

PROBLEMA (3,5 puntos)

Calcular las entalpías de formación del etileno a presión constante y a volumen constante a 17° C y el calor de combustión del butano a presión constante y a 200°C.

DATOS: ΔH_f° del H₂O; CO₂: -241,8, -393,5 kJ/mol.

Calor de combustión el etileno a 17°C: 1393,938 kJ / mol

Calor específico a presión constante del: etileno, O₂, agua en estado líquido, agua en estado vapor y CO₂, respectivamente: 1,67; 2,09; 4,18; 0,96; 3,5. J /g. °C

El calor de vaporización del agua es 2,257 kJ / g

Masas atómicas C; H; O: respectivamente 12; 1; 16 g/atm -g

R= 8,314 j/ K. mol

CUESTIONES. (Cada una 1 punto)

- 1.- El número de protones del núcleo de un elemento es 82. Escribir su configuración electrónica indicando su grupo y periodo. ¿Cuáles son los números cuánticos de su electrón diferenciador?
- 2.- El amoniaco está disociado al 1,3 % en una disolución 0,1 M. Calcular el pH y la constante de equilibrio de la reacción: $\text{NH}_3(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$
- 3- Escribir las fórmulas químicas de los siguientes polímeros e indique dos propiedades características de cada uno de ellos.
Policloruro de vinilo (PVC): Politetrafluoretileno (Teflon): Neopreno (Caucho de cloropreno)
- 4- Defina en relación a los procesos en ingeniería los conceptos siguientes: Sistema abierto o continuo. Sistema cerrado. Acumulación. Generación. Consumo.
- 5.- Uno de los tipos de reacción dentro de la Química Orgánica son las reacciones de sustitución. Ponga un ejemplo que pertenezca a este tipo.

Tema (1,5 puntos).

1.- Procesos de obtención de los metales Concentración Reducción. Refino Criterios de pureza.

SOLUCIONES

PROBLEMA (3,5 puntos)

Calcular las entalpías de formación del etileno a presión constante y a volumen constante a 17° C y el calor de combustión del butano(*) a presión constante y a 200°C. (Con los datos que nos dan, todos ellos referidos al etileno, debemos suponer que nos piden el calor de combustión del etileno a 200°C, no el del butano)

DATOS: ΔH_f° del H₂O; CO₂: -241,8, -393,5 kJ/mol.

Calor de combustión el etileno a 17°C: 1393,938 kJ / mol

Calor específico a presión constante del: etileno, O₂, agua en estado líquido, agua en estado vapor y CO₂, respectivamente: 1,67; 2,09; 4,18; 0,96; 3,5. J /g. °C

El calor de vaporización del agua es 2,257 kJ / g

Masas atómicas C; H; O: respectivamente 12; 1; 16 g/atm -g

R= 8,314 J/ K. mol (*) (el valor dado de 0,082 KJ/K.mol, obviamente es un error)

RESOLUCIÓN

El calor de reacción a presión constante es la entalpía de reacción, la cual se define así.

1) Reacción de formación del etileno a 17°C: $2 \cdot \text{C}_{(\text{s})} + 2 \cdot \text{H}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_{2(\text{g})}$

Nos dan las siguientes reacciones: (a 17°C, el agua estará en estado líquido)

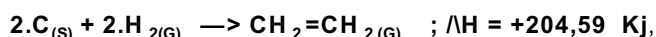
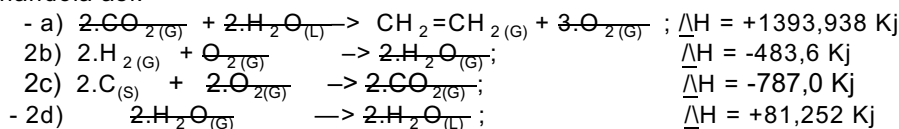
a) $\text{CH}_2=\text{CH}_{2(\text{g})} + 3 \cdot \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 2 \cdot \text{CO}_{2(\text{g})} + 2 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$; $\Delta H = -1393,938 \text{ KJ}$

b) $\text{H}_{2(\text{g})} + \frac{1}{2} \cdot \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$; $\Delta H = -241,8 \text{ KJ}$

c) $\text{C}_{(\text{s})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})}$; $\Delta H = -393,5 \text{ KJ}$

d) $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$; $\Delta H = +40,626 \text{ KJ}$

De acuerdo con estas reacciones conocidas, y aplicando la ley de Hess, obtendremos la primera combinandola así:

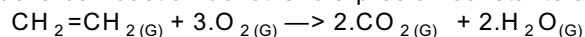


Esta es la entalpía de formación del etileno a presión constante a 17°C.

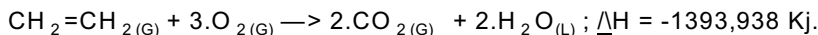
La relación entre los calores de reacción a presión y a volumen constante viene dado por la expresión:

$\Delta Q_p = \Delta Q_v + P \cdot \Delta V$, y cuando se trata de gases es: $\Delta Q_p = \Delta Q_v + \Delta n \cdot R \cdot T$, donde al sustituir, teniendo en cuenta que Δn es la variación del número de moles de gas (en los productos solamente hay un mol de gas (etileno) mientras que en los reactivos hay 2 moles de gas (2 moles de H₂), por lo que $\Delta n = 1 - 2 = -1$;
 $+204590 = \Delta Q_v + (-1) \cdot 8,314 \cdot 290$; $\Delta Q_v = 204590 + 2411,06 = + 207001,06 \text{ J} = + 207,00 \text{ KJ}$

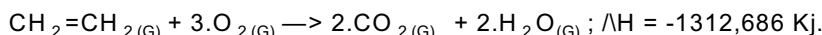
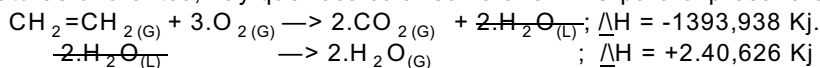
2) Para el caso de la combustión del etileno a presión constante a 200°C, cuya reacción es:



hemos de tener en cuenta que conocemos su valor a 17°C:



Para poder aplicar la ecuación de Kirchoff, que relaciona las entalpías de reacción a dos temperaturas diferentes, hay que recalcular su valor a 17°C para expresarla con agua en estado de vapor:



Para calcular la entalpía de reacción a 200°C, hemos de aplicarle la Ecuación o Ley de Kirchoff, que nos relaciona las entalpías de reacción a dos temperaturas se enuncia como: *la variación de la cantidad de calor producida en una reacción química, por cada grado que se eleva la temperatura, es igual a la diferencia entre la suma de las capacidades caloríficas molares de los reactivos y de los productos de la reacción.*, es decir:

$$\Delta H_{T_2} - \Delta H_{T_1} = \Delta C_{P.}(T_2 - T_1) \implies \Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \Delta C_{P.}(T_2 - T_1)$$

Los valores molares de los calores específicos a presión constante para los reactivos y productos son:

$$\text{CO}_{2(\text{G})} = 44.3,5 = 154 \text{ j/mol}^\circ\text{C}$$

$$\text{H}_2\text{O}_{(\text{G})} = 18.0,96 = 17,28 \text{ j/mol}^\circ\text{C}$$

$$\text{C}_2\text{H}_{4(\text{G})} = 28.1,67 = 46,76 \text{ j/mol}^\circ\text{C}$$

$$\text{O}_{2(\text{G})} = 32.2,09 = 66,88 \text{ j/mol}^\circ\text{C}$$

Siendo, por tanto, la variación del calor específico a presión constante en esta reacción:

$$\Delta C_{P.} = 2. \Delta C_{P.\text{CO}_2} + 2. \Delta C_{P.\text{H}_2\text{O}} - \Delta C_{P.\text{C}_2\text{H}_4} - 3. \Delta C_{P.\text{O}_2} = 2.154 + 2.17,28 - 46,76 - 3.66,88 = 95,16 \text{ j}^\circ\text{C}$$

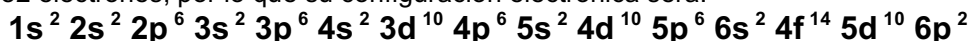
Y con ello, aplicando la Ley de Kirchoff:

$$\Delta H_{200^\circ\text{C}} = -1312686 \text{ j} + 95,16 .(473 - 290) = - 1295271,7 \text{ j} \implies \Delta H_{200^\circ\text{C}} = - 1295,271 \text{ Kj}$$

CUESTIONES. (Cada una 1 punto)

1.- El número de protones del núcleo de un elemento es 82. Escribir su configuración electrónica indicando su grupo y periodo. ¿Cuáles son los números cuánticos de su electrón diferenciador?
RESOLUCIÓN

Si tiene 82 protones en el núcleo, se trata del elemento con número atómico 82, y tendrá también 82 electrones, por lo que su configuración electrónica será:



Se encontrará en el **6º periodo** (6 es el número cuántico mayor que aparece en su configuración) y puesto que el último electrón es el p^2 , se encontrará en el 2º grupo de los p: **Grupo 4B ó 14**

El electrón diferenciador es el último electrón que entra a formar parte de la configuración (es el que diferencia a este elemento del inmediatamente anterior), por lo que será el segundo del subnivel **6p²**, y sus dos primeros números cuánticos son:

Nº cuántico principal: **n = 6**

Nº cuántico secundario: **l = p => 1**

Nº cuántico magnético orbital: **m = -1, 0 +1**

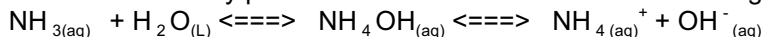
Nº cuántico de espín +/- 1/2

Por convenio, el orden de estos dos últimos se toma de - a +, por lo que las sucesivas parejas serán: 1º: (-1, - 1/2) ; 2º: (0, - 1/2) ; 3º: (+1, - 1/2) ; 4º: (-1, + 1/2) ; 5º: (0, + 1/2) ; 6º: (+1, + 1/2)

Por tanto, como es el 2º electrón (**6p²**), los cuatro números cuánticos serán: **(6, 1, 0, - 1/2)**

2.- El amoniaco está disociado al 1,3 % en una disolución 0,1 M. Calcular el pH y la constante de equilibrio de la reacción: $\text{NH}_{3(\text{ac})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(\text{ac})} + \text{OH}^-_{(\text{ac})}$
RESOLUCIÓN

La reacción de disolución y posterior disociación del amoniaco en el agua es:



La concentración inicial es **0,1 M** y si está disociado un 1,3%, la cantidad disociada "x" será el

1,3% de 0,1, es decir: $x = 0,1 \frac{1,3}{100} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l.}$ De esta forma el equilibrio de disociación nos

queda:

| | $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | $\rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons$ | $\text{NH}_4^+ +$ | OH^- |
|---------------|--|--|-------------------------|-------------------------|
| inicial | 0,1 | | --- | --- |
| En equilibrio | $0,1 - x = 0,1 - 1,3 \cdot 10^{-3} = 9,87 \cdot 10^{-2}$ | | $x = 1,3 \cdot 10^{-3}$ | $x = 1,3 \cdot 10^{-3}$ |

Con estos datos, podemos determinar la Constante de disociación del Amoniaco, que es:

$$K_c = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}, \text{ en la cual al sustituir, nos queda: } K_c = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 1,3 \cdot 10^{-3}}{9,87 \cdot 10^{-2}}; \mathbf{K_c = 1,71 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}}$$

Para calcular el pH, hemos de determinar primero el valor del pOH, que es:

$$pOH = -\lg[OH^-] = -\lg(1,3 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow pOH = 2,89; \text{ pH} = 14 - pOH = 14 - 2,89 \Rightarrow \mathbf{pH = 11,11}$$

3- Escribir las fórmulas químicas de los siguientes polímeros e indique dos propiedades características de cada uno de ellos.

Policloruro de vinilo (PVC): Politetrafluoretileno (Teflon): Neopreno (Caucho de cloropreno)

RESOLUCIÓN

- **Policloruro de vinilo (PVC)** Ver página 614

- **Politetrafluoretileno (Teflon):** Ver página 614

- **Neopreno (Caucho de cloropreno):** Ver página 615

4- Defina en relación a los procesos en ingeniería los conceptos siguientes: Sistema abierto o continuo.

Sistema cerrado. Acumulación. Generación. Consumo.

RESOLUCIÓN

Sistema abierto o continuo. Ver página 723

Sistema cerrado. Ver página 723

Acumulación. Ver página 723

Generación. Ver página 723

Consumo. Ver página 723

5.- Uno de los tipos de reacción dentro de la Química Orgánica son las reacciones de sustitución. Ponga un ejemplo que pertenezca a este tipo.

Ver páginas 518 Y 782

Tema (1,5 puntos).

1.- Procesos de obtención de los metales Concentración Reducción. Refino Criterios de pureza.

Ver páginas 423 y siguientes

TEXTO RECOMENDADO: QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA. Caselles, M., Gómez, R. y otros. Ed. UNED