

**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:  $\Delta H_f^\circ$  del H<sub>2</sub>O; CO<sub>2</sub>: -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, O<sub>2</sub>, agua en estado líquido, agua en estado vapor y CO<sub>2</sub>, 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:  $\Delta H_f^\circ$  del H<sub>2</sub>O; CO<sub>2</sub>: -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, O<sub>2</sub>, agua en estado líquido, agua en estado vapor y CO<sub>2</sub>, 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)

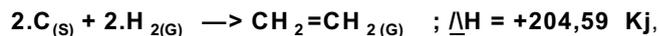
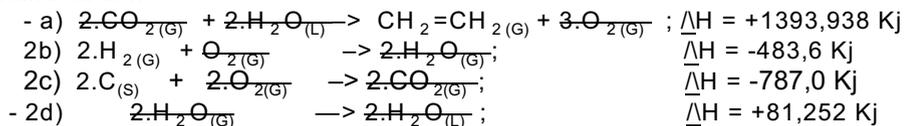
a)  $\text{CH}_2=\text{CH}_{2(\text{g})} + 3 \cdot \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow 2 \cdot \text{CO}_{2(\text{g})} + 2 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ ;  $\Delta H = -1393,938 \text{ KJ}$

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:

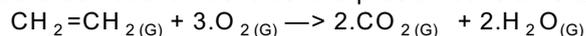


Esta es la entalpía de formación del etileno a presión constante a 17°C.

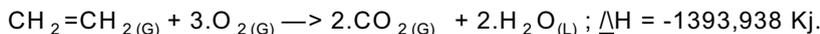
La relación entre los calores de reacción a presión y a volumen constante viene dado por la expresión:

$\Delta Q_p = \Delta Q_v + P \cdot \Delta V$ , 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  $\Delta n$  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 H<sub>2</sub>), por lo que  $\Delta n = 1 - 2 = -1$ ;  
 $+204590 = \Delta Q_v + (-1) \cdot 8,314 \cdot 290$ ;  $\Delta Q_v = 204590 + 2411,06 = + 207001,06 \text{ J} = + 207,00 \text{ KJ}$

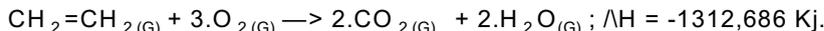
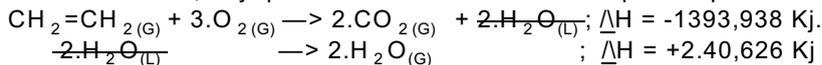
2) Para el caso de la combustión del etileno a presión constante a 200°C, cuya reacción es:



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:

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

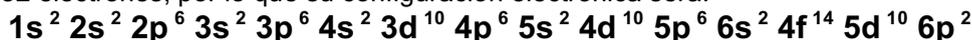
Y con ello, aplicando la Ley de Kirchoff:

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

### 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 **6p<sup>2</sup>**, 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 (**6p<sup>2</sup>**), 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:

	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons$	$\text{NH}_4^+ +$	$\text{OH}^-$
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