

## I - Astrophysique nucléaire

### 1 - Question de cours

a - voir cours

Energie du maximum :  $E_0$  est tel que  $\frac{dG}{dE} = 0 \Rightarrow E = E_0$

$$\frac{dG}{dE} = \left( \frac{\pi R}{E^{3/2}} - \frac{1}{kT} \right) e^{-E/kT} e^{-\frac{2\pi R}{\sqrt{E}}} \Rightarrow \frac{dG}{dE} = 0 \Leftrightarrow E = (R\pi kT)^{2/3}$$

b - voir cours : durée de collision (noyau composé), résonance ( $\sigma(E)$ ), distribution angulaire ( $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ )

### 2 - Emission $\gamma$ de $^{56}\text{Co}$ produit par une SNIa

a - voir TD

$$\begin{cases} \frac{dN_{\text{Co}}}{dt} = -\frac{N_{\text{Co}}}{\tau_{\text{Co}}} + \frac{N_{\text{Ni}}}{\tau_{\text{Ni}}} \\ \frac{dN_{\text{Ni}}}{dt} = -\frac{N_{\text{Ni}}}{\tau_{\text{Ni}}} \end{cases} \Rightarrow N_{\text{Co}}(t) = N_{\text{Ni},0} \frac{\tau_{\text{Co}}}{\tau_{\text{Co}} - \tau_{\text{Ni}}} (e^{-t/\tau_{\text{Co}}} - e^{-t/\tau_{\text{Ni}}})$$

$$b - F_{847}(t) = \frac{N_{\text{Co}}(t)}{\tau_{\text{Co}}} = \frac{1}{4\pi d^2} \Rightarrow F_{847}(t) = \frac{M_{\text{Ni},0}}{A_{\text{Ni}}} \frac{N_A}{4\pi d^2} \frac{e^{-t/\tau_{\text{Co}}} - e^{-t/\tau_{\text{Ni}}}}{\tau_{\text{Co}} - \tau_{\text{Ni}}} \text{ avec } A_{\text{Ni}} = 56 \text{ g/mole}$$

$$F_{1238}(t) = 0.68 F_{847}(t)$$

c - Application numérique :  $M_{\text{Ni},0} = 0.5 M_{\odot}$ ,  $t = 100 \text{ j} \Rightarrow \tau_{\text{Ni}} \Rightarrow e^{-t/\tau_{\text{Ni}}} \approx 0$

$$\left. \begin{aligned} F_{847}(t) &\approx 4.4 \times 10^{-5} \text{ ph/s/cm}^2 \text{ pour } t = 100 \text{ j} \\ F_{1238}(t) &\approx 3.0 \times 10^{-5} \text{ ph/s/cm}^2 \text{ " " } \end{aligned} \right\} \text{ flux en dessous de la limite de détection}$$

## II - Astroparticules

### 1 - Questions de cours

a et b - voir cours

c - i) violation de  $L_z$  et  $L$ , ii) interaction faible, iii) interaction forte ( $\Delta^+$  = (uud) voir cours)

2 a - Le nombre de  $\nu$  quelle que soit la famille ( $\nu_e, \nu_\mu, \bar{\nu}_\mu$  et  $\bar{\nu}_e$ ) est  $N_\nu = 3 N_{\pi^-} + 3 N_{\pi^+}$

Comme  $N_\gamma = 2 N_{\pi^0}$  et  $N_{\pi^+} = N_{\pi^-} = \frac{1}{2} N_{\pi^0}$  on a  $N_\nu = \frac{3}{2} N_\gamma$  donc  $\phi_\nu = \frac{3}{2} \phi_\gamma = 6.6 \times 10^7 \frac{\text{M}}{\text{sec}}$

3 b -  $N_{\text{det}} = T \times N_{\text{c}} \times \phi_\nu \times \sigma$  avec  $N_{\text{c}}$  le nombre de cibles (nucléons) et  $T$  le temps d'observation.  $\sigma$  est la section efficace.  $N_{\text{det}} = 0.77$

Il y a peu de chance qu'on détecte 1  $\nu$  en 15 jours. On ne peut pas différencier l'origine de l'émission  $\gamma$  pour cette nova. Une nova de même type, beaucoup plus proche, pourrait être détectable en  $\nu$ . Pour un calcul plus détaillé, voir <http://arxiv.org/abs/1008.5193>

2 c - Voir cours et TD. ( $v_{\text{epton}} > \frac{c}{n}$ ).