

Examen de Rattrapage de  
L'Élément de module-Physique Nucléaire 2  
SMP - S6 (Juillet 2012)

**Exercice 1:** (4 points)

On donne l'ordre de remplissage des sous-couches du noyau (modèle en couche) pour les protons et les neutrons:  $1s^{1/2}$   $1p^{3/2}$   $1p^{1/2}$   $1d^{5/2}$   $2s^{1/2}$   $1d^{3/2}$   $1f^{7/2}$   $2p^{3/2}$   $1f^{5/2}$   $2p^{1/2}$   $1g^{9/2}$   $1g^{7/2}$   $2d^{5/2}$   $2d^{3/2}$   $3s^{1/2}$   $1h^{11/2}$   $1h^{9/2}$   $2f^{7/2}$   $2f^{5/2}$   $3p^{3/2}$   $3p^{1/2}$   $1i^{13/2}$  ...

Quels sont les spins et parités ( $J^\pi$ ) à l'état fondamental que l'on peut prévoir pour les noyaux suivants:  ${}_{28}^{62}\text{Ni}$ ,  ${}_{28}^{61}\text{Ni}$  et  ${}_{39}^{90}\text{Y}$ .

**Exercice 2:** (9 points)

Soit la réaction de fusion  ${}^2_1\text{D} + {}^3_1\text{T} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

- Calculer l'énergie dégagée par la réaction de fusion. On donne les énergies de liaison par nucléon:  $\overline{B}({}^2_1\text{D}) = 1,1 \text{ MeV}$ ;  $\overline{B}({}^3_1\text{T}) = 2,8 \text{ MeV}$ ;  $\overline{B}({}^4_2\text{He}) = 7,05 \text{ MeV}$
- Ecrire les équations de conservation de l'énergie et de l'impulsion lors de la réaction de la fusion dans le système de Laboratoire et montrer que les neutrons émis par cette réaction ont une énergie de 14 MeV (on négligera pour cela l'énergie cinétique initiale de  ${}^2_1\text{D}$  et  ${}^3_1\text{T}$ ).

On suppose maintenant que les noyaux de  ${}^3_1\text{T}$  sont bombardés au repos par des noyaux de  ${}^2_1\text{D}$  à une énergie cinétique  $T_1$ . Les neutrons sont émis dans un angle  $\theta$  avec une énergie  $T_3$  et les particules d'hélium sont émises dans un angle  $\varphi$  avec une énergie  $T_4$ .

- Ecrire de nouveau les équations de conservation de l'énergie et de l'impulsion à l'état fondamental. Montrer que dans une direction donnée et pour une énergie  $T_1$  donnée, on a  $T_3 + b\sqrt{T_3} + c = 0$  ( $a$ ,  $b$  et  $c$  sont des constantes dépendant de  $\theta$  et de  $T_1$ ).
- Expliquer, sans faire de calcul, pourquoi dans certaines directions, il ne peut pas y avoir émission de neutrons.

**Exercice 3:** (7 points)

Un détecteur à Iodure de Sodium activé au Thallium ( $\text{NaI}(\text{Tl})$ ) de 3 cm de diamètre et 4 cm de hauteur est soumis à un faisceau parallèle de rayons gamma de 2,8 MeV perpendiculairement à sa face circulaire.

- Quelle fraction de rayons gamma est détectée?
- Quelle fraction de rayons gamma détectée apparaît sous le pic photoélectrique, la distribution Compton et la distribution de l'effet de création paires en supposant qu'il n'y a aucune réabsorption des rayons gamma d'origine Compton ou d'annihilation? On donne pour le NaI, les coefficients d'atténuation photoélectrique, Compton et création de paires à l'énergie  $E_\gamma$  égale à 2,8 MeV:  
 $\mu_{ph} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ ;  $\mu_c = 0,11 \text{ cm}^{-1}$  et  $\mu_p = 0,020 \text{ cm}^{-1}$ .
- Définir l'interaction des rayons gamma par effet de création de paires et montrer que la condition pour que la matérialisation ait lieu au voisinage d'un noyau de masse  $M_0$  est  $E_\gamma > 1,02 \text{ MeV}$ .
- Décrire le phénomène qui pourra suivre la matérialisation et expliquer, dans le spectre gamma, l'origine du pic correspondant à l'énergie de 0,511 MeV.