



Exercice 1

On estime que la consommation mondiale d'énergie s'élève, chaque année, à 3.10^{17} kJ.
Les réserves mondiales de minerai d'uranium sont estimées à un million de tonnes. Ces réserves renferment de l'ordre de 0,7% d'uranium 235.
Les centrales nucléaires produisent de l'énergie à partir de la fission de l'uranium 235, dont l'énergie de liaison par nucléon est égale à 7,70 MeV. Les produits de fission ont en moyenne des énergies de liaison de valeurs égales à 810MeV et 1200 MeV.

1. Calculer l'énergie moyenne d'une réaction de fission d'un noyau d'uranium 235.
2. Si toute l'énergie libérée par fission des noyaux d'uranium 235 pouvait être exploitée de manière utile, quelle quantité annuelle d'uranium 235 serait nécessaire pour couvrir les besoins énergétiques mondiaux d'une année ?
3. Avec les mêmes hypothèses, si l'uranium était l'unique source d'énergie, pendant combien d'années pourrait-on couvrir les besoins énergétiques mondiaux ?

On donne : $1\text{MeV}=1,6.10^{-13}\text{J}$; $1\text{ u} = 1,6605.10^{-27}\text{ kg} = 931,494\text{ MeV}/c^2$

Sur la courbe d'Aston, on peut lire que l'énergie de liaison par nucléon de l'uranium 235 est égale à 7,7 MeV. Parmi les produits de fission de l'uranium 235, on trouve par exemple des noyaux dont les nombres de nucléons sont égaux à 94 et 142. Pour ces noyaux, les énergies de liaison par nucléon sont : 8,8 MeV pour $A = 94$, et 8,5MeV pour $A = 142$.

1. Sur un diagramme énergétique, représenter l'énergie du système avant fission, après fission, ainsi que l'énergie des nucléons séparés. Indiquer les énergies de liaison et l'énergie de la réaction.
2. Calculer l'énergie de la réaction de fission considérée.
3. Calculer l'énergie dégagée lors de la fission de 1 g d'uranium 235.
4. À titre de comparaison, l'énergie dégagée par 1 g de charbon lors de sa combustion est d'environ 30 kJ. Quelle masse de charbon faut-il brûler pour obtenir la même énergie que celle dégagée par la fission de 1 g d'uranium 235 ?

$1\text{MeV}=1,6.10^{-13}\text{J}$; $1\text{ u} = 1,6605.10^{-27}\text{ kg}$

Selon un processus appelé « alpha/proton », le bombardement de noyaux d'azote 14 par des particules alpha fournit un noyau d'oxygène 17 et libère un proton.

1. Écrire l'équation de cette réaction.
2. Donner l'expression de la variation de masse en fonction des masses des entités mises en jeu dans cette réaction. Calculer sa valeur.
3. Calculer la variation d'énergie associée à cette réaction (en J et en MeV). Commenter son signe.
4. Sous quelle forme est apportée l'énergie nécessaire à cette réaction ?

Données : $1\text{ u} = 1,6605.10^{-27}\text{ kg} = 931,494\text{ MeV}/c^2$

noyau	${}^4_2\text{He}$	${}^{14}_7\text{N}$	${}^{17}_8\text{O}$
masse (u)	4,001 51	13,999 2	16,994 7

Dans une centrale nucléaire à eau pressurisée, le combustible est de l'oxyde d'uranium enrichi à 4% environ en uranium 235 fissile. L'isotope 238 néanmoins présent à 96% n'est pas fissile mais fertile car il donne naissance à un noyau fissile, le plutonium 239, suite à la capture d'un neutron rapide et à deux désintégrations β^- . La transmutation de l'uranium 238 est toutefois moins fréquente dans un réacteur à neutrons lents que dans un surgénérateur, dans lesquels les neutrons ne sont pas ralentis.

1. D'où proviennent les neutrons capturés par l'uranium 238 ?
2. En utilisant la classification périodique, écrire l'équation de la capture d'un neutron rapide par le noyau d'uranium 238 puis celle des désintégrations β^- qui se succèdent jusqu'au plutonium 239.
3. Écrire l'équation d'une fission du plutonium, donnant naissance à du tellure 135 et à du molybdène 102.
4. Pourquoi cette équation est-elle celle d'une réaction en chaîne ?
5. Calculer la perte de masse correspondante.
6. Calculer l'énergie libérée en MeV par la fission d'un noyau de plutonium.

noyau	${}^{239}_{94}\text{Pu}$	${}^{135}_{52}\text{Te}$	${}^{102}_{42}\text{Mo}$
masse ($\times 10^{-25}\text{ kg}$)	3,968 7	2,239 9	1,691 9

$1\text{ u} = 1,6605.10^{-27}\text{ kg} = 931,494\text{ MeV}/c^2$