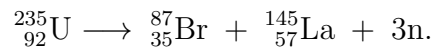


## Série 2

### 1 Fission de l'uranium

Utiliser la formule semi-empirique de la masse avec les constantes  $a_v = 15.75$  MeV,  $a_s = 17.8$  MeV,  $a_C = 0.71$  MeV et  $a_a = 23.7$  MeV pour estimer l'énergie libérée dans le processus de fission spontanée suivant :



Quelle est la source principale de cette énergie ?

### 2 Noyaux miroirs

L'isotope  ${}^{11}\text{C}$  est instable. Comment se désintègre-t-il ? Pourquoi appelle-t-on l'isotope  ${}^{11}\text{B}$  noyau miroir du  ${}^{11}\text{C}$  ? Déterminer la valeur du paramètre  $r_0$  de la loi  $R = r_0 \cdot A^{1/3}$  à partir d'un graphique du  $Q$  des désintégrations des noyaux  ${}^{11}\text{C}$ ,  ${}^{13}\text{N}$ ,  ${}^{15}\text{O}$ ,  ${}^{19}\text{Ne}$ ,  ${}^{23}\text{Mg}$  et  ${}^{27}\text{Si}$  en fonction de  $A^{2/3}$  (tous ces noyaux se désintègrent selon le même mode). On donne les excès de masse  $\Delta({}^AX) = M({}^AX) - Au$  (u=unité de masse atomique,  $c = 1$ ) :

$\Delta({}^{11}\text{C})$	=	0.011433 u	$\Delta({}^{11}\text{B})$	=	0.009305 u
$\Delta({}^{13}\text{N})$	=	0.005739 u	$\Delta({}^{13}\text{C})$	=	0.003355 u
$\Delta({}^{15}\text{O})$	=	0.003065 u	$\Delta({}^{15}\text{N})$	=	0.000109 u
$\Delta({}^{19}\text{Ne})$	=	0.001880 u	$\Delta({}^{19}\text{F})$	=	-0.001597 u
$\Delta({}^{23}\text{Mg})$	=	-0.005876 u	$\Delta({}^{23}\text{Na})$	=	-0.010232 u
$\Delta({}^{27}\text{Si})$	=	-0.013296 u	$\Delta({}^{27}\text{Al})$	=	-0.018461 u
$\Delta({}^7\text{Be})$	=	0.016929 u	$\Delta({}^4\text{He})$	=	0.002603 u
$\Delta({}^{11}\text{N})$	=	0.026091 u			

La formule de masse est

$$M(Z, A) = ZM_{\text{H}} + (A - Z)m_n - a_v A + a_C \frac{Z^2}{A^{1/3}} + a_a \frac{(A - 2Z)^2}{A} + a_s A^{2/3} - \delta$$

avec  $a_C = \frac{3}{5} \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r_0}$ .

$$\begin{aligned} m_e &= 511 \text{ keV}/c^2, & \hbar c &= 197.33 \text{ MeV fm}, \\ \alpha &= \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar c} = \frac{1}{137.0}, & 1 \text{ u} &\equiv 931.494 \text{ MeV}/c^2 \end{aligned}$$

### 3 Étoile à neutrons

Estimer le rayon minimal d'une étoile à neutrons en utilisant la formule semi-empirique de la masse des noyaux complétée d'un terme d'énergie gravitationnelle.

Constante de gravitation universelle :  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$ .

Masse du neutron :  $m_n = 1.675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

## 4 Source de plutonium

Une source radioactive  $\alpha$  contient 1 mg de plutonium 242.

1. Quelle est l'activité de la source (en curie) ?
2. Quelle est l'énergie cinétique des particules  $\alpha$  émises ?

On donne les excès de masse :

$$\begin{array}{ll} \Delta(^{242}_{94}\text{Pu}) = 0.058739 \text{ u} & \tau(^{242}_{94}\text{Pu}) = 5.43 \cdot 10^5 \text{ ans} \\ \Delta(^{238}_{92}\text{U}) = 0.050786 \text{ u} & \tau(^{238}_{92}\text{U}) = 6.45 \cdot 10^9 \text{ ans} \\ \Delta(^4_2\text{He}) = 0.002603 \text{ u} & ^4_2\text{He} \text{ stable} \end{array}$$

et

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

et un becquerel correspond à une désintégration par seconde.