OPCIÓN A

PROBLEMA 1.- Un ácido orgánico diprótico[HOOC–$(CH_2)_n$–COOH] contiene un 40,7 % de carbono, 5,1 % de hidrógeno y el resto de oxígeno. La sal monosódica de este mismo ácido contiene un 16,4 % de sodio. Determina la fórmula molecular del ácido y escribe su fórmula desarrollada.
DATOS: A_r (H) = 1 u; A_r (O) = 16 u; A_r (C) = 12 u; A_r (Na) = 23 u.

Solución:

100 g del ácido orgánico contiene 40,7 g de carbono, 5,1 g de hidrógeno y 54,2 g de oxígeno (100 g – 40,7 g – 5,1 g).

Los moles de cada uno de los elementos en el compuesto son:

Moles de C: $\frac{40{,}7\ \cancel{g\ C}}{12\ \cancel{g}\cdot mol^{-1}} = 3{,}39$; moles O: $\frac{54{,}2\ \cancel{g\ O}}{16\ \cancel{g}\cdot mol^{-1}} = 3{,}3875$; moles H: $\frac{5{,}1\ \cancel{g\ H}}{1\ \cancel{g}\cdot mol^{-1}} = 5{,}1$.

Dividiendo los moles de cada elemento entre el menor de ello, se obtienen los subíndices de cada uno en la fórmula empírica del compuesto. Estos subíndices son:

C: $\frac{3{,}39}{3{,}3875} = 1$; O: $\frac{3{,}3875}{3{,}3875} = 1$; H: $\frac{5{,}1}{3{,}3875} = 1{,}5$.

Al ser uno de los subíndices un número decimal, este inconveniente se resuelve multiplicando todos ellos por el menor número que los haga entero. En este caso por 2, siendo la fórmula empírica del compuesto $C_2H_3O_2$, cuya masa molar es M ($C_2H_3O_2$) = 59 g · mol^{-1}.

La sal monosódica del ácido se ha obtenido sustituyendo uno de los hidrógenos de los dos grupos oxidrilos por un átomo de sodio. La masa de 1mol de esta sal contiene 23 g de sodio, que constituye el 16,4 %, es decir, 100 g de la misma contiene 16,4 g, siendo la masa de 1 mol de la sal:

$23\ \cancel{g\ Na} \cdot \frac{100\ g\ Sal}{16{,}4\ \cancel{g\ Na}} = 140$ g, y la masa de 1 mol del ácido es 140 g – 23 g + 1 g = 118 g.

La masa molar del ácido orgánico es n veces la masa molar de la fórmula empírica, es decir, M $(C_2H_3O_2)_n$ = n · M ($C_2H_3O_2$), por lo que, dividiendo la masa de 1 mol del ácido entre la masa de 1 mol de su fórmula empírica, se obtiene el coeficiente por el que hay que multiplicar ésta para obtener la fórmula molecular, es decir, n = $\frac{M(C_2H_3O_2)_n}{M(C_2H_3O_2)} = \frac{118}{59} = 2$, siendo la fórmula molecular del ácido: $C_4H_6O_4$.

Resultado: $C_4H_6O_4$.

CUESTIÓN 2.- a) Define el concepto de velocidad de reacción, indicando sus unidades y su dependencia de la temperatura y de la concentración de reactivos.
b) Define el concepto de constante cinética de velocidad y sus unidades. Indica su dependencia de la temperatura y de la concentración.

Solución:

a) Velocidad de reacción es la rapidez con la que los reactivos se transforman en productos en una reacción química. Sus unidades son mol · L^{-1} · s^{-1}. De la ecuación de Arrhenius, k = $A\cdot e^{\frac{-E_a}{R\cdot T}}$, y su expresión matemática, v = k · $[A]^x$ · $[B]^y$, se deduce que aumenta con la temperatura y la concentración de los reactivos.

b) Es la constante que aparece en la ecuación matemática de la velocidad. Sus unidades dependen del orden total de la reacción y según se ha expuesto en el apartado anterior, su valor aumenta con la temperatura y es independiente de la concentración de los reactivos.

CUESTIÓN 3.- a) Para las sales RbCl, NaCl, CsCl y KCl, explica, razonadamente, cuál tendrá mayor energía de red y cuál tendrá menor punto de fusión.
b) Calcula la energía de red correspondiente a NaCl sabiendo que en su formación a partir de sus elementos se desprenden 411 kJ · mol^{-1}.

www.yoquieroaprobar.es

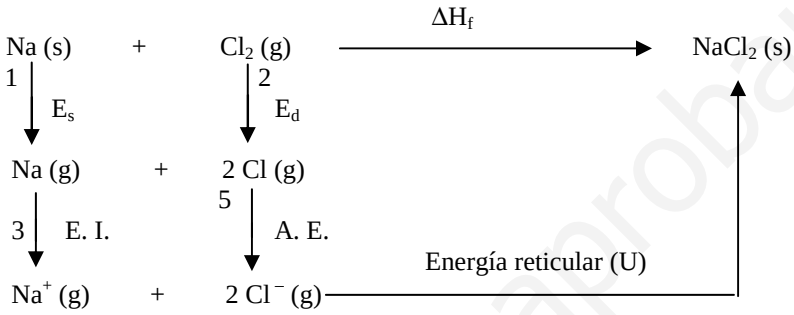
DATOS: E_s (Na) = 109 kJ · mol^{-1}; E.I. (Na) = 496 kJ · mol^{-1}; E_d (Cl_2) = 244 kJ · mol^{-1}; A.E. (Cl) = – 348 kJ · mol^{-1}.

Solución:

a) La energía de red o reticular es una propiedad de los compuestos iónicos, cuyo valor depende directamente de las cargas de los iones, e inversamente del radio de los mismos. Al tener todas las sales el mismo anión y pertenecer los cationes a los elementos del grupo 1, elementos alcalinos, todos tienen la misma carga, por lo que la energía de red disminuye al aumentar el radio iónico del catión, es decir, al descender en el grupo. Según esto, la sal que posee una mayor energía de red es el NaCl, pues el catión Na^+ es el de menor radio iónico.

El punto de fusión de una sal es la energía que hay que suministrar a una sustancia, para romper su red cristalina. Esta propiedad es proporcional a la energía de red, es decir, a mayor energía de red mayor punto de fusión, por lo que la sal CsCl, al ser la que posee una menor energía de red (el catión Cs^+ es el de mayor radio iónico), es la que tiene un menor punto de fusión.

b)



La energía reticular se obtiene despejándola de la ecuación:

$\Delta H_f = E_s + E.I. + E_d + A.E. + U \Rightarrow U = \Delta H_f - (E_s + E.I. + E_d + A.E.)$

$\Rightarrow U = -411 - 109 - 496 - 244 + 348 = -912$ kJ · mol^{-1}.

Resultado: b) U = – 912 kJ · mol^{-1}.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Justifica las siguientes afirmaciones:

a) El 2-propanol es soluble en agua, mientras que el propano no lo es.

b) En C.N. de presión y temperatura el H_2O es un líquido mientras que el H_2S es un gas.

c) A 25 ºC y 1 atm de presión el Cl_2 y el F_2 son gases, mientras que el Br_2 es líquido y el I_2 es sólido.

Solución:

a) Las moléculas del 2-propanol se unen por puente o enlace de hidrógeno con las moléculas de agua, lo que favorece su solubilidad, mientras que en el propano las moléculas son apolares y por ello no son solubles en agua.

b) La razón de la diferencia se encuentra en que las moléculas de agua se unen por enlaces de hidrógeno, mucho más fuerte que las fuerzas de Van der Waals que unen las de H_2S.

c) La diferencia en el estado en el que se encuentran estas sustancias en las condiciones dadas, se debe al incremento de las fuerzas de dispersión (fuerzas de Van der Waals) con el tamaño molecular. En F_2 y Cl_2 son muy débiles y por ello son gases, en el Br_2 son más intensas y se encuentra en estado líquido, y el I_2 son más fuertes aún y aparece en estado sólido.

PROBLEMA 1.- 5 g de Na reaccionan con agua dando lugar a la formación de hidróxido de sodio e hidrógeno, desprendiéndose 39,29 kJ de energía en la reacción. Por su parte, 5 g de oxido de sodio reaccionan también con agua formándose NaOH y liberando 21,32 kJ. Con estos datos y sabiendo

www.yoquieroaprobar.es

que la entalpía de formación estándar del agua líquida es – 285,91 kJ · mol^{-1}, determina la entalpía de formación estándar del óxido de sodio.
DATOS: A_r (H) = 1 u; A_r (O) = 16 u; A_r (Na) = 23 u.

Solución:

M (Na_2O) = 62 g · mol^{-1}.

La ecuación química de la reacción entre el sodio y agua es: $Na + H_2O \rightarrow NaOH + \frac{1}{2} H_2$.

Los moles de sodio que reaccionan son: $n = 5\,\cancel{g} \cdot \frac{1\,mol\ Na}{23\,\cancel{g\ Na}} = 0{,}217$ moles.

Si estos moles desprenden 39,29 kJ, la energía desprendida por la reacción de 1 mol de sodio es:

$\Delta H_r = 39{,}29\ kJ \cdot \frac{1\,\cancel{mol\ Na}}{0{,}217\,\cancel{moles\ Na}} = 181{,}1\ kJ.$

La ecuación química de la reacción entre el oxido de sodio y el agua es:
$Na_2O + H_2O \rightarrow 2\ NaOH$.

Los moles de óxido de sodio que reaccionan son: $n = 5\,\cancel{g} \cdot \frac{1\,mol\ Na_2O}{62\,\cancel{g\ Na_2O}} = 0{,}081$ moles.

Si estos moles desprenden 21,32 kJ, la energía desprendida por la reacción de 1 mol de Na_2O es:

$\Delta H_r = 21{,}32\ kJ \cdot \frac{1\,\cancel{mol\ Na_2O}}{0{,}081\,\cancel{moles\ Na_2O}} = 263{,}21\ kJ.$

La ecuación química de la reacción de formación del agua es: $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$.

Aplicando la ley de Hess a estas reacciones se obtiene el valor de la entalpía de formación del oxido de sodio. Para ello, se multiplica la primera ecuación por 2, incluida su entalpía, se invierte la segunda, cambiando el signo a su entalpía, y se suman las tres:

$2\ Na + \cancel{2\ H_2O} \rightarrow \cancel{2\ NaOH} + \cancel{H_2}$; $\Delta H^o_r = -362{,}20\ kJ \cdot mol^{-1}$;
$\cancel{2\ NaOH} \rightarrow Na_2O + \cancel{H_2O}$; $\Delta H^o_r = 263{,}21\ kJ \cdot mol^{-1}$;
$\cancel{H_2} + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow \cancel{H_2O}$; $\Delta H^o_f = -285{,}91\ kJ \cdot mol^{-1}$;

$2\ Na + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow Na_2O$; $\Delta H^o_f = -384{,}9\ kJ \cdot mol^{-1}$.

Resultado: $\Delta H^o_f(Na_2O) = -384{,}9\ kJ \cdot mol^{-1}$.

CUESTIÓN 2.- Indica si los siguientes grupos de tres números correspondientes a los números cuánticos n, l y m_l, respectivamente, son o no permitidos. En caso afirmativo indica a qué tipo de orbital corresponde según los valores de n y l.

a) 3, 2, –2; b) 2, 1, 0; c) 2, 1, 2; d) 4, 0, 0; e) 3, 1, – 1; f) 2, 2, 0.

Solución:

a) (3, 2, –2). Es permitido y corresponde a un orbital 3d.
b) (2, 1, 0). Es permitido y corresponde a un orbital 2p.
c) (2, 1, 2). No es permitido porque nunca el número cuántico $\mathbf{m_l}$ puede tomar un valor superior al del número cuántico **l**.
d) (4, 0, 0). Es permitido y corresponde a un orbital 4s.
e) (3, 1, –1). Es permitido y corresponde a un orbital 3p.
f) (2 , 2, 0). No es permitido por tener el número cuántico **l** el mismo valor que el de **n**, y esto es incorrecto.

www.yoquieroaprobar.es