

Calcul de E_{U235} , énergie dégagée par 1 gramme de combustible nucléaire

Données :

- $M(U238)=238 \text{ g.mol}^{-1}$
- $M(U235)=235 \text{ g.mol}^{-1}$
- Il y a 3.5 % d'U235 dans un gramme de combustible utilisé dans les centrale nucléaire de type REP.
- Un réacteur consomme $2/3$ des atomes d'U235.
- Energie dégagée par la fission d'un atome d'U235 : $E=200 \text{ MeV}$.
- Soit x_{U235} le nombre d'entités chimiques d'U235 contenus dans 1 gramme de combustible.
- Soit m_c la masse de combustible, $m_c=1\text{g}$

Application numérique :

Calcul de la masse d'uranium 235

$$m_{U235} = \frac{35}{100} \cdot m_c = 3.5 \cdot 10^{-2} \text{g}$$

Calcul de la quantité de matière d'U235

$$n_{U235} = \frac{m_{U235}}{M_{U235}} = 1.49 \cdot 10^{-4} \text{mol}$$

Calcul du nombre d'atomes d'U235

$$x_{U235} = n_{U235} \cdot N_a = 8.97 \cdot 10^{19}$$

Calcul de l'énergie dégagée par la fission du gramme de combustible

$$E_{U235} = E \cdot x_{U235} \cdot \frac{2}{3} = 1.20 \cdot 10^{28} \text{eV} = 1.20 \cdot 10^{19} \text{GeV} = 1.92 \cdot 10^9 \text{J}$$

Calcul de l'énergie libérée lors de la combustion d'un gramme de charbon

Données

- On a la réaction chimique $C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 4.25eV$
- Le charbon utilisé comme combustible ne contient que 85% de carbone.
- $M(C) = 12.0g \cdot mol^{-1}$
- Soit x_C le nombre d'atomes de carbone.
- Soit m la masse de combustible, $m = 1g$
- Soit E' l'énergie produite par la combustion d'un atome de carbone, $E' = 4.25eV$
- On considère que la combustion du carbone est complète.

Application numérique

Calcul de la masse de carbone

$$m_C = \frac{85}{100} \cdot m = 8.5 \cdot 10^{-1}g$$

Calcul du nombre d'atomes de carbone

$$x_C = \frac{m_C}{M(C)} \cdot N_a = 4.26 \cdot 10^{22}$$

Calcul de l'énergie dégagée par la combustion du gramme de charbon

$$E_C = E' \cdot x_C = 1.81 \cdot 10^{23}eV = 2.90 \cdot 10^4 J$$

Conclusion :

Déterminons un rapport entre E_{U235} et E_C

$$\frac{E_{U235}}{E_C} \simeq 66200$$

L'énergie dégagée par la fission d'un gramme de combustible nucléaire équivaut donc à l'énergie dégagée par la combustion complète de 66 kg de charbon.