EXERCICE 1 : Combustion du fioul dans une chaudière

1.1 - La réaction est :

$$C_7H_{16} + 11\ O_2 \longrightarrow 7\ CO_2 + 8\ H_2O$$

1.2 - La loi de Hess indique :

$$\Delta_{comb}H° = \sum_{Produits} (\nu_i \,.\, \Delta_fH°_i) - \sum_{Réactifs} (\nu_i \,.\, \Delta_fH°_i) \quad \text{où les } \nu_i \text{ sont les coeff. stoechiométriques.}$$

$$\Delta_{comb}H° = 7\,.\,\Delta_fH°(CO_{2,vap}) + 8\,.\,\Delta_fH°(H_2O_{vap}) - 1\,.\,\Delta_fH°(C_7H_{16,vap}) - 11\,.\,\Delta_fH°(O_{2,gaz})$$

A.N. $\Delta_{comb}H° = 3\,.\,(-393) + 4\,.\,(-242) - 1\,.\,(-245) - 5\,.\,(0) = -4{,}442\ MJ.mol^{-1}$

Le PCI étant l'énergie dégagée par la combustion quand l'eau formée est à l'état gazeux (ou vapeur), il suffit de convertir la valeur précédente en $kJ.kg^{-1}$.
or $M(C_7H_{16}) = 7\,.\,12 + 16\,.\,1 = 100\ g.mol^{-1} = 0{,}1\ kg.mol^{-1}$.

$$PCI = \frac{|\Delta H|}{M} = \frac{4442}{0{,}1} = 44420\ kJ.kg^{-1}$$

Remarque : dans le texte on remarque des notations du type "$C_7H_{16\ vap}$". La vapeur étant de l'eau à l'état gazeux, il est clair que cette notation n'est pas correcte et doit être remplacée par : $C_7H_{16(g)}$, g pour gaz, l pour liquide, s pour solide. L'erreur était déjà dans le sujet de 2003 ...

1.3. D'après la formule : $PCI = 220 + 606\,.\,7\ kJ.kg^{-1} = 4462\ kJ.mol^{-1} = 44620\ kJ.kg^{-1}$.
Les deux valeurs sont identiques à 0,5% prés.

1.4. On a : $E = P\,.\,t = 30.10^3\,.\,3600 = 1{,}08.10^8\ J$

La consommation horaire est donc : $C = \frac{E}{PCI} = \frac{1{,}08.10^8}{0{,}4442.10^8} = 2{,}43\ kg$ soit 24,3 mol

1.5. La combustion du fioul nécessite : $n(O_2) = 11\,.\,24{,}3 = 267$ mol.
Ce qui représente un volume de $V(O_2) = n(O_2).\,V_{\underline{m}} = 267\,.\,24 = 6{,}41\ m^3$.
La volume d'air est 5 fois plus important, soit 32 m3
Le débit d'air est donc de $32\ m^3.h^{-1}$.

EXERCICE 2 : Dureté d'une eau

2.1 - $Na_2CO_3 \rightleftarrows CO_3^{2-} + 2\ Na^+$ avec $K_s = \left[Na^+\right]^2\,.\,\left[CO_3^{2-}\right]$ (si l'équilibre existe).

E.I. :	n	0	0
E.F. :	n-s	s	2s

d'où : $K_S = (2s)^2\,.\,s \Rightarrow K_S = 4.s^3$

2.2 - De la formule précédente on tire : $s = \left(\frac{K_s}{4}\right)^{1/3} = 0{,}67\ mol.L^{-1}$.

2.3 - On a : $S = s\,.\,M = 0{,}67\,.\,106 = 71\ g.L^{-1}$.

© CERUTTI/cerutti@univ-tln.fr/Lycée Rouvière Toulon/2004