

TITRE DE LA LEÇON : Noyaux atomiques stables et instables

Discipline : Sciences physiques

Sous-discipline :

Cycle : Lycée

-

Niveaux : Terminale D

I. Rappels

Un noyau atomique de nombre de masse A et de nombre de charge Z , contient Z protons et $A - Z$ neutrons.

Son symbole est A_ZX ; avec X le symbole de l'élément chimique correspondant.

Le nombre de masse A correspond au nombre de nucléons du noyau.

Exemples : ${}^{12}_6C$; ${}^{235}_{92}U$; ${}^{206}_{82}Pb$

II. Défaut de masse

La somme des masses des nucléons d'un atome est supérieure à la masse du noyau de l'atome : $Zm_p +$

$(A - Z)m_n > m_{\text{noyau}}$. La différence est appelée défaut de masse ; on la note Δm :

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{noyau}}$$

La masse d'un noyau atomique A_ZX est donc égale à la somme des masses des nucléons diminuée du défaut de masse :

$$m_{\text{noyau}} = Zm_p + (A - Z)m_n - \Delta m$$

III. Équivalence entre la masse et l'énergie ; énergie de liaison ou de cohésion d'un noyau

Pour expliquer le défaut de masse d'un noyau, Albert Einstein en 1905 énonce le postulat de l'équivalence entre la masse et l'énergie : à une masse m correspond une énergie $E = mc^2$.

En d'autres termes, lorsqu'un système reçoit une énergie E , sa masse augmente de $m = \frac{E}{c^2}$. Inversement, lorsque la masse d'un système diminue de m , ce système perd une énergie

$$E = mc^2.$$

Pour séparer les nucléons, il faut communiquer au noyau une énergie égale à l'énergie de liaison, l'énergie qui maintient les nucléons ensemble dans le noyau. Cette énergie se retrouve sous forme de masse dans le système constitué par les nucléons séparés. C'est ce qui fait que la somme des masses des nucléons séparés est supérieure à la masse du noyau.

L'énergie de liaison ou de cohésion d'un noyau est l'énergie qui correspond au défaut de masse Δm de ce noyau ; on la note E_l : $E_l = \Delta mc^2$; autre expression :

$$E_l = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{noyau}}] C^2$$

Unité de masse et d'énergie

- Les masses des noyaux d'atomes et des nucléons sont extrêmement faibles exprimées en gramme. C'est pourquoi on utilise une autre unité de masse : l'unité de masse atomique notée u : $1 u = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{kg}$.

- On utilise pour l'énergie l'électronvolt (eV) et son multiple : le mégaélectronvolt (MeV) :

$$1 \text{ eV} = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{J}$$

$$1 \text{ MeV} = 1,602177 \cdot 10^{-13} \text{J}.$$

- L'équivalence entre la masse et l'énergie permet de définir une autre unité de masse à partir du mégaélectronvolt : c'est le mégaélectronvolt/ C^2 (MeV/C^2) : $1 u = 931,5 \text{ MeV}/C^2$.

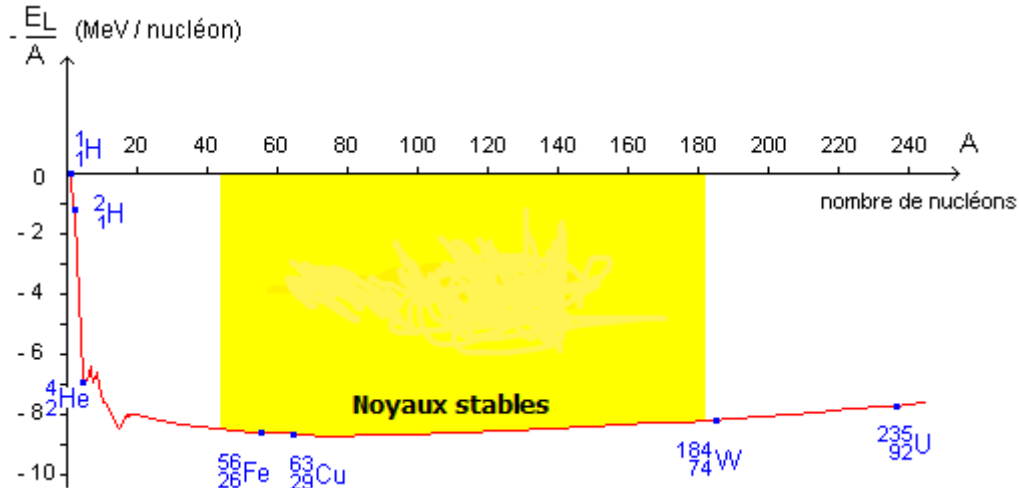
IV. Énergie de liaison par nucléon ; stabilité et instabilité d'un noyau

L'énergie de liaison augmente avec la taille du noyau. Cela ne signifie pas pour autant que les noyaux les plus gros sont les plus stables. Pour comparer la stabilité des noyaux, on utilise l'énergie de liaison par

nucléon (encore appelée énergie de cohésion par nucléon) $\frac{E_L}{A}$. Entre deux noyaux quelconques, le plus stable est celui qui a l'énergie de liaison par nucléon la plus élevée.

V. Courbe d'Aston

La courbe d'Aston représente les variations de l'opposée de l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse. Elle donne un aperçu général sur les noyaux stables et instables.



Les noyaux stables se situent en bas, dans le creux, de la courbe. Pour les noyaux très stables ($50 < A < 75$), $\frac{E_L}{A}$ est de l'ordre de 8,7 MeV.

Évaluation

I. Vérification des connaissances

1) Réponds par vrai ou faux

- La somme des masses des nucléons d'un noyau est supérieure à la masse du noyau.
- Le défaut de masse est la différence entre la somme des masses des neutrons et la somme des masses des protons.
- Le postulat de l'équivalence entre la masse et l'énergie stipule qu'à une masse m correspond une énergie $E = m C^2$.
- Un noyau est d'autant plus stable que son énergie de liaison par nucléon est élevée.

2) Réarrangement

La phrase ci-après qui définit l'énergie de liaison d'un noyau a été écrite en désordre. Reproduis-la dans l'ordre.

L'énergie de liaison / également au repos/ à un noyau /est l'énergie qu'il faut communiquer/ au repos pour le diviser /et obtenir ses nucléons /

II. Application des connaissances

- Calcule l'énergie de liaison par nucléon de chacun des noyaux ci-après :
 - ${}^7_3\text{Li}$;
 - ${}^{16}_8\text{O}$;
 - ${}^{90}_{36}\text{Kr}$.
- En te servant de la courbe d'Aston, précise dans chaque cas si le noyau est stable ou instable.