

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Indica y explica razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- La siguiente reacción química: $S + H_2 \rightarrow H_2S$ no es de oxidación reducción.
- En la reacción: $CuCl_2(aq) + Zn(s) \rightarrow ZnCl_2(s) + Cu(s)$, el Zn se oxida.
- El valor $E_0(Na^+/Na) = -2,71 V$ dice que los iones Na^+ no son buenos agentes oxidantes.
- La reacción $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ es de oxido-reducción.

Solución:

a) Falsa. Por haberse producido un cambio en los números de oxidación de los reactivos, 0 para ambos, a +1 para el hidrógeno y -2 para el azufre en el compuesto, la reacción es de oxido-reducción.

b) Verdadera. El cinc pasa de número de oxidación cero a +2, lo que pone de manifiesto que se ha oxidado.

c) Verdadera. Este valor indica que la especie reducida del par, Na, posee una gran fuerza reductora oxidándose a Na^+ ; luego, se deduce que el catión Na^+ no es un buen agente oxidante.

d) Falsa. El número de oxidación de todos los elementos que intervienen en la reacción no sufre cambio, lo que indica que no es una reacción de oxido-reducción. Por tratarse de la reacción entre un ácido y una base es de neutralización.

CUESTIÓN 2.- a) Indica y justifica la falsedad o veracidad de las siguientes frases:

- Según Arrhenius, una base debe originar iones OH^- al disolverla en agua.
- Según Brønsted-Lowry, para que un ácido pueda ceder protones no es necesario la presencia de una base capaz de aceptarlos.

b) Dadas dos disoluciones acuosas, una 0,1 M en cloruro de sodio y otra 0,1 M en cloruro de amonio, justifica cuál tendrá mayor pH.

Solución:

a) 1) Verdadera. Esta es la definición de Arrhenius de base, basada en la disociación de las especies químicas en disolución acuosa. No sirve para otros disolventes distintos del agua.

2) Falsa. Sin la presencia de una base que acepte el protón del ácido éste no puede cederlo. Los conceptos de ácido y base son complementarios y no existe uno sin la presencia del otro.

b) En la disolución de NaCl, por ser los iones Na^+ y Cl^- ácido y base conjugados muy débiles de la base y ácido muy fuertes NaOH y HCl, no sufren hidrólisis con el agua y su pH es el debido a la concentración de iones H_3O^+ procedente de la disociación del agua, es decir, $pH = 7$.

Por el contrario, en la disolución de NH_4Cl , el ión NH_4^+ , ácido conjugado relativamente fuerte de la base débil NH_3 , es el que sufre hidrólisis con el agua según el equilibrio:

$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$, y al proporcionar un aumento de la concentración de iones H_3O^+ , su pH es ácido y por ello menor de 7.

Luego, de lo expuesto se deduce que la disolución de NaCl es la de mayor pH.

PROBLEMA 1.- La sacarosa, $C_{12}H_{22}O_{11}$, es un azúcar que se obtiene de la caña de azúcar. Sabiendo que la entalpía de formación de la sacarosa es $\Delta H = -2221,8 kJ/mol$ y que las entalpías estándar de formación del $CO_2(g)$ y del $H_2O(l)$ son respectivamente: $-393,8$ y $-285,8 kJ/mol$, calcula:

- ¿Cuál será el valor de la entalpía de combustión de la sacarosa aplicando la ley de Hess?
- Calcula la energía que se desprende en la combustión de 100 g de sacarosa.

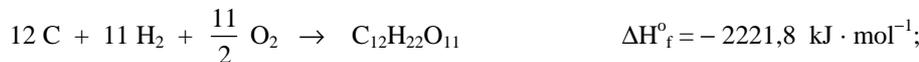
DATOS: $A_r(C) = 12 u$; $A_r(O) = 16 u$; $A_r(H) = 1 u$.

Solución:

$$M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342 g \cdot mol^{-1}.$$

a) Utilizar la ley de Hess para obtener la entalpía de una sustancia, consiste en escribir las reacciones de combustión, con sus entalpías, del carbono, hidrógeno y sacarosa, multiplicar alguna (s) por un coeficiente, también su entalpía, invertir el sentido de la que lo exija y cambiar el signo de su entalpía, y sumarlas para llegar a la reacción que se busca.

Las reacciones de combustión son:



Multiplicando la reacción de formación del CO_2 por 12, incluida su entalpía, la de formación del H_2O (l) por 11, incluida su entalpía, e invirtiendo el sentido de la reacción de síntesis del $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, cambio del signo de la entalpía incluido, y sumándolas se obtiene la reacción de formación de la sacarosa:



b) La energía que se desprende en la combustión de 100 g de sacarosa, se obtiene aplicando a la masa dada los correspondientes factores de conversión (fracciones equivalentes):

$$100 \text{ g } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}}{342 \text{ g } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}} \cdot \frac{-5647,6 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } \cancel{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}}} = -1651,35 \text{ kJ}.$$

Resultado: b) $\Delta H_c^\circ = -5647,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; b) $Q = -1651,35 \text{ kJ}$.

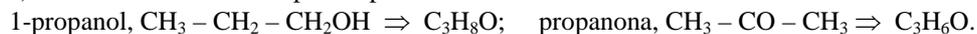
OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Indica y explica razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- El 1-propanol, $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$, es un isómero de la propanona, $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$.
- Los alquinos son compuestos orgánicos que se caracterizan por contener algún enlace doble $\text{C} = \text{C}$.
- Una reacción del tipo $\text{R} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{R} - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ es una reacción de eliminación.
- En el metano, CH_4 , el átomo de carbono utiliza cuatro orbitales híbridos sp^3 para unirse a los átomos de hidrógeno.

Solución:

a) Falsa. No son isómeros por no presentar la misma fórmula molecular. En efecto:



b) Falsa. Los alquinos se caracterizan por presentar en su molécula, al menos, un triple enlace. El doble enlace es característico de los alquenos.

c) Verdadera. Por producirse la eliminación del grupo hidroxilo y un átomo de hidrógeno entre dos átomos de carbono consecutivos, y formarse entre ellos un enlace π , la reacción es de eliminación.

d) Verdadera. El carbono promociona un electrón del orbital atómico 2s al 2p vacío, adquiriendo en este estado excitado la configuración electrónica $1s^2 2s^1 2p^3$. Por combinación lineal entre el orbital 2s y los tres orbitales 2p, forma cuatro orbitales híbridos sp^3 equivalentes en energía y forma para unirse, mediante enlaces σ , a los cuatro átomos de hidrógeno.

CUESTIÓN 2.- Indica y explica razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- Un electrón situado en un orbital 3p puede representarse por los valores de los números cuánticos (3, 1, 0, 1/2).
- La energía de ionización del Litio es mayor que la del Potasio.
- En el tetracloruro de carbono, CCl₄, los enlaces carbono-cloro son fundamentalmente iónicos.
- Las molécula de agua se unen fundamentalmente entre sí, mediante fuerzas de Van der Waals.

Solución:

a) Verdadera. Por tratarse de un orbital 3p, al número cuántico principal **n** le corresponde el valor 3; al número cuántico secundario **l** le corresponde el valor 1; al número cuántico magnético **m_l**, uno de los valores - 1, 0, + 1, y para el número cuántico de espín **m_s**, uno de los $\pm \frac{1}{2}$.

b) Verdadera. El litio y potasio se encuentran en el grupo 1. Al ser la energía de ionización una propiedad periódica que disminuye al bajar en un grupo, por encontrarse el litio más arriba en el grupo tiene mayor energía de ionización. La razón se encuentra en que al bajar en el grupo, aunque aumenta el número atómico, el electrón más externo se va situando en niveles energéticos cada vez más alejado del núcleo, lo que hace disminuir la fuerza atractiva núcleo-electrón más externo y, por tanto, la energía que se necesita para arrancarlo.

c) Falsa. En este compuesto, el carbono emplea en sus enlaces orbitales híbridos sp³, en cada uno de los cuales se sitúa un electrón desapareado. En el compuesto se forman cuatro enlaces, compartiendo cada átomo el par de electrones de los mismos. Se trata pues de un enlace covalente, aunque debido a la distinta electronegatividad de los átomos enlazados, el par de electrones de cada enlace se encuentra más próximo al átomo de Cl que de C.

d) Falsa. Al unirse en la molécula de agua un átomo de H a uno de O de pequeño radio y muy electronegativo, el par de electrones del enlace O — H se encuentra más próximo al átomo de O que al de H, por lo que dicho enlace se encuentra muy polarizado, $\delta^- \text{O} - \text{H}^{\delta+}$. Ello hace que el polo positivo de una molécula de agua se una electrostáticamente al polo negativo de otra. Esta unión se conoce como puente o enlace de hidrógeno y es mucho más fuerte que la unión de moléculas por fuerzas de Van der Waals.

PROBLEMA 1.- a) Si a 50 mL de una disolución 0,15 M de hidróxido de sodio, NaOH, se le añaden 40 mL de una disolución de ácido clorhídrico, HCl, 0,25 M. Calcula el valor del pH de la disolución resultante. Se considera los volúmenes aditivos.

b) Se necesitaron 10 mL de una disolución de HCl 0,5 M para neutralizar completamente 50 mL de una disolución de NaOH de concentración desconocida. Calcula la concentración de la disolución de NaOH.

Solución:

a) La reacción de neutralización que se produce es: $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$.

De la estequiometría de la reacción se deduce que si el número de moles de ácido y base son los mismos, el pH de la disolución que se obtiene es 7, mientras que si hay exceso de base o de ácido, el pH será más alto o más bajo.

Los moles de base son: $n \text{ NaOH} = M \cdot V = 0,15 \text{ moles} \cdot 0,050 \text{ L} = 0,0075 \text{ moles}$.

Los moles de ácido son: $n \text{ HCl} = M \cdot V = 0,25 \text{ moles} \cdot 0,040 \text{ L} = 0,01 \text{ moles}$.

Al ser mayor el número de moles de ácido, $0,01 - 0,0075 = 0,0025 \text{ moles}$, el pH de la disolución es menor que 7. La concentración de la disolución que se obtiene es: $M = \frac{0,0025 \text{ moles}}{0,090 \text{ L}} = 0,028 \text{ M}$.

En esta disolución el HCl, por ser un ácido muy fuerte, se encuentra totalmente ionizado, siendo la concentración de los iones H_3O^+ 0,028 M, por lo que el pH de la disolución es:

$$\text{pH} = -\log 2,8 \cdot 10^{-2} = 2 - \log 2,8 = 2 - 0,45 = 1,55.$$

b) Si la neutralización es total, el número de moles de ácido y base son los mismos, por lo que determinando los moles de ácido gastados, se conocen los moles de NaOH en el volumen de disolución utilizado.

Los moles de ácido gastados son: $n \text{ HCl} = M \cdot V = 0,5 \text{ moles } \cancel{\text{L}^{-1}} \cdot 0,010 \cancel{\text{L}} = 0,005 \text{ moles}$.

Los moles de base son 0,005 moles que se encuentran disueltos en el volumen de 50 mL, siendo

la concentración de la disolución desconocida de NaOH: $M = \frac{n \text{ moles}}{V \text{ litros}} = \frac{0,005 \text{ moles}}{0,050 \text{ L}} = 0,1 \text{ M}$.

Resultado: a) pH = 1,55; b) [NaOH] = 0,1 M.