Energie nucléaire

Equivalence masse-énergie :

Défaut de masse : Pour tous les noyaux, la masse totale du noyau est inférieure à la masse des nucléons isolés. Par ex pour ${}^{A}_{Z}X$ $\boxed{m(X) < Z\,m_p + (A-Z)\,m_n}$

d'où $\boxed{\Delta m = \left[Z\,m_p + (A-Z)\,m_n\right] - m\left({}^{A}_{Z}X\right)}$ Δm est le défaut de masse.

Energie de masse : $\boxed{E = m\,C^2}$

- Un système qui cède de l'énergie à son environnement perd de la masse.
- Un système qui gagne de l'énergie voir sa masse augmenter.
- Si le système n'échange pas avec l'extérieur, il y a conservation de l'ensemble {énergie + masse}.
- A partir d'énergie, des particules de matière peuvent être créées.
- La différence Δm apparaît sous 2 formes d'énergies :
  E_c : énergie cinétique de la particule éjectée. E_γ : énergie du rayonnement γ.

$$\boxed{\Delta m\,C^2 = E_c + E_\gamma}$$

Unités d'énergie :

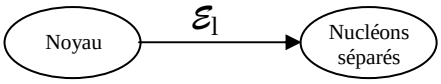
L'électronvolt (eV) : énergie acquise par un électron accéléré à 1V.

$W_{AB} = q\left(V_A - V_B\right) = 1{,}6.10^{-19}$ J ; 1 eV = $1{,}6.10^{-19}$ J ; 1 MeV = $1{,}6.10^{-13}$ J ; 1 GeV = $1{,}6.10^{-10}$ J

Energie de masse de 1 u : m = 1 u = $1{,}660540.10^{-27}$Kg ; C = $2{,}99792458.10^{8}$m.s^{-1}

$\mathcal{E} = m\,C^2 = 1{,}49242.10^{-10}$J ; $\mathcal{E} = \dfrac{1{,}49242.10^{-10}}{1{,}6.10^{-19}} = 9{,}315.10^{8}$ eV = 931,5 MeV $\boxed{1\text{ u} = 931{,}5\text{ MeV}/C^2}$

Energie de liaison : $\mathcal{E}_l$, énergie de liaison, qu'il faut envoyer pour avoir des nucléons séparés.



$\boxed{\mathcal{E}_l = \left[Z\,m_p + (A-Z)\,m_p\right]C^2 - m(X)\,C^2}$ J, m.s^{-1}, Kg

$\boxed{\mathcal{E}_l = \Delta m\,C^2}$ J, Kg, m.s^{-1}

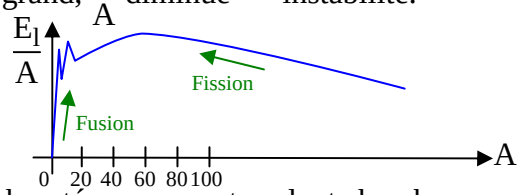
ou : $\boxed{\mathcal{E}_l = \Delta m \times 931{,}5}$ MeV, u, MeV/C^2

Energie de liaison par nucléon : Plus elle est importante, plus le noyau est stable.

Si $\dfrac{E_{l_1}}{A_1} > \dfrac{E_{l_2}}{A_2} \Rightarrow$ noyau 1 plus stable que noyau 2.

Si A devient trop grand, $\dfrac{E_l}{A}$ diminue => instabilité. $\dfrac{E_l}{A}$ max vers A = 60

Courbe d'Aston :



Fission : Un noyau lourd heurté par un neutron lent absorbe ce neutron et se brise en 2 noyaux plus légers. ex : ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 2\,{}^{1}_{0}n$ (réaction en chaîne)

$\Rightarrow$ Chaque réaction de fission peut donner des noyaux fils différents, et libérer un nombre de neutrons variable (2, 3, ou 4). Les noyaux fils sont souvent radioactifs, ce sont les déchets des centrales.

Fusion : (thermonucléaire) Deux noyaux légers fusionnent pour donner un noyau plus lourd. (réactions au cœurs des étoiles, nucléosynthèse) ex : ${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H$ (deutérium + tritium) $\rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

Grande source d'énergie, on cherche à la maîtriser avec ITER. Bombe A $\rightarrow$ T°$\nearrow$ $\rightarrow$ Bombe H

Energie libérée : 2 Méthodes pour la calculer : 1) Par Δm 2) Par $\left(\dfrac{E_l}{A}\right)_X$