

1 [1.5] - Energie de volume, de surface, coulombienne, asymétrie et parité.

2 [1.5] -

[0.5] L'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse.

[0.25] points pour une figure correcte

[0.5] L'énergie de liaison par nucléon est maximale pour le  $^{56}\text{Fe}$ . Il y a des pics pour les noyaux multiples alpha et des maxima secondaires pour les nombres magiques.

[0.25] La courbe diminue pour les noyaux lourds à cause des termes en énergie coulombienne et d'asymétrie. Pour les noyaux légers, le terme d'énergie de surface est grand et explique la diminution de la courbe.

3 [0.5] - Spin parité du  $^{12}\text{C}$  :  $0^+$  car c'est un noyau pair-pair. Tous les nucléons de même espèce sont couplés avantageusement de telle sorte que la somme des vecteurs  $J$  est égale à 0.

4 [2.5] - Voir fichier attaché pour plus d'info.

Réaction directe :

[0.5] - Durée de la collision  $\sim$  rayon du noyau cible / vitesse du projectile  $\sim 10^{-22}$  s.

[0.5] - le projectile interagit avec un ou plusieurs nucléons contenus dans le noyau cible

[0.25] - section efficace non résonnante et  $d\sigma/d\Omega$  est piquée vers l'avant (theta petit)

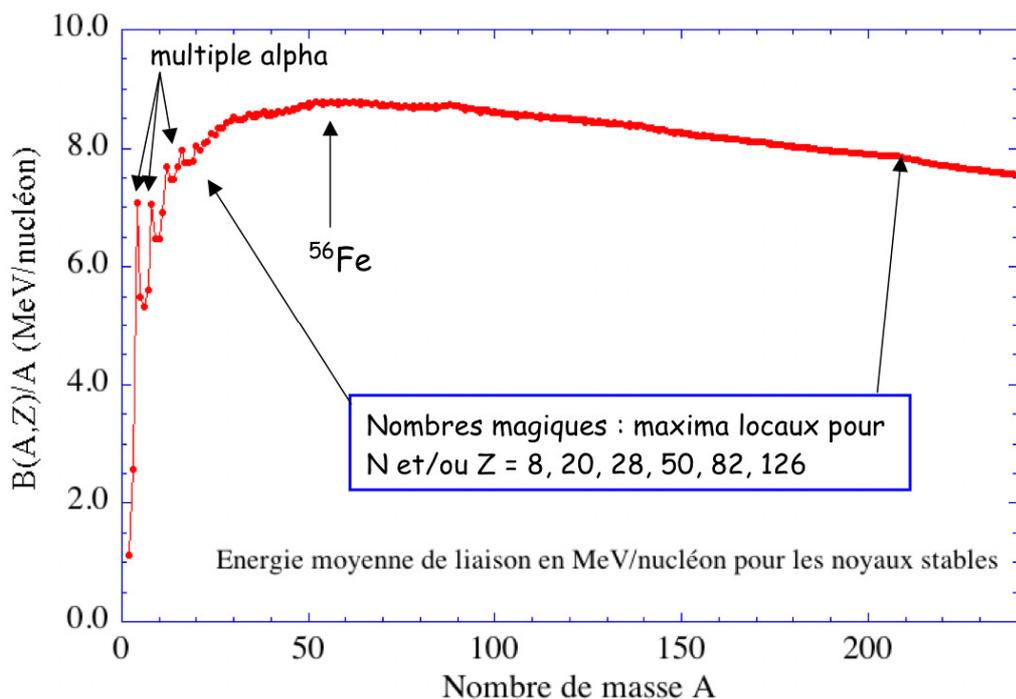
Réaction indirecte :

[0.5] - Durée de collision  $\gg 10^{-22}$  s.

[0.5] - Il y a formation d'un noyau composé dans un état excité ( $W^*$ ) qui se désexcite en émettant le noyau  $b$  :  $X + a \rightarrow W^* \rightarrow Y + b$

[0.25] - section efficace résonnante et  $d\sigma/d\Omega$  est presque isotrope.

Energie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse (courbe d'Aston)





CI:  $N_1(t=0) = N_{10}, N_2(t=0) = 0$

2 équations différentielles couplées:

$$\frac{dN_1}{dt} = -\frac{N_1}{\tau_1} \quad (1)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = \frac{N_1}{\tau_1} - \frac{N_2}{\tau_2} \quad (2)$$

Résolution de (1)  $\Rightarrow \frac{dN_1}{dt} + \frac{N_1}{\tau_1} = 0 \Rightarrow N_1(t) = N_{10} e^{-t/\tau_1}$

Résolution de (2)  $\Rightarrow \frac{dN_2}{dt} + \frac{N_2}{\tau_2} = \frac{N_{10} e^{-t/\tau_1}}{\tau_1}$

intégration (SSSP: méthode de la variation de la constante  $K_2 = K_2(t)$ )

$$\frac{d}{dt} (K_2(t) e^{-t/\tau_2}) + K_2(t) e^{-t/\tau_2} = \frac{N_{10}}{\tau_1} e^{-t/\tau_1}$$

$$\frac{dK_2(t)}{dt} e^{-t/\tau_2} - K_2(t) e^{-t/\tau_2} + K_2(t) e^{-t/\tau_2} = \frac{N_{10}}{\tau_1} e^{-t/\tau_1}$$

$$\frac{dK_2(t)}{dt} = \frac{N_{10}}{\tau_1} e^{-t(\frac{1}{\tau_1} - \frac{1}{\tau_2})}$$

à intégrer + CI

$$CI: N_2(t=0) = 0 \quad K_2(t) = \int_0^t \frac{N_{10}}{\tau_1} e^{-t'(\frac{1}{\tau_1} - \frac{1}{\tau_2})} dt' = \frac{N_{10}}{\tau_1} \left[ \frac{e^{-t'(\frac{1}{\tau_1} - \frac{1}{\tau_2})}}{-(\frac{1}{\tau_1} - \frac{1}{\tau_2})} \right]_0^t$$

$$= \frac{N_{10}}{\tau_1} \frac{\tau_1 \tau_2}{(\tau_2 - \tau_1)} (1 - e^{-t(\frac{1}{\tau_1} - \frac{1}{\tau_2})})$$

Au final  $N_2(t) = N_{10} \frac{\tau_2}{(\tau_2 - \tau_1)} (e^{-t/\tau_2} - e^{-t/\tau_1})$   $\Delta K_2(t) \Rightarrow N_2(t) \times e^{-t/\tau_2}$

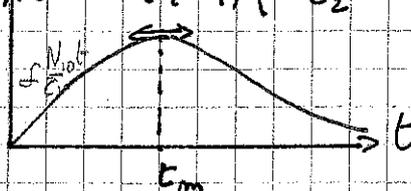
a)  $N_2(t)$  ( $\tau_1 < \tau_2$ )  $\Rightarrow$  à un temps suffisamment long seule la 2<sup>e</sup> subsitance au profil du 1<sup>er</sup>

Tracé  $\Rightarrow$  temps court  $t \ll \tau_1, \tau_2 \Rightarrow N_2(t) \approx N_{10} \tau_2 (1 - \frac{t}{\tau_2} - (1 - \frac{t}{\tau_1}) e^{-t/\tau_1})$

$$= \frac{N_{10} \tau_2}{(\tau_2 - \tau_1)} \left( \frac{\tau_2 - \tau_1}{\tau_1 \tau_2} \right) t \approx \frac{N_{10}}{\tau_1} t$$

$\Rightarrow$  recherche d'un extremum:

$$N_2(t) \frac{dN_2}{dt} = \frac{N_{10} \tau_2}{(\tau_2 - \tau_1)} \left( -\frac{e^{-t/\tau_2}}{\tau_2} + e^{-t/\tau_1} \right) = 0 \Rightarrow \frac{e^{-t/\tau_1}}{\tau_1} = \frac{e^{-t/\tau_2}}{\tau_2} \Rightarrow t = \frac{\tau_1 \tau_2}{(\tau_2 - \tau_1)} \ln \left( \frac{\tau_2}{\tau_1} \right)$$



$$b) N_2(t) \cdot \text{cas } \tau_1 \ll \tau_2 \Rightarrow e^{-t/\tau_1} \ll e^{-t/\tau_2}$$

$$\Rightarrow N_2(t) \sim N_{10} e^{-t/\tau_2}$$

(1) se désintègre très rapidement en (3), comme si  $N_2(t=0) = N_{10}$

$$\cdot \text{cas } \tau_2 \ll \tau_1 \Rightarrow e^{-t/\tau_1} \gg e^{-t/\tau_2}$$

$$\Rightarrow N_2(t) \sim N_{10} \frac{\tau_2}{\tau_1} e^{-t/\tau_1} \text{ petit car } \frac{\tau_2}{\tau_1} \ll 1$$

(2) se désintègre très rapidement en (3)  $\frac{N_2(t)}{\tau_2} \sim \frac{N_1(t)}{\tau_1} \Rightarrow$  activité identique

RÉPONSE. — En notant  $\Phi_0$  l'intensité du faisceau incident sur le cristal, en nombre de neutrons par unité de surface et par unité de temps, et  $\Phi_x$  l'intensité résiduelle du faisceau à la profondeur  $x$  du cristal par rapport à la face d'entrée, on a :

$$\Phi_x = \Phi_0 \exp \{ - (n_H \sigma_H + n_C \sigma_C) x \}$$

Le nombre de protons de recul créés entre  $x$  et  $x + dx$ , par unité de surface et par unité de temps, s'écrit :

$$dN = \Phi_x \sigma_H n_H dx$$

Le nombre total de protons de recul créés dans le scintillateur, par unité de surface et par unité de temps, s'en déduit par intégration :

$$N = \int_0^a \Phi_x \sigma_H n_H dx = \Phi_0 n_H \sigma_H \frac{1 - e^{-ad}}{a}$$

avec :

$$a = n_H \sigma_H + n_C \sigma_C$$

Efficacité du cristal :

$$\epsilon = \frac{N}{\Phi_0} = n_H \sigma_H \frac{1 - e^{-ad}}{a}$$

APPLICATION NUMÉRIQUE :

$$\epsilon = 0,118$$