

**Exercice 1: ((6pts)) Fission et Fusion**

Les réactions de fusion et de fission sont considérées parmi les réactions qui produisent une grande énergie qu'on peut exploiter dans divers domaines. La courbe (Figure 1) représente l'opposé de l'énergie de liaison par nucléon d'un noyau en fonction du nombre de nucléons. C'est un essai de construction avec une commande permettant de placer n'importe quel noyau sur la courbe et d'illustrer ainsi les réactions de fusion et de fission.

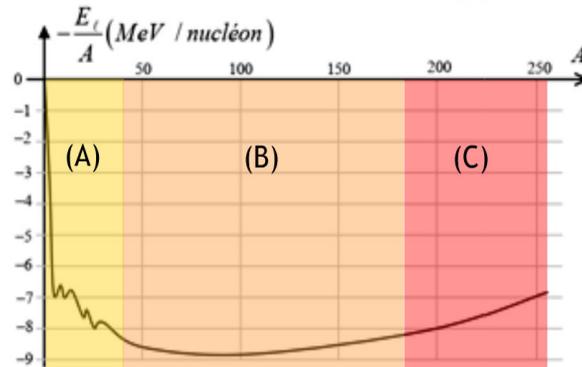


Figure 1

**1. QCM :**

1.1 le nom de cette courbe est : (0,25p)

- |                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| A. La courbe de Ségré. | C. La courbe de Becquerel. |
| B. La courbe d'Aston.  | D. La courbe de Soddy.     |

1.2 Où se trouve les noyaux les plus stables ? (0,25p)

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| A. La zone C.      | C. La zone B. |
| B. La zone A et C. | D. La zone A. |

1.3 La zone correspond aux noyaux capables de subir la fusion est : (0,25pt)

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| A. La zone C.      | C. La zone B. |
| B. La zone A et C. | D. La zone A. |

1.4 La zone correspond aux noyaux capables de subir la fission est : (0,25pt)

- |                    |               |
|--------------------|---------------|
| A. La zone C.      | C. La zone B. |
| B. La zone A et C. | D. La zone A. |

2. L'uranium 235 est un isotope fissile, car il se désintègre également sous l'effet d'un neutron thermique incident émis, par exemple, lors d'une fission spontanée, émettant à son tour, avec les produits de fission, plusieurs autres neutrons susceptibles chacun de provoquer la fission d'autres noyaux d'uranium 235 : c'est ce qu'on appelle une réaction en chaîne.

## Physique ((12pts))

2.1 Définir l'énergie de liaison de l'uranium 235. (0,25p)

2.2 Calculer l'énergie de liaison par nucléons d'uranium 235 en MeV. (0,5p)

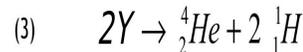
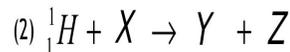
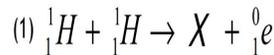
2.3 Parmi les réactions de fission de  $^{235}_{92}\text{U}$  on trouve :  $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \longrightarrow ^{148}_{47}\text{La} + ^{85}_y\text{Br} + x\text{ }^1_0\text{n}$   
Déterminer x et y. (0,5pt)

2.4 Montrer que le défaut d'énergie de la réaction précédente s'écrit sous la forme :  $\Delta E = E_l(\text{U}) - E_l(\text{La}) - E_l(\text{Br})$  et déduire l'énergie libérée en MeV. (1p)

2.5 Dans un réacteur de centrale nucléaire, les neutrons produits au cours de la réaction précédente sont rapides car la réaction libère beaucoup d'énergie. Ces neutrons sont facilement capturés par l'isotope  $^{238}_{92}\text{U}$  donnant naissance à un nouvel isotope radioactif. L'isotope radioactif se transforme ensuite en neptunium  $^{239}_{93}\text{Np}$  puis en noyau fissile de plutonium  $^{239}_{94}\text{Pu}$ . Écrire la transformation résultante et préciser les particules émises. (0,5p)

Donnée :  $\xi(\text{La}) = \xi(\text{Br}) = 8,5\text{MeV/Nucleon}$  ,  $m_p = 1,67264 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$  ,  $m_n = 1,67496 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$  ,  
 $m(\text{U}) = 390,2172710^{-27}\text{Kg}$  ,  $C = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$  ,  $1\text{MeV} = 1,6021810^{-13}\text{J}$  .

3. Les étoiles jeunes, comme le Soleil, sont essentiellement constituées d'hydrogène. Lorsque le cœur de l'étoile est à une température de l'ordre de  $1,5 \cdot 10^7\text{K}$  les protons subissent des réactions de fusion conduisant à la formation de noyaux d'hélium selon le processus en chaîne suivant :



3.1 Déterminer les nucléides suivants : X, Y et Z. (0,5p)

3.2 Montrer que l'on peut remplacer l'ensemble des réactions (1),(2) et (3) par la réaction suivante :  $4 \text{}^1_1\text{H} \longrightarrow \text{}^4_2\text{He} + 2 \text{}^0_1\text{e}^+ + 2\text{Z}$ . (0,5p)

3.3 Sachant que l'énergie obtenue lors de la formation de 1g d'hélium est  $6 \cdot 10^{11}\text{J}$  et le soleil rayonne une puissance de  $3,9 \cdot 10^{26}\text{W}$ , calculer la masse perdue par le soleil à chaque année (1an=365jrs). (0,5p)

3.4 La masse actuelle du soleil est  $1,9 \cdot 10^{30}\text{Kg}$ , Calculer la diminution de masse du soleil en une année et estimer la durée de vie probable du soleil. (0,75p)

### Exercice 2: ((6pts)) L'étude des deux échantillons radioactives

La radioactivité est le phénomène physique par lequel des noyaux atomiques instables (dits radionucléides ou radioisotopes) se transforment spontanément en d'autres atomes (désintégration) en émettant simultanément des particules de matière (électrons, noyaux d'hélium, neutrons, etc.). Dans cette exercice on va étudier deux atomes radioactives le neptunium 231 et le potassium 40.

1. Dans un laboratoire on a un flacon contient échantillon radioactive de neptunium de masse  $m_0$  à  $t=0s$ . À  $t_1=244min$  l'activité de l'échantillon est  $A_1=3,84.10^{12}Bq$  et à  $t_2=390,4min$  devient  $A_2=4,8.10^{11}Bq$ .

1.1 Le  ${}^{231}_{93}Np$  se désintègre spontanément en émettant un noyau  ${}^{231}_{92}U$ , écrire l'équation de désintégration, en précisant les lois de conservation utilisées et le type de radioactivité. (0,5p)

1.2 Montrer que  $t_{1/2}=48,8min$ . (0,75p)

1.3 Déterminer la valeur de  $m_0$ . (0,75p)

1.4 La figure(1) représente la variation de la dérivée de la masse d'uranium formée par rapport le temps  $\frac{dm_u(t)}{dt}$  en fonction de la masse restante de neptunium  $m(t)$ .

1.4.1 Trouver l'expression de  $\frac{dm_u(t)}{dt}$  en fonction de  $m(t)$  et  $t_{1/2}$ . (0,75p)

1.4.2 D'après la figure(1) déduire la valeur de  $t_{1/2}$  et vérifier que la valeur précédente est juste. (0,75p)

2. Certaines roches volcaniques contiennent du potassium ( symbole K) dont une partie est l'isotope  ${}^{40}(Z=19;A=40)$  qui se désintègre en calcium  ${}^{40}Ca$  et en un gaz inerte l'argon  ${}^{40}Ar$  ( $Z=18$ ). La demi-vie du potassium 40 étant  $1,25.10^9ans$ , la datation sera basée sur la proportion, dans la roche, du potassium et de l'argon. Cette méthode permet de dater l'ensemble des  $4,6.10^9ans$  d'histoire de la terre. Au moment de leur formation ces roches ne contiennent pas d'argon, puis le potassium 40 disparaît en même temps que l'argon apparaît. On donne :  $V_m=22,4 L.mol^{-1}$ .

2.1 Le graphe ci-dessous (figure 2) donnant le rapport  $\frac{N_{Ar}}{N_K}$  en fonction du temps. Déterminer le rapport  $\frac{N_{Ar}}{N_K}$  en fonction de  $t$  et  $t_{1/2}$ . (0,5p)

2.2 Trouver  $t_{1/2}$  d'après le graphe et déduire la valeur de  $\lambda$ . (0,5p)

2.3 Pour déterminer la date de formation de cailloux lunaires rapportés lors de l'expédition Apollo 11, l'analyse d'un échantillon de cailloux effectuée dans les conditions normales a donné  $8,1.10^{-3} cm^3$  d'argon et  $1,67.10^{-6} g$  de potassium 40.

2.3.1 Montrer que  $\frac{N_{Ar}}{N_K}=1,99$  et déduire l'âge de ces cailloux. (0,5p)

2.3.2 En se basant sur la lois de décroissance radioactive montrer que :  $t=\ln\left(\sqrt[2]{1+\frac{V.M}{m.V_m}}\right)$  et Comparer les deux résultats de l'âge de ces cailloux. (1p)

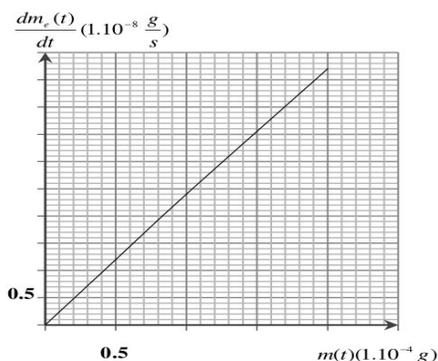


Figure 1

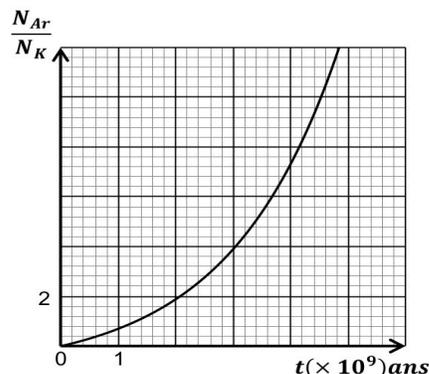


Figure 2