

1.- Reacción entre gases ¿ $Q_v$  y  $\Delta H$ ?

•  $\Delta U = Q + W$  ;  $Q_v = \Delta U$  ;  $Q_p = \Delta H$

• En un proceso adiabático ( $P = \text{cte}$ ) :  $W = -P \Delta V = -\Delta n \cdot R \cdot T$

• De modo que :

$$\Delta U = \Delta H - \Delta n RT$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n RT$$

$$q_p = q_v + \Delta n RT$$

↳ sólo  $Q_v = Q_p$  cuando  $\Delta n = 0$   
(variac. núm. moles gas)



$$Q_p \geq Q_v$$

Como  $Q_p = Q_v + \Delta n RT$

$$\Delta H = Q_v + \Delta n RT$$

(-) (+)  $\Delta n = 6 + 12 - 15 > 0$  y como  $R \cdot T > 0$ ,  $Q_v < 0$

Como  $\Delta n RT > 0$   $\Delta H > Q_v$  (como números enteros)  
 $\Delta H < 0$

En valor absoluto:

$$|\Delta H| < |Q_v|$$

o sea, se libera más calor a  $V = \text{cte}$

3.-  $\Delta H_f^\circ (\text{SO}_3) = -395,2 \text{ kJ/mol}$

$\Delta U$ ?

$T = 298 \text{ K}$ ,  $P = 1 \text{ atm}$

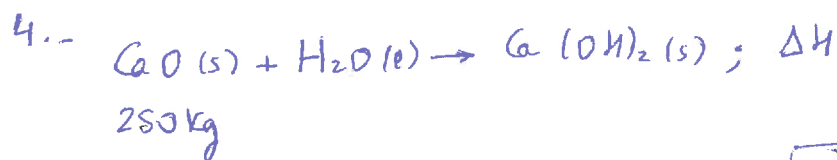


$$\Delta H = \Delta U + \Delta n RT ; \Delta U = \Delta H - (\Delta n) RT = -395,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot 8,31 \cdot 10^{-3} \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 298 \text{ K}$$

$$\Delta n = 1 - \frac{3}{2} = -\frac{1}{2}$$

$$= -394 \text{ kJ/mol}$$



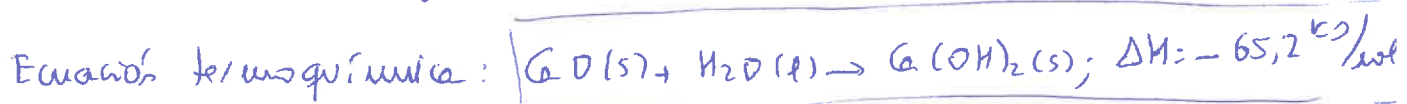


$$Q_p = \Delta H = -291,1 \text{ kJ}$$

expresan  
como kJ/mol

$$\Delta H = \frac{-291,1 \text{ kJ}}{4464 \text{ mol}} \cdot \frac{10^3 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} = -65,2 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

$$250.000 \text{ g CaO} \cdot \frac{1 \text{ mol CaO}}{56 \text{ g CaO}} = 4464 \text{ mol CaO}$$

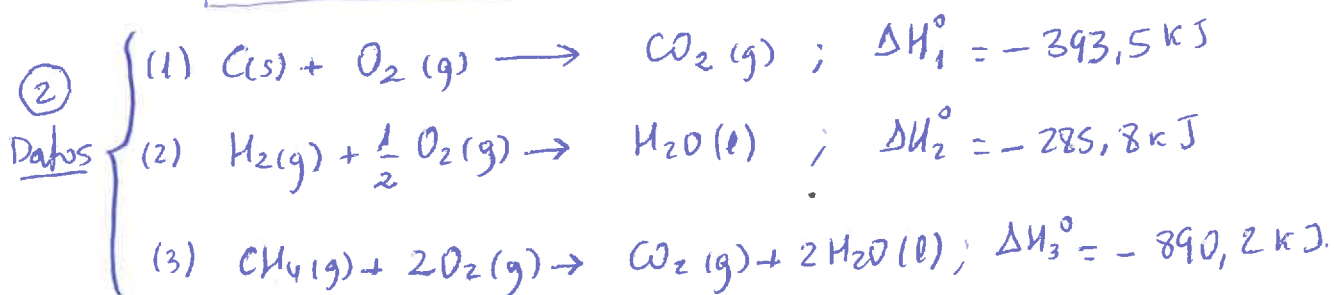


5.-

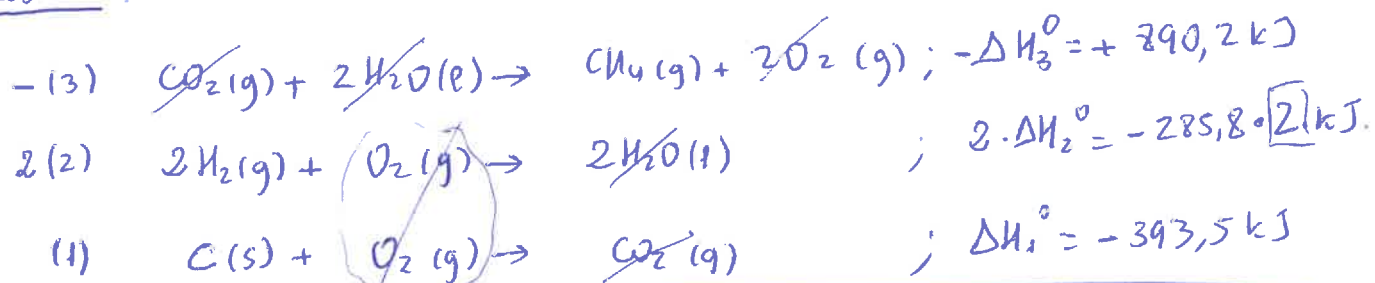
Calor de formación ( $\Delta H_f^\circ$ ) del  $\text{CH}_4 \rightarrow \Delta H_f^\circ ?$



① plantear ecuación  
formación a  
partir de  
los  
elementos



③ Resolver:

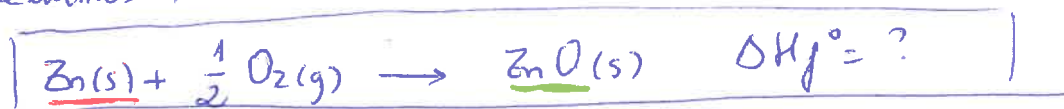


$$\Delta H_f^\circ = 890,2 - 2 \cdot 285,8 - 393,5 = -74,9 \text{ kJ}$$

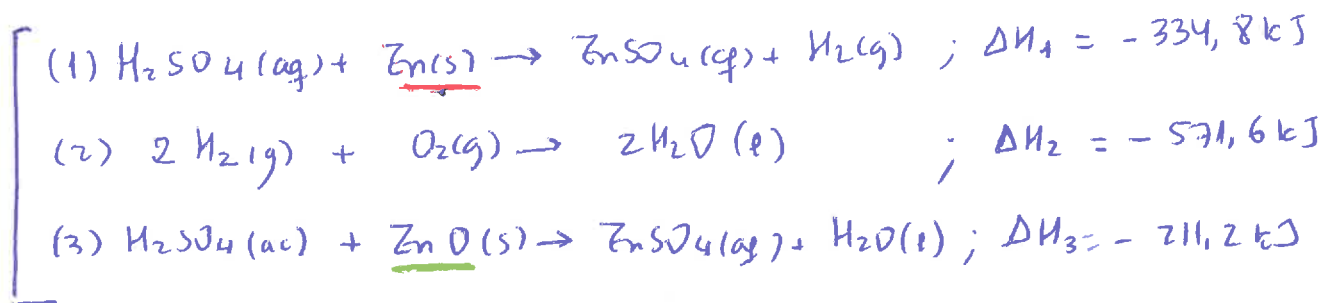
ms

6.-  $\Delta H_f^\circ(\text{ZnO})$ ?

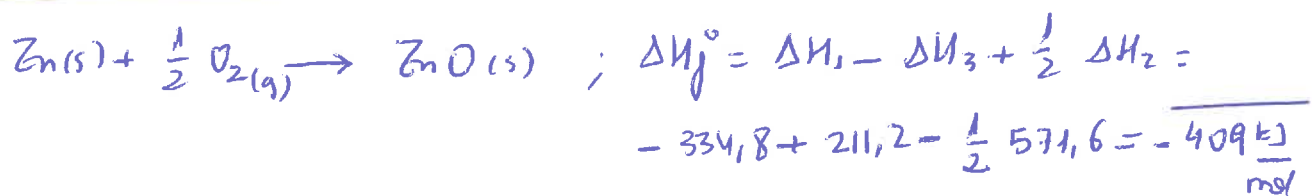
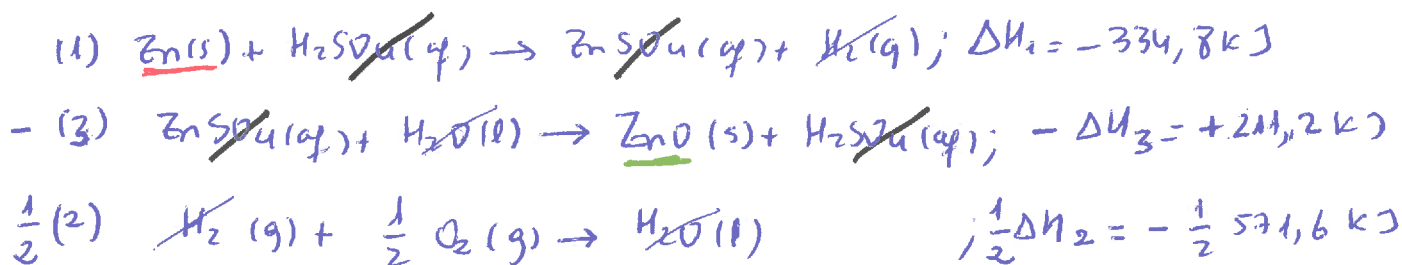
① Plantear ecuación de formación del ZnO a partir de sus elementos:



② Evaluar los datos:

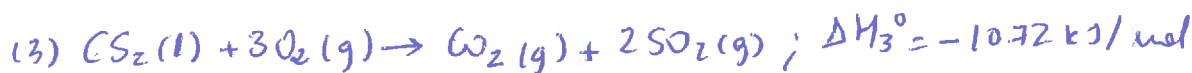
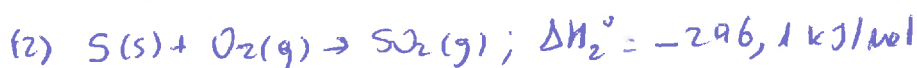
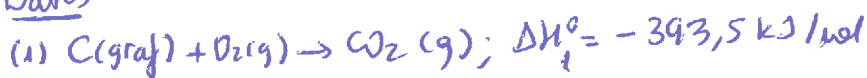


③ Resolver

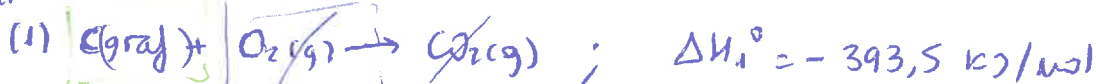


7.-  $\text{C}(\text{grafito}) + 2\text{S(s)} \rightarrow \text{CS}_2(\text{l}) ; \Delta H_R^\circ =$

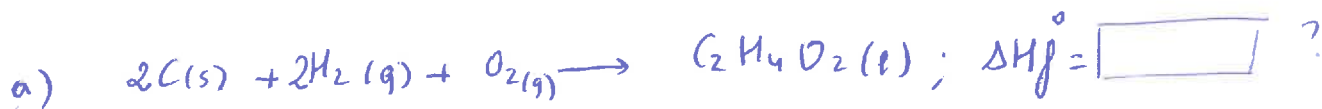
a) Datos



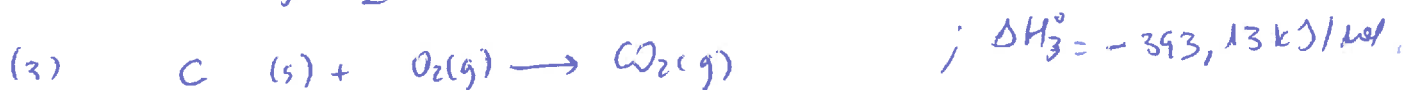
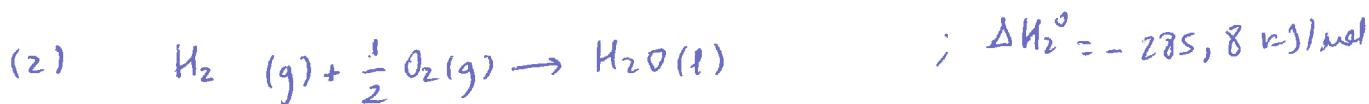
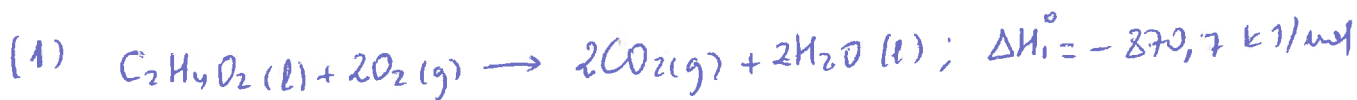
Resolver



$$b) 5g C \cdot \frac{1 \text{ mol } C}{12g C} \cdot \frac{86,3 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C} = 35,96 \text{ kJ}$$



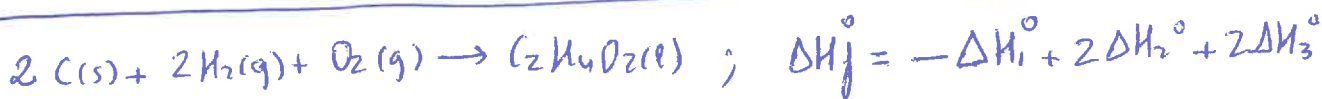
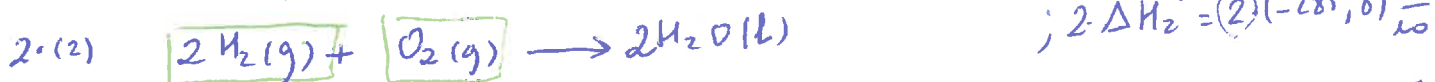
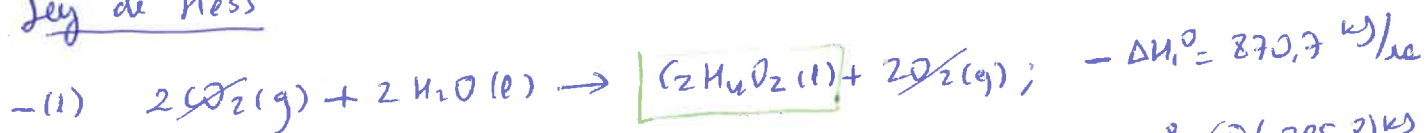
Datos: valores combustion



IMPORTANTE → ajustar bien todas las reacciones

Ajarse en que  $\Delta H_3^\circ$  es  $\Delta H_f^\circ(CO_2)$ ;  $\Delta H_2^\circ$  es  $\Delta H_f^\circ(H_2O)$

b) Ley de Hess



$$\Delta H_f^\circ = 870,7 + 2(-285,8) + 2(-393,13)$$

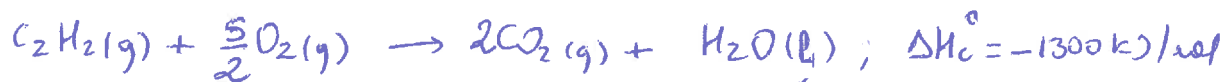
$$\Delta H_f^\circ = -487,26 \text{ kJ/mol.}$$

c) kcal? 1kg  $CH_3COOH$

$$1000g C_2H_4O_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } C_2H_4O_2}{60g C_2H_4O_2} \cdot \frac{-487,26 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{0,24 \text{ kcal}}{1 \text{ kJ}} = \boxed{-1949 \text{ kcal}}$$

9.-  $\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}))$ ? ; Datos:  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$   
 $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$   
 $\Delta H_{\text{comb}}^\circ(\text{C}_2\text{H}_2) = -1300 \text{ kJ/mol}$

a) Reacción combustión  $\text{C}_2\text{H}_2$ :



$$\Delta H_R^\circ = \sum n_i \Delta H_f^\circ(\text{P}) - \sum n_i \Delta H_f^\circ(\text{R}) = 2 \cdot \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_2)$$

$$\downarrow$$

$$-1300 = 2(-393,5) - 285,8 - \Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_2)$$

$$\boxed{\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_2) = 1300 + 2(-393,5) - 285,8 = 227,2 \text{ kJ/mol}}$$

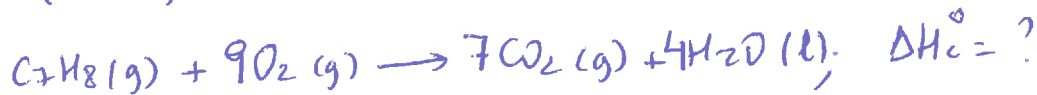
b)  $V_{\text{CO}_2}$ ,  $30^\circ\text{C}$  ( $=303\text{K}$ );  $P=1\text{ atm}$ ,  $200\text{g C}_2\text{H}_2$

$$200\text{g C}_2\text{H}_2 \cdot \frac{1\text{ mol C}_2\text{H}_2}{26\text{ g C}_2\text{H}_2} \cdot \frac{2\text{ mol CO}_2}{1\text{ mol C}_2\text{H}_2} = 15,38\text{ mol CO}_2$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{15,38 \cdot 0,082 \cdot 303}{1} = \boxed{382\text{ L}}$$

10.-  $\Delta H_f^\circ(\text{C}_7\text{H}_8(\text{g})) = 49,95 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,14 \text{ kJ/mol}$   
 $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = -285,56 \text{ kJ/mol}$

a)  $\Delta H_c^\circ(\text{C}_7\text{H}_8(\text{g}))$ ??



$$\Delta H_c^\circ = 7 \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 4 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^\circ(\text{C}_7\text{H}_8) =$$

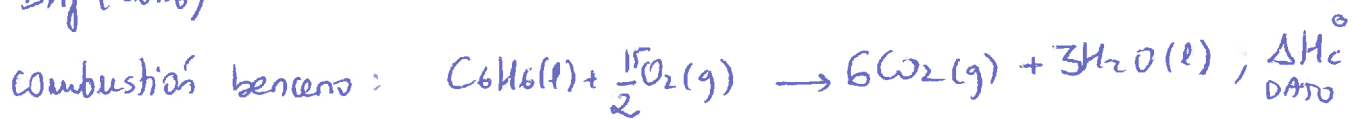
$$\Delta H_c^\circ = 7(-393,14) + 4(-285,56) - 49,95 = \boxed{-3944,17 \text{ kJ/mol}}$$

b)

$$23\text{g C}_7\text{H}_8 \cdot \frac{1\text{ mol C}_7\text{H}_8}{92\text{ g C}_7\text{H}_8} \cdot \frac{-3944,17 \text{ kJ}}{1\text{ mol C}_7\text{H}_8} = \boxed{-986 \text{ kJ}}$$

11.-  
 $\Delta H_c^\circ(\text{C}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$  ;  $\text{C(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta H_{\text{comb}}^\circ(\text{C}) = \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2)$   
 $\Delta H_c^\circ(\text{C}_6\text{H}_6) = -3301 \text{ kJ/mol}$  ;  
 $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -285,5 \text{ kJ/mol}$

a)  $\Delta H_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_6)$  ?



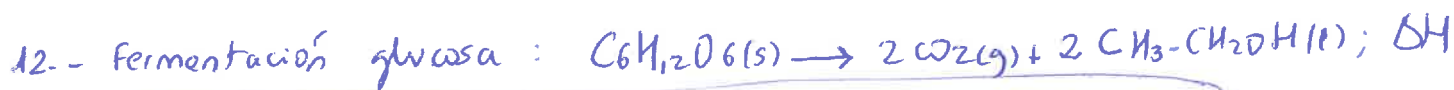
$$\Delta H_{\text{comb}}^\circ(\text{C}_6\text{H}_6) = 6 \cdot \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 3 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_6)$$

$$-3301 = 6 \cdot (-393,5) + 3(-285,5) - \Delta H_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_6)$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_6) = \quad \quad \quad + 3301 = \boxed{83,5 \text{ kJ/mol}}$$

b) OBTENCIÓN 1kg  $\text{C}_6\text{H}_6$

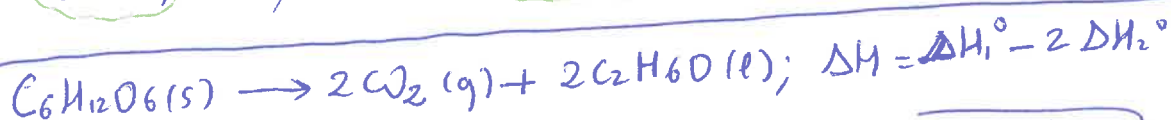
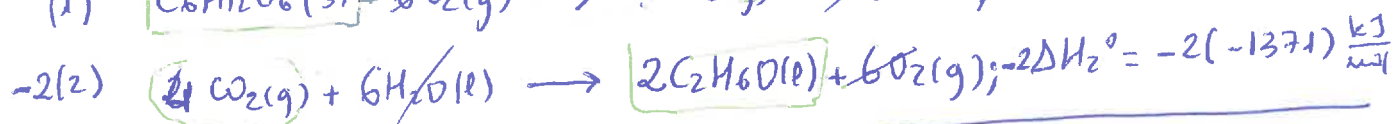
$$1000 \text{ g C}_6\text{H}_6 \cdot \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_6}{78 \text{ g C}_6\text{H}_6} \cdot \frac{83,5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_6} = \boxed{1071,5 \text{ kJ}}$$



a)  $\Delta H^\circ = 2 \Delta H_f^\circ(\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}) + 2 \cdot \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) - \Delta H_f^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$

Datos  $\left\{ \begin{array}{l} \Delta H_{\text{comb}}^\circ(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = -2813 \text{ kJ/mol} ; \textcircled{1} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O} \\ \Delta H_{\text{comb}}^\circ(\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}) = -1371 \text{ kJ/mol} ; \textcircled{2} \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O} \end{array} \right.$

Ley Hess:



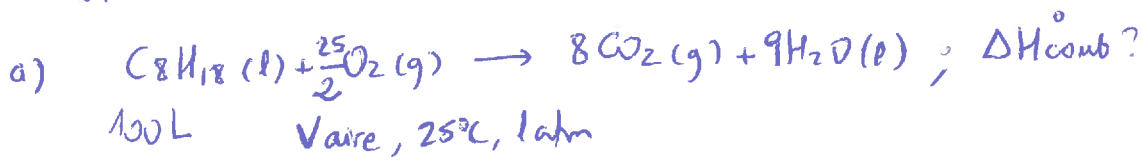
$$\Delta H = -2813 - 2(-1371) = \boxed{-71 \text{ kJ/mol}}$$

b)  $25^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$  ;  $P = 0,98 \text{ atm}$

$$1 \text{ kg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \frac{1000 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{1 \text{ kg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \cdot \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 11,1 \text{ mol CO}_2$$

$$V = nRT/P = 11,1 \cdot 0,082 \cdot 298 / 0,98 = 277 \text{ L}$$

13. -  $C_8H_{18}$



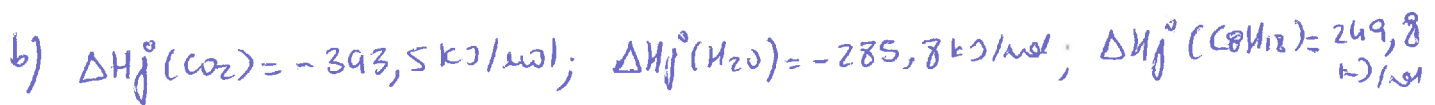
Datos:

$$O_2: 21\% (v/v)$$

$$d_{C_8H_{18}} = 800 \text{ g/L}$$

$$100 \text{ L } C_8H_{18} \cdot \frac{800 \text{ g } C_8H_{18}}{1 \text{ L } C_8H_{18}} \cdot \frac{1 \text{ mol } C_8H_{18}}{114 \text{ g } C_8H_{18}} \cdot \frac{25/2 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_8H_{18}} = 8772 \text{ mol } O_2$$

$$V_{O_2} = \frac{nRT}{P} = \frac{8772 \text{ mol} \cdot 0,082 \cdot 298}{1} = 2,14 \cdot 10^5 \text{ L } O_2; \quad 2,14 \cdot 10^5 \text{ L } O_2 \cdot \frac{100 \text{ L aire}}{21 \text{ L } O_2} = \underline{1,02 \cdot 10^6 \text{ L aire}}$$

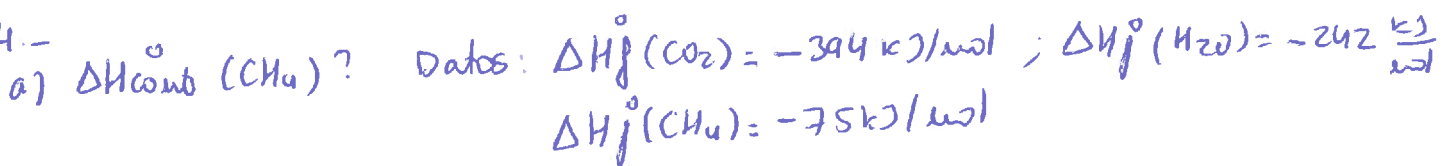


$$\Delta H_{comb}^\circ = 9 \cdot \Delta H_f^\circ(H_2O) + 8 \cdot \Delta H_f^\circ(CO_2) - \Delta H_f^\circ(C_8H_{18}) =$$

$$\Delta H_{comb}^\circ = 9 \cdot (-285,8) + 8 \cdot (-393,5) - 249,8 = -5578,4 \text{ kJ/mol}$$

$$100 \text{ L } C_8H_{18} \cdot \frac{800 \text{ g } C_8H_{18}}{1 \text{ L } C_8H_{18}} \cdot \frac{1 \text{ mol } C_8H_{18}}{114 \text{ g } C_8H_{18}} \cdot \frac{-5578,4 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_8H_{18}} = \underline{-3,9 \cdot 10^6 \text{ kJ}}$$

14. -



$$\Delta H_{comb}^\circ = \Delta H_f^\circ(CO_2) + 2 \Delta H_f^\circ(H_2O) - \Delta H_f^\circ(CH_4) = -394 - 2 \cdot 242 + 75 = \underline{-803 \text{ kJ/mol}}$$



$$-4600 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ mol } CH_4}{-803 \text{ kJ}} = 5,73 \text{ mol } CH_4$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{5,73 \cdot 0,082 \cdot 298}{1} = \underline{140 \text{ L}}$$



a)  $\Delta H_{\text{reac}}^\circ = \Delta H_f^\circ(\text{Al}_2\text{O}_3) - \Delta H_f^\circ(\text{Fe}_2\text{O}_3) = -1662 - (-836) = \underline{-826 \text{ kJ/mol}}$

•  $16 \text{ g } \cancel{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Fe}_2\text{O}_3}{159,7 \text{ g } \cancel{\text{Fe}_2\text{O}_3}} \cdot \frac{-826 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } \text{Fe}_2\text{O}_3} = -82,8 \text{ kJ}$

b) " "  $\cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Al}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol } \text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot \frac{102 \text{ g } \text{Al}_2\text{O}_3}{1 \text{ mol } \text{Al}_2\text{O}_3} = 10,2 \text{ g } \text{Al}_2\text{O}_3$

16.-

| subst                            | $\Delta H_f^\circ (\text{kJ/mol})$ |
|----------------------------------|------------------------------------|
| CH <sub>4</sub> O <sub>(l)</sub> | -239,1                             |
| CO <sub>2</sub> (g)              | -393,5                             |
| H <sub>2</sub> O(l)              | -285,8                             |

CH<sub>3</sub>OH = CH<sub>4</sub>O  
metanol



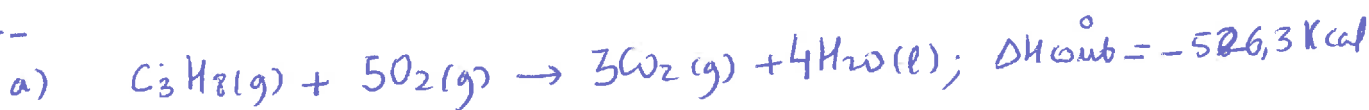
b)  $\Delta H_{\text{comb}}^\circ = 2\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) + \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) - \Delta H_f^\circ(\text{CH}_4\text{O}) =$   
 $= 2(-285,8) + (-393,5) - (-239,1) = -726 \text{ kJ/mol}$

c)  $\Delta H^\circ = \Delta U^\circ + \Delta n R T$   
 $\Delta n = 1 - \frac{3}{2} = -1/2$

$\Delta H^\circ = \Delta U^\circ - \frac{1}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 298$   
 $-726 \cdot 10^3$

$\hookrightarrow \Delta U^\circ = -726 \cdot 10^3 + \frac{1}{2} \cdot 8,31 \cdot 298 = -726 \cdot 10^3 \text{ J/mol} = \underline{-726 \text{ kJ/mol}}$

17.-



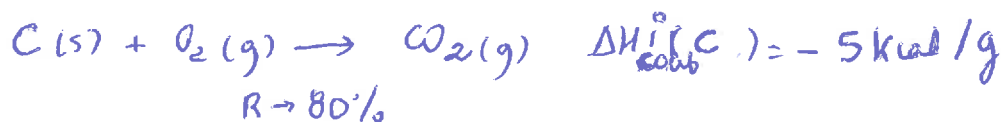
$\Delta H_{\text{comb}}^\circ = 3\Delta H^\circ(\text{CO}_2) + 4\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8)$   
 $-526,3 = 3 \cdot (-94,03) + 4(-68,30) - \Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8)$

$\Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) = 3(-94,03) + 4(-68,30) + 526,3$

$\Delta H_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) = \underline{-28,99 \text{ kcal/mol}}$

b) combustion 1kg  $C_3H_8$

$$1000 \text{ g } C_3H_8 \cdot \frac{1 \text{ mol } C_3H_8}{44 \text{ g } C_3H_8} \cdot \frac{-526,3 \text{ kcal}}{1 \text{ mol } C_3H_8} = -11961 \text{ kcal}$$



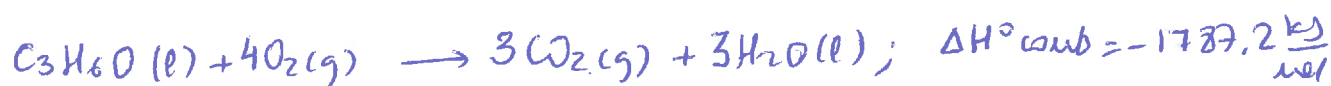
QUIERO LIBERAR

$$\downarrow$$

$$-11961 \text{ kcal} \cdot \frac{1 \text{ g } C^{\text{teórico}}}{-5 \text{ kcal teórico}} \cdot \frac{100 \text{ g } C^{\text{real}}}{80 \text{ g } C^{\text{teórico}}} = 2990 \text{ g } C = \boxed{2,99 \text{ kg}}$$

18. -  $\Delta H_{\text{comb}}^\circ(C_3H_6O) = -1787,2 \text{ kJ/mol}$  (propañona  $CH_3COCH_3$ )

$C_3H_6O$



$$\Delta H_{\text{comb}}^\circ = 3 \Delta H_f^\circ(H_2O) + 3 \Delta H_f^\circ(CO_2) - \Delta H_f^\circ(C_3H_6O)$$

$$\Delta H_f^\circ(C_3H_6O) = 3 \Delta H_f^\circ(H_2O) + 3 \Delta H_f^\circ(CO_2) - \Delta H_{\text{comb}}^\circ$$

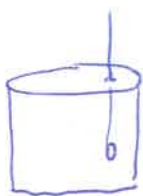
$$= 3 \cdot (-285,8) + 3 \cdot (-393,5) - (-1787,2)$$

$$= \boxed{-250,7 \text{ kJ/mol}}$$

21.-



x Procedimiento y material



- calorímetro: recipiente cerrado, con un agujero en el que insertamos un termómetro
- agitador: magnético o manual
- probeta
- balanza, vidrio rebj, espatula

Medimos un volumen de agua (será el disolvente) con una probeta. Lo añadimos al calorímetro y esperamos a que se estabilice la temperatura ( $T_{inicial}$ )

A continuación medimos la masa del sólido AB colocando la sobre vidrio de rebj en balanza. Usamos para ello una espatula. Abrimos el calorímetro y rápidamente echamos el sólido y cerramos. Agitamos. Esperamos a que la temperatura se estabilice y anotamos ( $T_{final}$ )

Hacer los cálculos

x 0,2 mol AB en 500 mL  $H_2O$ ,  $\Delta T = 2^\circ C$  ¿ $\Delta H_{dis}$ ?

$$C_e(\text{disolución}) \approx C_e(H_2O) = 4,185 / ^\circ C; \quad d_{H_2O} = 1g/mL; \quad m_{dis} = m_{H_2O}$$

$$|Q \text{ cedido}| = |Q \text{ absorbido}|$$

$$Q_{\text{disolución}} = Q_{H_2O} + Q_{\text{calorímetro}}$$

(que cede sust. al disolver)      (que gana)

$$Q_{\text{disolución}} = m_{H_2O} \cdot C_e(H_2O) \cdot \Delta T$$

$$Q_{dis} = 500g \cdot 4,185 \frac{J}{g^\circ C} \cdot 2^\circ C$$

$$Q_{dis} = 4180J$$

$$\hookrightarrow \text{Como es cedido: } Q_{dis} = -4180J$$

Como son 0,2 mol:

$$\Delta H_{dis} = \frac{Q_{dis}}{n} = \frac{-4180J}{0,2 \text{ mol}} = -20900J/mol = -20,900 kJ/mol$$

• Aproximaciones:

• como  $m_{H_2O} > m_{sal}$   
(1) (disolución diluida)

$$\rightarrow C_e(dis) \approx C_e(H_2O)$$

$$\rightarrow m(dis) \approx m(H_2O)$$

• como no se dan capacidades del calorímetro ni equivalente en  $H_2O$  del calorímetro, vamos a considerar  $Q_{calorim}$  despreciable.

- medir 450 ml de  $H_2O$  con probeta y echar a calorímetro.
  - Anotar  $T$
  - Pesar 4,5g de KOH con espátula sobre vidrio reloj en balanza.
  - Transferir a calorímetro.
  - Cerrar y agitar.
  - Anotar temp más alta
- 22.-  $KOH(s)$  en  $H_2O$
- $$KOH(s) + H_2O(l) \rightarrow KOH(aq); \Delta H_{dis}$$

$$\rightarrow m_{KOH} = 4,5g$$

$$n = \frac{4,5g \text{ KOH}}{56,1 \text{ mol}} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol KOH}$$

$$\rightarrow 450 \text{ mL } H_2O; 450 \text{ g } H_2O \text{ (d}_{H_2O} = 1 \text{ g/mL)} \quad 454,5g \text{ disolución}$$

$$\rightarrow \text{equivalente: } 15g$$

$$m_{dis} = m_{H_2O} + m_{KOH} = 450 + 4,5 = 454,5g_{dis}$$

$$\rightarrow \Delta T = 2,5^\circ C$$

$$\rightarrow c_e(H_2O) = 4,18 \text{ J/g}^\circ C$$

$$Q_{cedido} = - Q_{absorbido}$$

consideramos dis. diluida tal que  $c_{dis} \approx c_{H_2O}$

$$Q_{KOH \text{ al disolverse}} = - (m_{dis} \cdot c_e(H_2O) \cdot \Delta T + m_{eq. H_2O} \cdot c_e(H_2O) \cdot \Delta T)$$

$$Q_{KOH \text{ al disolverse}} = - (m_{dis} + m_{eq}) \cdot c_e(H_2O) \cdot \Delta T$$

$$Q_{KOH} = - (454,5 + 15) g \cdot 4,18 \frac{J}{g^\circ C} \cdot 2,5^\circ C$$

$$Q_{KOH} = - 4906,3 J$$

↑ eso es para  $8 \cdot 10^{-2} \text{ mol KOH}$

$$\Delta H_{dis KOH} = \frac{Q}{n} = \frac{-4906,3 J}{8 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} = -61,3 \cdot 10^3 J/mol = -61,3 \text{ kJ/mol}$$



Se determina mediante calorimetría.

Medimos con probeta un volumen de la disolución de ácido.

Se echan al calorímetro. Se espera a que se estabilice la temperatura y se anota.

A continuación se mide un volumen de disolución de base con una probeta. Se añade al calorímetro, se agita para favorecer la reacción y se anota la máxima temperatura alcanzada.

Teniendo en cuenta que el calorímetro es un sistema aislado

$$Q_{\text{cedido}} \text{ (AL REACCIONAR)} = - \left( Q_{\text{absorbido}} \text{ por el H}_2\text{O} \downarrow \text{disolvente} + Q_{\text{calorímetro}} \right)$$

$$Q_{\text{reacción}} = - \left( m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_e \cdot \Delta T + C \cdot \Delta T \right)$$

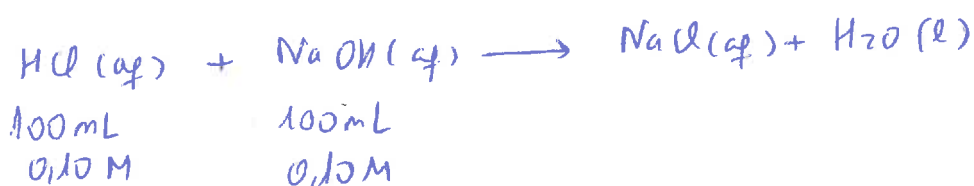
se tomará la masa de la disolución

$$m_{\text{dis ácido}} + m_{\text{dis base}} = m_{\text{disoluc}} \sim m_{\text{H}_2\text{O}}$$

En un calorímetro colocamos 100 ml de dis 0,10M de HCl medidos con probeta. Medir T.

24.- Medimos con probeta 100 ml de dis 0,10M de NaOH. Verter en calorímetro. Agitar. Anotar  $m_{\text{dis dil}}$  y T.

100 mL HCl 0,10 M + 100 mL NaOH 0,10 M

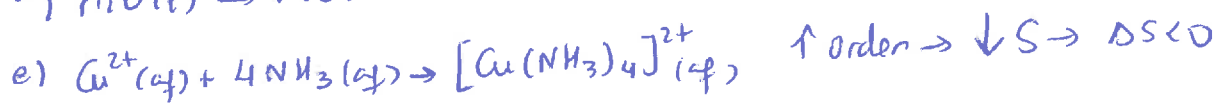
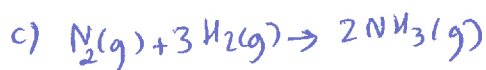
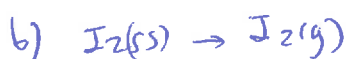


Se han colocado en cantidades equimoleculares

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}} = 0,10 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,1 \text{ L} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\Delta H_{\text{dis}} = \frac{Q}{n} = \frac{-550 \text{ J}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} = -55 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{mol}} = -55 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

25.-



$$\Delta S_{\text{reacción}}^0 = S_{\text{CaO}}^0 + S_{\text{CO}_2}^0 - S_{\text{CaCO}_3}^0 = 39,7 + 213,8 - 92,9 = 160,6 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

27.-

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

a) Espontáneo si  $\Delta H < 0$  y  $\Delta S > 0$

$$\boxed{\Delta G < 0}$$

cuando  $\Delta H$  y  $\Delta S$  actúan de forma opuesta  
 $\rightarrow \Delta H > 0$  y  $\Delta S > 0 \rightarrow a \uparrow T$   
 $\rightarrow \Delta H < 0$  y  $\Delta S < 0 \rightarrow a \downarrow T$

b) No espontáneo si  $\Delta H > 0$  y  $\Delta S < 0$

$$\boxed{\Delta G > 0}$$

cuando  $\Delta H$  y  $\Delta S$  actúan de forma opuesta  
 $\rightarrow \Delta H > 0$  y  $\Delta S > 0 \rightarrow a \downarrow T$   
 $\rightarrow \Delta H < 0$  y  $\Delta S < 0 \rightarrow a \uparrow T$

c) Equilibrio : si  $|\Delta H| = |T\Delta S|$

$$\boxed{\Delta G = 0}$$

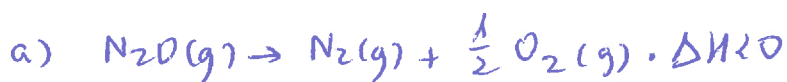
28.- si  $\Delta H < 0$  es exotérmica lo cual no es suficiente de espontáneo. Para que sea espontánea tiene que tener.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

⊖ ⊖

$\rightarrow \Delta S > 0$   
 $\rightarrow$  si tiene  $\Delta S < 0$  el producto  $T\Delta S$   
 $|\Delta H| > |T\Delta S|$

29.- signo  $\Delta S$  ;  $\Delta G < 0$  y  $\Delta G > 0$



.  $\Delta S > 0$  p.e.  $\uparrow$  desorden

$$\left. \begin{array}{l} \Delta G = \Delta H - T\Delta S \\ \ominus \oplus \end{array} \right\}$$

$\Delta G < 0$  Espont



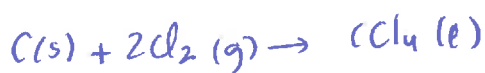
$\Delta S > 0$  p.e.  $\uparrow$  desorden

$\left. \begin{array}{l} \Delta G = \Delta H - T\Delta S \\ \text{para que } \Delta G \text{ sea } < 0 \\ \text{es necesario que} \\ |\Delta H| < |T\Delta S| \end{array} \right\}$



$\Delta S > 0$   
 $\uparrow$  desorden

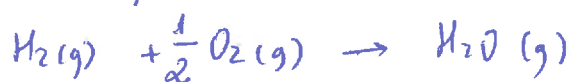




- [illegible]

31-

Formación agua:



$$\Delta H^\circ = -241,8 \text{ kJ/mol} \quad ; \quad \Delta S^\circ = -44,4 \text{ J/K}\cdot\text{mol}$$

$$a) \Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = -241,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 298\text{K} \left( -44,4 \cdot 10^{-3} \right) \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} = -228,6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$b) \quad 0 = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ; \quad +\Delta H^\circ = +T\Delta S^\circ; \quad T = \frac{\Delta H^\circ}{\Delta S^\circ} = \frac{-241,8 \text{ kJ/mol}}{-44,4 \cdot 10^{-3} \text{ kJ/mol K}} = 5446 \text{ K}$$



a) sentido en que es espontánea (a  $25^\circ\text{C} = 298\text{K}$ )

Calcula  $\Delta G^\circ$   $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = -61,1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 298 \text{ K} \left( -132,1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{K mol}} \right) =$

$\Delta G^\circ = -100,8 \text{ kJ}$   
 $- 21,7 \text{ kJ}$  como  $\Delta G^\circ < 0$  es espontánea a la fecha

b) sentido en que es espontánea a  $500^{\circ}\text{C}$  ( $500+273=773\text{K}=T$ )

$$\Delta G^\circ = -61,1 \text{ kJ} - 773 \text{ K} \left( -132,1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \right) = +41,0 \text{ kJ}$$

como  $\Delta G^\circ > 0$  es espont. a la ida

c)  $\Delta G^\ddagger = \Delta H^\ddagger - T\Delta S^\ddagger$

$$0 = \Delta H^\ddagger - T \Delta S^\ddagger; \quad -\Delta H^\ddagger = -T \Delta S^\ddagger; \quad T = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{61,1}{132 \cdot 10^{-3}} = \boxed{462,5 \text{ K}}$$

33. -  $\Delta G^\circ$ \* Usando  $\Delta H^\circ$  y  $\Delta S^\circ$ 

$$\begin{array}{c} \downarrow \\ \boxed{3-1} \end{array} \quad \begin{array}{c} \downarrow \\ \boxed{3-3} \end{array} \text{ TABLAS}$$

$$\Delta S_R^\circ = 2 \cdot \underbrace{S^\circ(\text{NO}_2)}_{240} - \underbrace{S^\circ(\text{N}_2\text{O}_4)}_{304,2} = 2 \cdot \frac{240}{175,8} - \frac{304,2}{175,8} = 175,8 \text{ J/mol K}$$

$$\Delta H_R^\circ = 2 \Delta H_f^\circ(\text{NO}_2) - \Delta H_f^\circ(\text{N}_2\text{O}_4) = 2 \cdot (33,8) - 9,2 = 58,4 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ = 58,4 - 298(0,1758) = \boxed{6,0 \text{ kJ/mol}}$$

\* Usando  $\Delta G_f^\circ$ 

$$\downarrow$$

$$\boxed{3-4} \text{ TABLA}$$

$$\Delta G_R^\circ = 2 \Delta G_f^\circ(\text{NO}_2) - \Delta G_f^\circ(\text{N}_2\text{O}_4) = 2(51,8) - 97,8 = \boxed{5,8 \text{ kJ/mol}}$$

34. -

$$\Delta H^\circ_{\text{comb}}(\text{C}_2\text{H}_6) = -1559 \text{ kJ/mol}$$

 $\text{C}_2\text{H}_6 = \text{etano} \parallel \text{C}_2\text{H}_4 = \text{eteno}$ 

$$\Delta H^\circ_{\text{comb}}(\text{C}_2\text{H}_4) = -1410,9 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

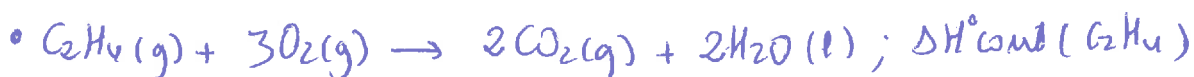
$$\Delta H^\circ_f(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H^\circ_{\text{comb}} = 2 \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 3 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \underline{\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_6)}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_6) = 2 \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 3 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^\circ_{\text{comb}}(\text{C}_2\text{H}_6) =$$

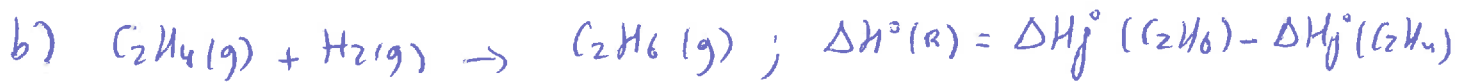
$$= 2 \cdot (-393,5) + 3(-285,8) - (-1559) = \boxed{+85,4 \text{ kJ/mol}}$$



$$\Delta H^\circ_{\text{comb}}(\text{C}_2\text{H}_4) = 2 \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 2 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \underline{\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_4)}$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_4) = 2 \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + 2 \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^\circ_{\text{comb}}(\text{C}_2\text{H}_4)$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_4) = 2(-393,5) + 2(-285,8) - (-1410,9) = \boxed{+52,3 \text{ kJ/mol}}$$



$$\boxed{\Delta H_R^\circ = -85,4 - 52,3 = -137,7 \text{ kJ/mol}}$$

c)  $\Delta S^\circ = -110,6 \text{ J/K}$  ¿espontáneo?

calculo  $\Delta G^\circ$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = -137,7 - 298(-110,6 \cdot 10^{-3}) = -104,7 \text{ kJ/mol}$$

$< 0$   
Espontáneo

35. -

¿Espontáneo?

a)  $\Delta H > 0$  ,  $\Delta S > 0$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$\uparrow$        $\oplus$        $\boxed{\oplus}$   
 $\ominus$

El factor entrópico se ve favorecido a  $\uparrow T$

$$|\Delta H| < |T\Delta S|$$

b)  $\Delta H < 0$  ,  $\Delta S < 0$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$\uparrow$        $\ominus$        $\boxed{\ominus}$   
 $\ominus$

$\rightarrow (-)(-) = +$

Ese factor contribuirá poco a  $\downarrow T$

$$|\Delta H| > |T\Delta S|$$

c)  $\Delta H < 0$  ,  $\Delta S > 0 \rightarrow \Delta G < 0$  a cualquier T

d)  $\Delta H > 0$  ,  $\Delta S < 0 \rightarrow \Delta G > 0$  " " "

36.-



a) rápida. TO no habla de la v

b) P menos desordenados (= más ordenados) que R  
¿ $\Delta S < 0$ ?

Razonamos

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

$\downarrow$        $\downarrow$        $\downarrow$   
 $\ominus$      $\oplus$      $\oplus$

con certeza no puede saberse  
estarán más ordenados  
a  $\downarrow T$

c) ¿ $H_P > H_R$ ?

como  $\Delta H = H_P - H_R$ ; como  $\Delta H > 0$  significa que  $H_P > H_R$ . (V)

d) Espontánea a cualquier T?

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

$\downarrow$        $\downarrow$   
 $\ominus$      $\oplus$

depende de si  $\Delta S > 0$  o  $\Delta S < 0$

$\rightarrow$  si  $\Delta S > 0$  : se favorece a  $\uparrow T$   
 $\rightarrow$  si  $\Delta S < 0$  : " " "  $\downarrow T$

37.-

reacción endo ( $\Delta H > 0$ )  $\rightarrow \Delta G < 0$  a  $\uparrow T$

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

$\ominus$      $\oplus$

la mayoría de procesos son irreversibles  
Generalmente los sistemas tienden al desorden  
(un proceso irreversible cumple que  $\Delta S > 0$ )

Para que  $|T \Delta S| > |\Delta H|$  se necesita  $\uparrow T$

CALORIMETRÍAS : 2, 6, 8 p165-167

②  $\Delta H_{\text{dis}} \text{NaOH}$ 

2,0 g NaOH

500 mL H<sub>2</sub>O

Equiv = 15 g

 $\Delta T = 1,0^\circ\text{C}$ 500 g H<sub>2</sub>O

$$n_{\text{NaOH}} = \frac{2 \text{ g NaOH}}{40 \text{ g/mol}} = 0,05 \text{ mol}$$

Aproximaciones

dis muy diluida,  $c_{\text{dis}} \approx c_{\text{H}_2\text{O}}$ 

b)

$$Q_{\text{ced NaOH}} = - (Q_{\text{dis}} + Q_{\text{calorim}})$$

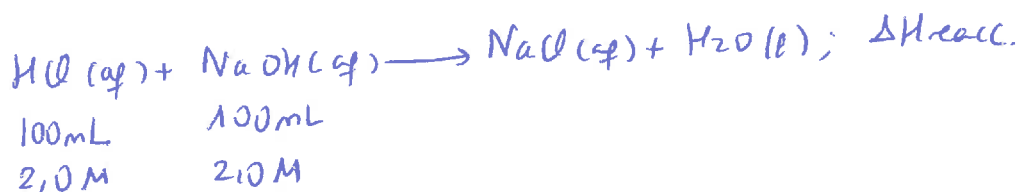
$$m_{\text{dis}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{NaOH}} = 500 + 2 = 502 \text{ g}$$

$$Q_{\text{ced NaOH}} = - (m_{\text{dis}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T + m_{\text{eq}} \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T)$$

$$Q_{\text{ced NaOH}} = - (m_{\text{dis}} + m_{\text{eq}}) \cdot c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta T$$

$$Q_{\text{ced NaOH}} = - (502 + 15) \text{ g} \cdot 4,18 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot 1,0^\circ\text{C} = -2161,1 \text{ J}$$

$$\Delta H_{\text{dis NaOH}} = \frac{Q}{n} = \frac{-2161,1 \text{ J}}{0,05 \text{ mol}} = -43221 \text{ J/mol} = \underline{-43,2 \text{ kJ/mol}}$$

⑥  $\Delta H_{\text{reacción}}$ cantidades  
equimoleculares

$$n = M \cdot V = 2,0 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ mol}$$

$$\Delta T = 12^\circ\text{C}; \left\{ \begin{array}{l} c_{\text{H}_2\text{O}} \approx c_{\text{mezcla}} = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C} \\ d_{\text{dis HCl}} \approx d_{\text{dis NaOH}} \approx d_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g/mL} \end{array} \right\} \text{aproximaciones marco dis. dil.}$$

$$Q_{\text{cedida reacción}} = - (Q_{\text{abs mezcla}} + Q_{\text{calorímetro}})$$

Me dicen que es despreciable

$$Q_{\text{reacc}} = - m_{\text{mezcla}} c_{\text{mezcla}} \Delta T = - (200 \text{ g}) \cdot 4,18 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot 12^\circ\text{C} = -10032 \text{ J}$$

 $V_{\text{mezcla}} = 200 \text{ mL}$   
 $d_{\text{mezcla}} \approx d_{\text{H}_2\text{O}}$ 

$$\Delta H = \frac{Q_{\text{reacc}}}{n} = \frac{-10 \cdot 10^3 \text{ J}}{0,2} = \underline{-50 \text{ kJ/mol}}$$

8.-  $\Delta H$  disolución:  $\text{NaOH (s)}$

• 4g  $\text{NaOH}$

• 500 mL  $\text{H}_2\text{O}$

•  $m_{\text{eq}} = 15\text{g}$

•  $\Delta T = 2,0^\circ\text{C}$

500g  $\text{H}_2\text{O}$

$$m_{\text{dis}} = m_{\text{NaOH}} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 500 + 4 = 504\text{g}$$

$$c_p(\text{H}_2\text{O}) = c_p(\text{disoluc}) = 4,18 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} ; d_{\text{H}_2\text{O}} = 1\text{g/mL}$$

a) material y procedimiento

b)  $q_{\text{disolución}} = - (q_{\text{disolución}} + q_{\text{calorímetro}})$   
proceso

$$q_{\text{disolución}} = - (m_{\text{dis}} \cdot c_p(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T + m_{\text{eq}} \cdot c_p(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta T)$$

$$q_{\text{disoluc}} = - (m_{\text{dis}} + m_{\text{eq}}) c_p(\text{H}_2\text{O}) \Delta T$$

$$q_{\text{disoluc}} = - (504 + 15) \text{g} \cdot 4,18 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot 2^\circ\text{C} = -4338,84 \text{ J} \leftarrow \text{liberan } 4\text{g}$$

$$\Delta H = \frac{q}{\text{mol}} = - \frac{4338,84 \text{ J}}{4\text{g}} \cdot \frac{40\text{g}}{1\text{mol}} = -43388 \text{ J/mol} = -43,4 \text{ kJ/mol}$$