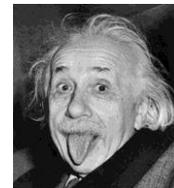


ENERGIE NUCLEAIRE



1) Equivalence masse -energie :

Einstein énonce le principe de l'équivalence entre la masse et l'énergie dans la célèbre

relation : $E = m c^2$ c : vitesse de la lumière 300 000 km/s

[Joule] [kg] [m.s⁻¹]



1- Calculer l'énergie contenue dans 1 g de matière.

2- Le métabolisme de base journalier d'un homme \approx 10 MJ

Un gramme de matière pourrait en théorie « nourrir » un homme pendant combien de temps ?

$$E = mc^2 = 0,001 \times (3 \cdot 10^8)^2 = 9 \cdot 10^{13} = 10^{14} \text{ J}$$

$$\text{Métabolisme de base annuel} = 365 \times 10^7 = 3 \cdot 10^9 \text{ J} \approx 10^9 \text{ J}$$

$$\frac{10^{14}}{10^9} = 10^5 = 100\,000 \text{ ans !!!}$$

2) Unité de masse : u

On définit $1 \text{ u} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$

	proton	neutron	électron	Carbone ${}^{15}_6\text{C}$	azote ${}^{15}_7\text{N}$
masse en u	1,00728	1,00866	$5,5 \times 10^{-4}$	15,00730	14,99626

3) Défaut de masse : δm



1- Calculer la masse totale des différents composants du noyau de ${}^{15}_6\text{C}$

2- Comparer avec la masse du noyau

$$1- \quad m = 6 m_p + 9 m_n = 6 \times 1,00728 + 9 \times 1,00866 = 15,12162 \text{ u}$$

$$2- \quad 15,12162 \neq 15,00730 \quad \text{défaut de masse } \delta m = 15,12162 - 15,00730 = 0,11432 \text{ u}$$

Plus généralement ${}^A_Z\text{X} \rightarrow Z \text{ protons} + (A-Z) \text{ neutrons}$

Le défaut de masse δm d'un noyau vaut :

$$\delta m = m_{\text{après}} - m_{\text{avant}} = Z \times m_p + (A-Z) m_n - m({}^A_Z\text{X})$$

4) Energie de liaison E_ℓ

C'est l'énergie qu'il faut fournir à un noyau au repos pour le dissocier en protons et neutrons isolés et immobiles.

$$E_\ell = \delta m \times c^2 \quad \text{ou} \quad E_\ell = \delta m \times 931,5$$

[Joule] [kg] [m.s⁻¹] [MeV] [u]



Calculer l'énergie de liaison (en MeV) de ${}^{15}_6\text{C}$

$$E_\ell = \delta m \times 931,5 = 0,11432 \times 931,5 = 106,5 \text{ MeV}$$

5) Energie de liaison par nucléon

C'est l'énergie qu'il faut pour arracher un nucléon au noyau ${}^A_Z X$. Elle vaut : E_l / A



Calculer l'énergie de liaison (en MeV) de ${}^{15}_6 C$

$$E_l / A = 106,5 \text{ MeV} / 15 = 7,1 \text{ MeV par nucléon}$$

6) Energie libérée lors d'une réaction nucléaire.

Réactions nucléaires : désintégration ou fusion ou fission



Avant → Après

❶ **Bilan de masse :** $\delta m = m_{\text{après}} - m_{\text{avant}}$

❷ **Bilan d'énergie :** $\delta E = \delta m \times c^2$ ou $\delta E = \delta m \times 931,5$

[Joule] [kg] [m.s⁻¹] [MeV] [u]



Calculer l'énergie libérée lors de la désintégration ${}^{15}_6 C \rightarrow {}^{15}_7 N + {}^0_{-1} e$

❶ **Bilan de masse :** $\delta m = m_{\text{après}} - m_{\text{avant}} = (14,99626 + 5,5 \times 10^{-4}) - 15,00730 \text{ u} = -0,01049 \text{ u}$

❷ **Bilan d'énergie :** $\delta E = \delta m \times 931,5 = -0,01049 \times 931,5 = -9,771 \text{ MeV}$



1-Calculer l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium par fusion de ${}^2_1 H$ et ${}^3_1 H$

2-Calculer l'énergie libérée (en tep) lors de la formation de 1 g d'hélium

Donnée : 1MeV = 3,827.10⁻²⁴ tep (tonnes équivalent pétrole)

1-

	${}^2_1 H$	+	${}^3_1 H$	→	${}^4_2 He$	+	${}^1_0 n$
	deutérium		tritium		hélium		neutron
masse en u	2,01355		3,01548		4,00150		1,00866

❶ **Bilan de masse :** $\delta m = m_{\text{après}} - m_{\text{avant}} = (4,00150 + 1,00866) - (2,01355 + 3,01548) = -0,01887 \text{ u}$

❷ **Bilan d'énergie :** $\delta E = \delta m \times 931,5 = -0,01887 \times 931,5 = -17,6 \text{ MeV}$

2-

$$17,6 \text{ MeV} \times 3,827.10^{-24} \times 6.10^{23} / 4 = \mathbf{10 \text{ tep !!!}}$$