

Partiel du 5 novembre 2013

Aucun document autorisé

QUESTIONS DE COURS

1. Quel est le spin et la parité du noyau de ${}^4\text{He}$ dans son état fondamental ? Justifiez votre réponse.
2. Quelles sont les différences entre une transition électrique et une transition magnétique lors de la désexcitation d'un noyau ?
3. Donner la définition d'une section efficace. Quelle est son unité ?

MODELE DE LA GOUTTE LIQUIDE

On donne l'expression de la formule semi-empirique donnant la masse de l'atome neutre correspondant au noyau (A, Z) considéré dans l'état fondamental :

$${}^A_Z M = ZM_H + (A-Z)M_n - a_v A + a_s A^{2/3} + a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}} + a_a \frac{\left(\frac{A}{2} - Z\right)^2}{A} + \delta(A, Z) \quad (\text{Eq.1})$$

avec $\delta(A, Z) = \begin{cases} a_p A^{-3/4} & \text{pour } A \text{ pair et } Z \text{ impair} \\ 0 & \text{pour } A \text{ impair} \\ -a_p A^{-3/4} & \text{pour } A \text{ pair et } Z \text{ pair} \end{cases}$

a_v, a_s, a_c, a_a et a_p sont des constantes positives. M_H et M_n désignent respectivement la masse de l'atome d'hydrogène ${}^1\text{H}$ et la masse du neutron. On donne $(M_n - M_H)c^2 = 0,782 \text{ MeV}$. **Dans cet exercice, on se limitera aux valeurs impaires de A .**

1. Après avoir brièvement commenté les termes en a_v, a_s, a_c, a_a et a_p , calculer le terme a_c .
2. Montrer que pour une valeur fixée de A impaire, Eq.1 est équivalente à :

$${}^A_Z M - {}^A_{Z_0} M = a \left(Z - Z_0 \right)^2, \quad (\text{Eq.2})$$

${}^A_{Z_0} M$ désignant la masse d'un isobare fictif de charge Z_0 non-nécessairement égale à un entier. En outre, a désigne une constante. Montrer que le point de coordonnées $(Z_0, {}^A_{Z_0} M)$ correspond à un minimum.

3. Ecrire et commenter la réaction nucléaire symbolisant une désintégration β^- . En utilisant Eq.2, montrer que l'énergie disponible pour une désintégration β^- à partir du noyau (A, Z) est donnée par :

$$Q_{\beta^-} = 2ac^2 \left(Z_0 - Z - \frac{1}{2} \right), \quad (\text{Eq.3})$$

avec c la célérité de la lumière dans le vide. Quelle relation doit-il exister entre Z et Z_0 pour que l'émission β^- soit énergétiquement possible ?

On rappelle l'expression de l'énergie seuil pour une désintégration β^- à partir du noyau père (A, Z) , soit $Q_{\beta^-} = ({}^A_Z M - {}^A_{Z+1} M)c^2$.

4. Déterminer les valeurs numériques de ac^2 et de Z_0 correspondant à $A = 131$, sachant que les énergies disponibles pour les désintégrations β^- de ${}^{131}_{52}\text{Te}$ et ${}^{131}_{53}\text{I}$ sont respectivement 2,28 et 0,97 MeV.
5. Montrer que la relation approchée suivante existe entre les nombres A et Z pour les noyaux stables de A impair :

$$\frac{A}{Z} = 1,98 + 0,015A^{2/3}. \quad (\text{Eq.4})$$

En déduire une valeur approchée du rapport N/Z pour les noyaux lourds stables tel $A = 230$, N représentant le nombre de neutrons. On donne les équivalents énergétiques des coefficients a_a et a_c : $a_a = 77,286 \text{ MeV}$ et $a_c = 0,584 \text{ MeV}$.

Indication : calculer $\left. \frac{\partial(\frac{A}{Z}M)}{\partial Z} \right|_{A=\text{cste}}$ et situer les noyaux stables de A impairs par rapport aux points $(Z_0, \frac{A}{Z_0}M)$.