

Thermobarat dû aux bulles de méthane:

(extrait CCIN P HP 1002)

1 - Combustion complète:



Combustion incomplète:



2 - D'après la loi de Hess:

$$\Delta_r H_1^0 = \Delta_f H^0(\text{CO}_2) + 2\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) - \Delta_f H^0(\text{CH}_4) - 2\Delta_f H^0(\text{O}_2)$$

A.N $\Delta_r H_1^0 = -890,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\Delta_r H_2^0 = 2\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) + \Delta_f H^0(\text{CO}(\text{g})) - \Delta_f H^0(\text{CH}_4) - \frac{3}{2}\Delta_f H^0(\text{O}_2)$$

$\Delta_r H_2^0 = -608,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\Delta_r H_1^0 < 0$
 $\Delta_r H_2^0 < 0$) les réactions sont exothermiques.

3 - Une bulle de méthane contient un nombre de mole $n_1 = \frac{pV}{RT} = 1,1 \cdot 10^7 \text{ mol}$

avec $p = 10^5 \text{ Pa}$, $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = 268 \cdot 10^3 \text{ m}^3$, $T = 273 \text{ K}$

A p et T cste, $\Delta H_1 = n_1 \Delta_r H_1^0 = Q_1$

Q_1 = énergie thermique fournie à l'extérieur par l'oxydation complète d'une bulle de méthane.

$$Q_1 = + \frac{pV}{RT} \Delta_r H_1^0$$

A.N $Q_1 = +1,1 \cdot 10^{13} \text{ J}$

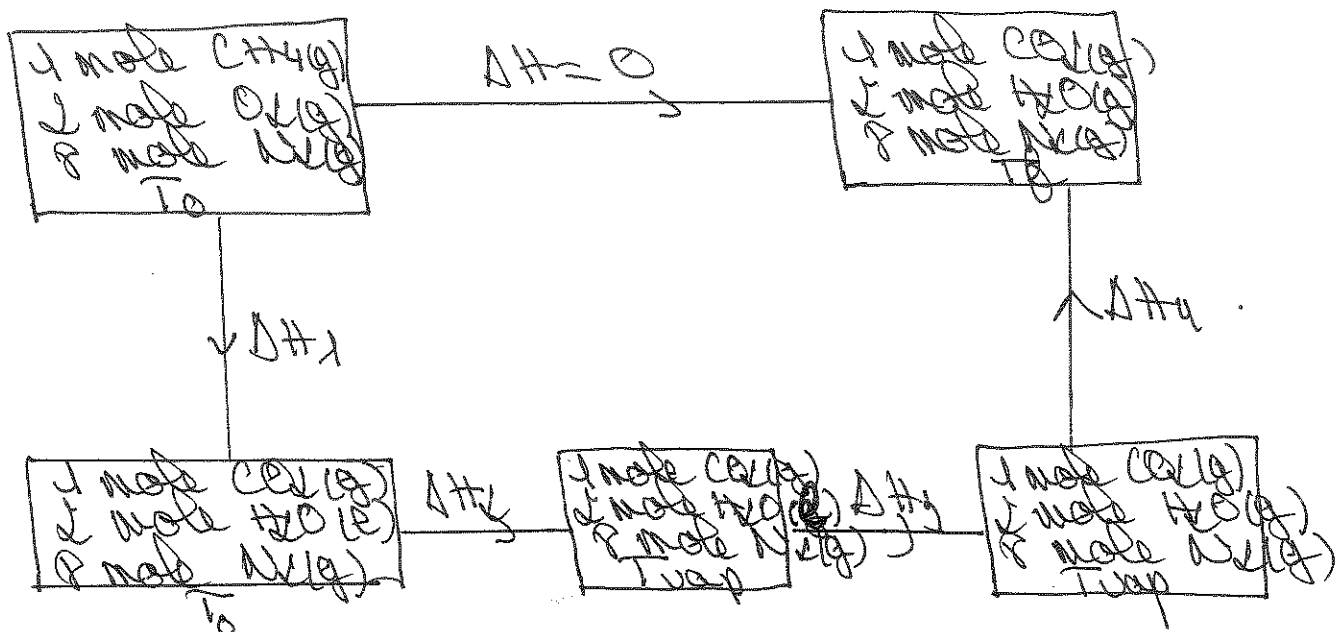
mol = 2 mol CH₄ par la réaction.

Or $n_{\text{air}} = 5 n_{\text{O}_2} = 10 \text{ mol CH}_4 = 10 \text{ mol}$

En considérant que l'air et le méthane ont le même volume molaire,

$$V_{\text{air}} = 10 \text{ mol} \frac{RT}{P} = 10 \times \frac{8,314 \text{ J/K} \cdot 300 \text{ K}}{10^5} = 2,49 \cdot 10^5 \text{ m}^3$$

4- $T_0 = 300 \text{ K}$ $\phi = 1$



ΔH étant une fonction d'état, le calcul de ΔH peut être calculé à partir des cycles ci-dessus.

Etape 1: réaction 1 s'effectuant à T_0 , H_2O étant liquide.

$$\Delta H_1 = \phi \Delta H_{r1}^0 = 1 \times \Delta H_{r1}^0$$

Etape 2: les produits sont portés à la température de vaporisation T_{vap} .

$$\Delta H_2 = ((n_{\text{CO}_2} + n_{\text{N}_2})C_p + n_{\text{H}_2\text{O}}C_p')(T_{\text{vap}} - T_0)$$

$$\Delta H_2 = (9C_p + 2C_p')(T_{\text{vap}} - T_0)$$

Etape 3: Vaporisation de H_2O à T_{vap} .

$$\Delta H_3 = n_{\text{H}_2\text{O}} L_{\text{vap}} = 2 L_{\text{vap}}$$

Etape 4: les produits passent de T_{vap} à T_f ②

$$\Delta H_4 = (n_{CO_2} + n_{H_2O} + n_{H_2}) C_p (T_f - T_{vap})$$

$$\Delta H_4 = 11 C_p (T_f - T_{vap})$$

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 = 0$$

$$1 \times \Delta H_1^0 + (9 C_p + 15 C_p') (T_{vap} - T_0) + \alpha h_{vap} + 11 C_p (T_f - T_{vap}) = 0$$

$$T_f = T_{vap} + \frac{\Delta H_1^0 + (9 C_p + 15 C_p') (T_{vap} - T_0) + \alpha h_{vap}}{11 C_p}$$

A.N $T_f = 100 - \frac{-890,7 \cdot 10^3 + (9 \times 21 + 150)(100 - 27) + 1 \times 40,8 \cdot 10^3}{11 \times 21}$

$$\underline{T_f = 3500^\circ K} \quad |$$

On obtient une température très supérieure à la température d'auto-inflammation des herbes $\Rightarrow$ risque d'incendie spontané.