Université de Jijel

Faculté SE & INF / DPT de Physique

$3^{ème}$ Licence Physique / Option Rayonnement - 2020/2021

Module de Physique Nucléaire

Série TD N° 1

Exercice 1

1. Calculer l'énergie coulombienne E_C d'une sphère de charge Ze chargée uniformément en volume.

2. En fait la sphère n'est pas uniformément chargée puisqu'elle est composée de protons et l'on cherche à évaluer l'énergie d'interaction entre ces protons et pas l'énergie coulombienne de chaque proton. Pour évaluer la correction à apporter par rapport à la question précédente, nous allons supposer que chaque proton a une self-energy coulombienne que l'on évaluera en supposant sa charge diluée dans toute la sphère (puisqu'il est délocalisé dans ce volume). Calculer cette self-energy et donner une expression plus correcte de l'énergie coulombienne d'une sphère contenant Z protons.

3. Calculer l'énergie de Coulomb de ${}^{73}_{32}Ge$

Exercice 2

Etant donné le rayon nucléaire $r_0 = 1,2\ fm$.

1. Estimer les rayons des noyaux atomiques suivants : ${}^{16}O$ et ${}^{208}Pb$.

2. Déterminer la densité approchée d'un noyau atomique. Quelle serai la masse d'un cm^3 de matière nucléaire ? (*la masse du nucléon = $1,7.10^{-27}\ kg$*)

Exercice 3

Pour le noyau d'aluminium ${}^{27}Al$, calculer :

1. Son rayon, sachant que celui d'un nucléon est de *1,4 fm*.

2. Sa masse volumique ρ_m.

3. Sa densité volumique de charge électrique ρ_c.

Exercice 4

Le moment quadripolaire électrique d'une distribution de charge symétrique par rapport à l'axe Z est donné par la relation :

$$Q = \frac{1}{e}\int_V \left(3Z^2 - r^2\right)\rho(x,y,z)\,d\tau$$

où $\rho(x,y,z)$ est la densité de charge et $r^2 = x^2+y^2+z^2$. Dans le cas d'un ellipsoïde de révolution uniformément chargé d'équation $\frac{x^2+y^2}{a^2}+\frac{z^2}{b^2}=1$. Le moment quadripolaire se réduit à : $Q = \frac{2Ze}{5}\left(b^2 - a^2\right)$, où Ze est la charge nucléaire totale. Si le rayon est $R_0^3 = a^2 b$ (le volume d'un ellipsoïde est $4/3\pi a^2 b$), avec $R_0 + \delta R_0 = b$.

1. Montrer que le moment quadripolaire électrique est $Q = \frac{6Ze}{5} R_0^2 \left(\frac{\delta R_0}{R_0}\right)$.

2. Le moment quadripolaire électrique du noyau ${}^{155}_{64}Gd$ est $130\,fm^2$. Si R_0 s'exprime $R_0 = (1{,}4\,fm)A^{1/3}$, trouver $\left(\frac{\delta R_0}{R_0}\right)$.

Université de Jijel

Faculté SE & INF / DPT de Physique

3ème Licence Physique / Option Rayonnement - 2020/2021

Module de Physique Nucléaire

<u>Série TD N° 1 suite</u>

Exercice 1 :

1. Rappeler la définition de l'unité de masse atomique $(u.m.a)$ et calculer son équivalent énergétique en J et en MeV.
2. Rappeler les définitions du défaut de masse, de l'excès de masse et de l'énergie totale de liaison d'un noyau ${}_{Z}^{A}X$.
3. Pour le noyau de Bore ${}_{5}^{11}Br$ de masse $11{,}006560(u)$, calculer :

a. Le défaut de masse.

b. L'énergie de liaison totale.

c. L'énergie de liaison moyenne par nucléon.

Exercice 2 :

Les masses atomiques de trois isotopes d'aluminium sont :

$$M\left({}_{13}^{26}Al\right)=25{,}98689u,\ M\left({}_{13}^{27}Al\right)=26{,}98154u,\ M\left({}_{13}^{28}Al\right)=27{,}98191u.$$

1. Calculer l'énergie de liaison de chacun des nucléides considérés.
2. Comparer leur stabilité.
3. L'aluminium naturel est constitué de l'isotope *27* à *100%*. Que peut-on dire des autres isotopes ?

Exercice 3 :

Les excès de masse Δm des noyaux ${}_{6}^{15}C$, ${}_{7}^{15}N$ et ${}_{8}^{15}O$ sont respectivement égaux à 9,87 MeV/c^2, 0,1 MeV/c^2 et 2,86 MeV/c^2.

Lequel de ces trois noyaux est stable ? Quel(s) type(s) de transformation(s) radioactive(s) subissent les deux autres ?

Exercice 4 :

Les masses des atomes neutres, ci-dessous sont :

[Tapez un texte]

$$M\left({}^{16}_{8}O\right) = 15{,}99491u, M\left({}^{15}_{8}O\right) = 15{,}0030u, M\left({}^{15}_{7}N\right) = 15{,}00011u$$

1. Pour les trois noyaux considérés, calculer l'énergie de liaison moyenne par nucléon.
2. En fonction des énergies de liaison du noyau d'origine et celle du noyau obtenu, calculer l'énergie de séparation :

a. *Sn* d'un neutron.

b. *Sp* d'un proton.

Exercice 5 :

Le moment quadripolaire électrique d'une distribution de charge symétrique par rapport à l'axe *Z* est donné par : $Q = \frac{1}{e}\int_V \left(3Z^2 - r^2\right)\rho(x, y, z)d\tau$, où $\rho(x, y, z)$ est la densité de charge et $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$. Dans le cas d'un ellipsoïde de révolution uniformément chargé d'équation $\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$. Le moment quadripolaire se réduit à : $Q = \frac{2Ze}{5}\left(b^2 - a^2\right)$, où *Ze* est la charge nucléaire totale. Si le rayon est $R_0^3 = a^2 b$ (le volume d'un ellipsoïde est $4/3\pi a^2 b$), avec $R_0 + \delta R_0 = b$.

1. Montrer que le moment quadripolaire électrique est $Q = \frac{6Ze}{5}R_0^2\left(\frac{\delta R_0}{R_0}\right)$.
2. Le moment quadripolaire électrique du noyau ${}^{155}_{64}Gd$ est $130\,fm^2$. Si R_0 s'exprime $R_0 = (1{,}4\,fm)A^{1/3}$, trouver $\left(\frac{\delta R_0}{R_0}\right)$.