ mol Ag}$$

Para depositar la misma cantidad de moles de cobre que de plata, necesitaríamos hacer pasar por el baño electrolítico que contiene Cu^{2+} una **corriente de intensidad doble** que la que circula por el baño electrolítico que contiene Ag^+ , o bien **un tiempo doble** si la intensidad fuera la misma en ambos baños electrolíticos.

8. Los electrodos de una pila galvánica son de aluminio (Al) y cobre (Cu), introducidos en disoluciones 1 M de AlCl_3 y CuCl_2 respectivamente. Ambas disoluciones están unidas por un puente salino. a) Escribe las reacciones que se producen en cada electrodo, indicando cuál será el ánodo y cuál será el cátodo. b) Indica la especie oxidante y la reductora. c) Calcula la fuerza electromotriz de la pila. d) Razona si alguno de los dos metales produciría hidrógeno gaseoso al ponerlo en contacto con ácido clorhídrico (HCl). En caso afirmativo, escribe la reacción global correspondiente. DATOS: $E^\circ (\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,67$ V; $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34$ V; $E^\circ (\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00$ V.

Respuesta:

- a) Las reacciones son las siguientes:



- b) La especie **oxidante es el Cu^{2+} , y la reductora el Al.**

- c) La fuerza electromotriz es:

$$\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,34 - (-1,67) = \mathbf{+2,01\text{ V}}$$

- d) Al poner en contacto cada uno de los metales con HCl, se desprendería hidrógeno cuando el potencial de la pila formada fuera mayor que cero: Para cada una de las reacciones, el potencial sería:

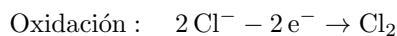
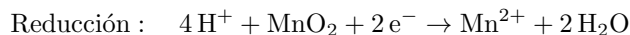


Por lo que sólo produciría hidrógeno gaseoso la reacción del aluminio con el HCl.

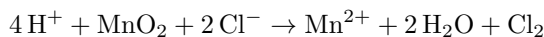
9. El cloro es un gas muy utilizado en la industria. Se puede obtener según la reacción: $\text{MnO}_2 (\text{s}) + \text{HCl} (\text{ac}) \rightarrow \text{MnCl}_2 (\text{ac}) + \text{Cl}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O}$. Se quiere obtener 21,3 g de cloro y se dispone de ácido clorhídrico 5 M y de óxido de manganeso (IV). a) Ajusta la reacción por el método del ión-electrón. b) Calcula el volumen de la disolución de ácido clorhídrico y la masa mínima de óxido de manganeso (IV) que se necesitan para obtener los 21,3 g de cloro. Datos: Masas atómicas Cl = 35,5; O = 16; H = 1; Mn = 55.

Respuesta:

- a) Las semirreacciones son las siguientes:



Sumando ambas semirreacciones se obtiene:



En forma molecular:



- b) El número de moles de cloro que se quieren obtener es: $n_{\text{Cl}_2} = \frac{21,3}{71} = 0,3$ mol. Con este dato, se puede establecer la siguiente relación:

$$\frac{4 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Cl}_2} = \frac{x \text{ mol HCl}}{0,3 \text{ mol Cl}_2} \quad x = 1,2 \text{ mol HCl}$$

Con este dato, tendremos: $1,2 = V \cdot 5$, y $V = \mathbf{0,24 \text{ L disolución HCl}}$.

La masa mínima necesaria de dióxido de manganeso se obtiene de la relación:

$$\frac{1 \text{ mol MnCO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} = \frac{x \text{ mol MnO}_2}{0,3 \text{ mol Cl}_2} \quad x = 0,3 \text{ mol MnO}_2$$

La masa de MnO_2 será: $m_{\text{MnO}_2} = 0,3 (55 + 16 \cdot 2) = \mathbf{26,1 \text{ g MnO}_2}$

10. Para platear una pulsera colocada como cátodo, se hace pasar una corriente de 0,5 A durante 2 horas a través de un litro de disolución de nitrato de plata (AgNO_3) 0,1 M. a) Calcula el peso de plata metálica depositada en la pulsera. b) Calcula la concentración de ion plata que queda finalmente en la disolución. c) Calcula cuántos moles de electrones han circulado. d) Razona si depositará la misma cantidad de moles de oro si la disolución fuese de $\text{Au}(\text{NO}_3)_3$. DATOS: $F = 96500 \text{ C}$; Masas atómicas: $\text{Ag} = 108$. $\text{Au} = 197$.

Respuesta:

a) El peso de plata metálica depositada se obtendrá de:

$$\frac{108 \text{ g Ag}}{96500 \text{ C}} = \frac{x \text{ g Ag}}{0,5 \cdot 7200 \text{ C}} \quad x = 4,03 \text{ g}$$

b) El número de moles de plata depositados es:

$$n = \frac{4,03}{108} = 0,037 \text{ moles}$$

Con lo que el número de moles restantes es: $n_r = 0,1 - 0,037 = \mathbf{0,063 \text{ moles}}$ (puesto que el volumen es de 1 L, el número de moles será igual a la concentración, expresada como molaridad).

c) Puesto que 1 mol de electrones deposita 1 mol de plata (el equivalente electroquímico es 108/1), habrá circulado $\mathbf{0,037}$ moles de electrones.

d) El número de moles de oro **sería la tercera parte**, pues el equivalente electroquímico del oro es 197/3

11. Dados los siguientes potenciales estándar de reducción $E_o (\text{Cd}^{2+}(\text{ac})/\text{Cd}(\text{s})) = 0,40 \text{ V}$ y $E_o (\text{Ag}^+(\text{ac})/\text{Ag}(\text{s})) = 0,80 \text{ V}$. a) Diseña una pila electroquímica con dichos elementos. b) Escribe las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo c) Indica el oxidante y el reductor. d) Calcula el potencial estándar de la pila.

Respuesta:

a) Podemos formar una pila en la que el ánodo sea un electrodo de Cd sumergido en una disolución 1M de una sal de cadmio (por ejemplo, cloruro de cadmio), y el cátodo, un electrodo de plata sumergido en una disolución 1 M de nitrato de plata.

b) Las reacciones anódica y catódica son, respectivamente:



c) El reductor es el Cd, que se oxida a Cd^{2+} , mientras el oxidante es Ag^+ , que se reduce a plata metálica.

d) El potencial de la pila sería:

$$\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - 0,40 = \mathbf{0,40 \text{ V}}$$

8. QUÍMICA ORGÁNICA.

1. Dados los siguientes compuestos: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$, $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_3$, y $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$.
a) Nómbralos e indica los grupos funcionales de cada uno de ellos. b) Escribe y nombra un isómero de cada uno de ellos.

Respuesta:

a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$: **propanoato de etilo**

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$: **etilamina**

$\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_3$: **2-clorobutano**

$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$: **butanona.**

b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$: **butanoato de metilo**

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{NHCH}_3$: **dimetilamina.**

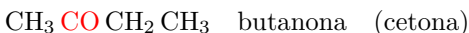
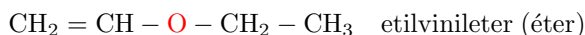
$\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$, **1-clorobutano.**

$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ **butanal.**

2. La siguiente fórmula molecular, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, corresponde a varios compuestos orgánicos isómeros. a) Escribe la fórmula desarrollada de dos isómeros con grupos funcionales diferentes. b) Indica el grupo funcional y nombra los isómeros del apartado anterior.

Respuesta:

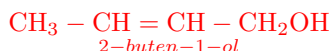
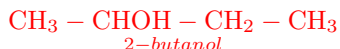
- a) Dos posibles isómeros tendrían las fórmulas:



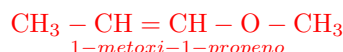
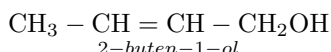
3. Dados los compuestos: 2-butanol; 3-bromo pentano; 2-buten-1-ol; ácido 2-metil butanoico, a) Escribe las fórmulas de los compuestos. b) Indica razonadamente los que pueden ser ópticamente activos y escribe un isómero del resto.

Respuesta:

- a)



- b) De estos compuestos, el **2-butanol** y el **ácido 2-metilbutanoico** poseen un carbono asimétrico (**el 2 en ambos casos**), por lo que pueden presentar actividad óptica. Un ejemplo de isómeros de los compuestos restantes puede ser:



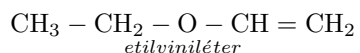
4. Fórmula, nombra e indica su grupo funcional: a) Dos isómeros cuya fórmula sea $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$. b) Dos isómeros cuya fórmula sea $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.

Respuesta:

a) Estos isómeros pueden ser:

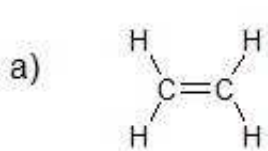


b) Dos posibles isómeros pueden ser:

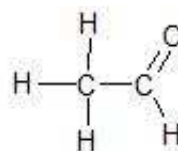


5. a) Escribe la fórmula estructural (mostrando todos los enlaces) y el nombre de un compuesto representativo de cada una de las siguientes familias de compuestos orgánicos. 1) alquenos; 2) aldehídos.
b) Escribe una reacción de adición del primero de ellos con H_2 , y de reducción del segundo, indica el nombre de los compuestos obtenidos.

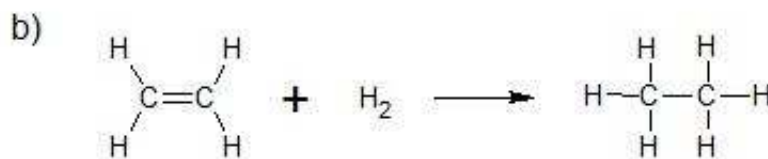
Respuesta:



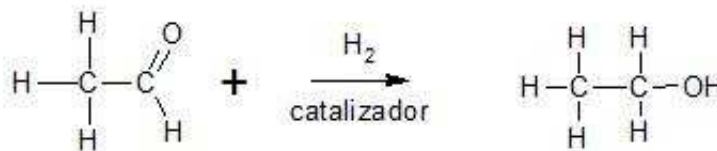
alqueno (etileno)



aldehído (etanal)



etano



etanol

6. Al reaccionar en determinadas condiciones, 75 g de etanol, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, con 75 g de ácido metilpropanoico, se alcanza un equilibrio con formación de 12 g de agua líquida y un segundo producto. a) Escribe la ecuación química correspondiente, indicando el tipo de reacción que tiene lugar y nombrando el segundo producto. b) Escribe y nombra un isómero de cada uno de los reactivos que interviene en la reacción.

Respuesta:

a) La reacción química es la siguiente:



Se trata de una reacción de esterificación. El segundo producto es el **metilpropanoato de etilo**.

b) Un isómero (de grupo funcional) del etanol es el **CH₃ - O - CH₃** (dimetiléter) y uno del ácido metilpropanoico (de cadena) es el **CH₃ - CH₂ - CH₂ - COOH** (ácido butanoico).

7. a) Clasifica cada uno de los siguientes compuestos orgánicos de acuerdo con sus grupos funcionales y nómbralos: 1) CH₃CH₂NH₂; 2) CH₃COCH₂CH₃; 3) CH₃COOCH₃; 4) CH₃COOH. b) Escribe y nombra un producto de reducción del compuesto 4.

Respuesta:

a) 1) etilamina (**amina**) 2) butanona (**cetona**) 3) etanoato de metilo (**éster**) 4) ácido etanoico (**ácido carboxílico**)

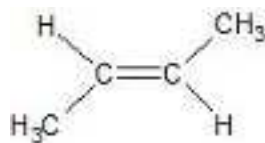
b) Una posible reducción del ácido etanoico se produce para producir etanol según:



8. a) Formula y nombra un compuesto en cada uno de los siguientes casos de isomería: 1) Un isómero del butano. 2) Uno de los isómeros geométricos de 2-buteno. 3) Un isómero de posición del 2-propanol. 4) Un isómero de función del propanal. b) Escribe y nombra el producto que resulta de la adición de Cl₂ a CH₂ = CH - CH₃.

Respuesta:

1) Un isómero del butano puede ser **CH₃ - CH(CH₃) - CH₃** (metilpropano) 2) Un isómero geométrico del 2 - buteno puede ser:



trans 2-buteno

Un isómero de posición del 2-propanol puede ser **CH₃ - CH₂ - CH₂OH** (1-propanol). 4) Un isómero de función del propanal puede ser **CH₃ - CO - CH₃** (propanona).

b) La reacción es la siguiente:



9. Pon un ejemplo de los siguientes tipos de reacciones: a) Reacción de adición a un alqueno. b) Reacción de sustitución de un alcano. c) Reacción de eliminación de HCl en un cloruro de alquilo. d) Reacción de oxidación de un alcohol.

Respuesta:

a) **CH₂ = CH₂ + H₂ → CH₃-CH₃.**

- b) $\text{CH}_3 - \text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$.
- c) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{Cl} \xrightarrow{\text{KOH}} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$.
- d) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{KMnO}_4} \text{CH}_3 - \text{COOH}$
10. Dados los siguientes compuestos: $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$, CH_3COCH_3 , $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$, y $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$.
 a) Identifica los grupos funcionales presentes en cada uno de ellos. b) Nómbralos. c) Escribe un isómero de cada uno de ellos y nómbralo. d) Escribe una reacción de reducción del CH_3COCH_3 .

Respuesta:

a) Los grupos funcionales son, respectivamente, **éster** (R-COO-R'), **cetona** (R-CO-R'), **alcohol** (R-OH-R') y **alcohol + ácido carboxílico** (R-COOH).

b) Los compuestos son los siguientes: **etanoato de etilo**, **propanona**, **2-propanol** y **ácido 2-hidroxipropanoico**.

c) Los isómeros pueden ser los siguientes:

$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ isómero $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ propanoato de metilo

CH_3 , CH_3COCH_3 isómero $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ propanal

$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$ isómero $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 1 - propanol

$\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$ isómero $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{COOH}$ ácido 1 - hidroxipropanoico

d) Una posible reacción es:

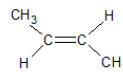
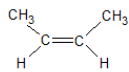
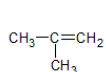


11. Dados los compuestos orgánicos: CH_3-CH_3 ; CH_3OH y $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$. a) Indica cuáles son hidrocarburos y nómbralos b) Escribe todos los isómeros posibles de cada uno y nómbralos c) ¿Puede experimentar alguno de ellos reacciones de adición? En tal caso, escribe una.

Respuesta:

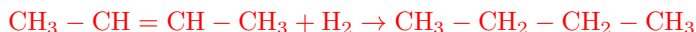
a) Son hidrocarburos el CH_3-CH_3 (etano) y el $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ (2 - buteno).

b) Sólo posee isómeros el 2-buteno. Estos son:



metilpropeno (isómero de cadena) cis (izq.) y trans (der.) -2-buteno (isómeros geométricos)

El 2-buteno puede experimentar la siguiente reacción de adición:

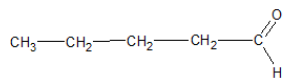


Donde el producto obtenido es el **butano**.

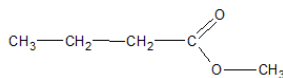
12. La siguiente fórmula molecular, $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$, corresponde a varios compuestos orgánicos isómeros. a) Escribe la fórmula desarrollada de dos isómeros con grupos funcionales diferentes. b) Indica el nombre de los grupos funcionales que los constituyen. c) Nombra dichos compuestos. d) Escribe una reacción de reducción con uno de ellos.

Respuesta:

a) y c) Dos de los posibles isómeros son:



ácido pentanoico



butanoato de metilo

b) El en primer caso, se trata de un **ácido carboxílico**, mientras que en el segundo, se trata de un **éster**.

d) Una posible reacción de reducción es:

