

1.- La  $\Delta H^\circ$  entalpía estándar de formación del tolueno ( $C_6H_5 - CH_3$ ) es 11,95 kcal / mol, y las entalpías estándar de formación del dióxido de carbono (g) y del agua (l) son respectivamente -94,05 y -68,32 kcal / mol. Calcule:

- La entalpía de combustión del tolueno.
- ¿Cuántas calorías se desprenden en la combustión completa de 23,00 gramos de tolueno?

2.- Se hacen reaccionar 250 ml de una disolución 0,5 M de hidróxido de sodio con 50 ml de una disolución 1,5 M de ácido sulfúrico.

- ¿Existe algún reactivo en exceso? En caso afirmativo, indíquelo y determine la cantidad del mismo que no ha reaccionado.
- ¿Cuántos gramos de sulfato sódico se originan en esta reacción?

3.- Dado el siguiente sistema en equilibrio, que posee una variación de entalpía negativa:

$2 H_2 (g) + O_2 (g) \rightleftharpoons 2 H_2O (g)$ . Describa el efecto que producirá al:

- Enfriar.
- Añadir vapor de agua.
- Comprimir.
- Aumentar la presión de hidrógeno.

4.- a) Escriba las estructuras electrónicas del S (Z = 16) y del O (Z = 8).

b) Escriba el diagrama de Lewis de la molécula de dióxido de azufre. ¿Qué tipo de enlace presenta?

c) Explique en qué consiste el “efecto invernadero” y cómo se puede corregir.

5.- A) Nombre los siguientes compuestos:

- $CH_3 - CHOH - CH_3$ ; b)  $CH_3 - CN$ ; c)  $CH_3 - CH_2 - COOH$ ; d)  $ClCH - CHCl$ ;
- $C_6H_5OH$ .

B) Escriba la reacción que tiene lugar entre los compuestos a) y c), nombrando el producto principal de la reacción.

---

**Solución****1.**

a) Se escriben las reacciones de las que se tienen datos termodinámicos, y la reacción principal (combustión del tolueno) de la que se quiere conocer la entalpía:



Según afirma la Ley de Hess, la entalpía es una función termodinámica de estado, sólo depende de los estados inicial y final, luego se pueden combinar las reacciones (1), (2), y (3) para obtener la reacción principal, haciendo luego lo mismo con los valores de entalpías:

Si se invierte el sentido de la reacción (1) y se le suman la (2) multiplicada por 7 y la (3) por 4, se consigue la reacción de combustión del tolueno, luego su entalpía será:

$$\Delta H^\circ \text{ combustión} = -\Delta H^\circ (1) + 7 \cdot \Delta H^\circ (2) + 4 \cdot \Delta H^\circ (3)$$

$$\Delta H^\circ \text{ combustión} = -11,95 + 7 \cdot (-94,05) + 4 \cdot (-68,32) = -943,58 \text{ kcal / mol}$$

b) Se sabe, pues, que por cada mol de tolueno quemado, se desprenden 943,58 kcal, luego para los moles contenidos en los 23 g dados, se tiene:

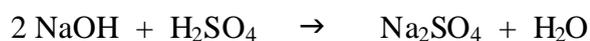
$$\text{Mm tolueno} = 92 \text{ g / mol}$$

$$\text{Moles tolueno} = 23 / 92 = 0,25 \text{ moles.}$$

$$\Delta H^\circ \text{ c total} = (-943,58 \text{ kcal / mol}) \cdot 0,25 \text{ moles} = -235,9 \text{ kcal}$$

2.

En primer lugar se escribe y ajusta la reacción entre el ácido y la base:



a) Ahora se determinan los moles de cada especie contenidos en los volúmenes tomados para la reacción; para ello se recuerda la definición de molaridad:

$$M = \text{moles soluto} / V \text{ disolución (L)}$$

$$\text{Moles NaOH} = 0,250 \cdot 0,5 = 0,125 \text{ moles}$$

$$\text{Moles H}_2\text{SO}_4 = 0,050 \cdot 1,5 = 0,075 \text{ moles}$$

Según la estequiometría de la reacción ajustada se sabe que por cada mol de ácido se consumen dos moles de la base, luego se determinan los moles necesarios para consumir toda la base:

$$\begin{array}{ccc} 2 \text{ moles NaOH} & \text{———} & 1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \\ 0,125 & \text{———} & x \end{array}$$

$$x = 0,0625 \text{ moles de H}_2\text{SO}_4 \text{ se necesitarían.}$$

Como los moles reales de ácido que se ponen a reaccionar son 0,075, estará en exceso, sobrando:

$$0,075 - 0,0625 = 0,0125 \text{ moles}$$

Y expresados en masa, serán:

$$m \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ que sobra} = 0,0125 \cdot 98 = 1,225 \text{ g}$$

b) Para calcular la masa de sal formada, se establece su relación con el reactivo limitante, que es el NaOH:

$$\begin{array}{ccc} 2 \text{ moles NaOH} & \text{———} & 1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \\ 0,125 & \text{———} & x \end{array}$$

$$x = 0,0625 \text{ moles de Na}_2\text{SO}_4$$

Y estos moles, expresados en gramos serán:

$$m \text{ Na}_2\text{SO}_4 = 0,0625 \cdot 142 = 8,87 \text{ g}$$

**3.**

El Principio de Le Chatelier dice que si sobre un sistema en equilibrio se introduce alguna modificación, éste responde desplazándose en el sentido en que tienda a oponerse a la modificación.

a) Al enfriar, se disminuye el calor, por lo que el sistema tenderá a oponerse a este cambio desplazándose hacia donde se desprenda calor, es decir, hacia donde sea exotérmica, que es hacia la derecha, aumentando la concentración de agua producida.

b) Si se aumenta la concentración del producto de la reacción, el equilibrio se opondrá provocando una disminución en dicha concentración, para lo cual se desplazará hacia la izquierda.

c) Al aumentar la presión del sistema, y para que se mantenga  $P \cdot V = cte$ , el equilibrio, donde  $\Delta n = -1$ , tenderá a desplazarse hacia donde haya menos moles, esto es, hacia la derecha, produciéndose más cantidad de agua.

d) Si se aumenta la presión del hidrógeno, que se puede expresar como:

$$P(\text{H}_2) = P_{\text{total}} \cdot X_{\text{H}_2}$$

aumenta la fracción molar de hidrógeno:

$$X_{\text{H}_2} = \frac{\text{moles H}_2}{\text{moles totales}}$$

Al aumentar esta fracción molar significa que se incrementa el número de moles de hidrógeno. Luego el equilibrio responderá a esta modificación desplazándose en el sentido en que se reduzca la cantidad de hidrógeno, es decir, hacia la derecha, aumentando la concentración de agua.

**4.**

a) S ( $Z = 16$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

O ( $Z = 8$ ):  $1s^2 2s^2 2p^4$

b)  $\text{SO}_2$

La estructura de Lewis consiste en representar los electrones de la capa de valencia de los elementos que forman la molécula, viendo cuantos pares de electrones se comparten, y por tanto cuantos enlaces covalentes se forman:

Simplificadamente:  $O = S - O$

Es decir, hay un enlaces covalente doble y otro sencillo entre el azufre y cada oxígeno, donde el azufre (átomo central) posee un par de electrones libre. La geometría de la molécula será angular.

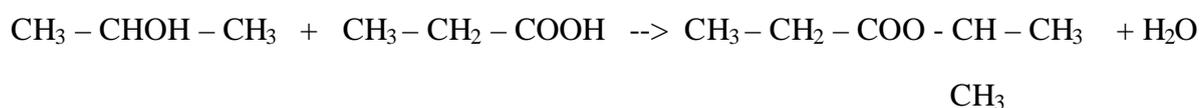
c) El efecto invernadero es un fenómeno de calentamiento de la corteza terrestre provocado por la presencia de concentraciones muy elevadas de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) en la atmósfera, de modo que este gas no permite la reemisión de la radiación infrarroja que incide sobre el suelo.

**5.**

A)

- a) 2- propanol
- b) etanonitrilo o cianuro de metilo
- c) ácido propanoico
- d) 1,2 - dicloroetano
- e) fenol

B) Sería la reacción de esterificación: ácido + alcohol  $\rightarrow$  éster + agua



Se habrá formado el propanoato de isopropilo

|

---