

Devoir maison

2BACSM

Les transformations nucléaires

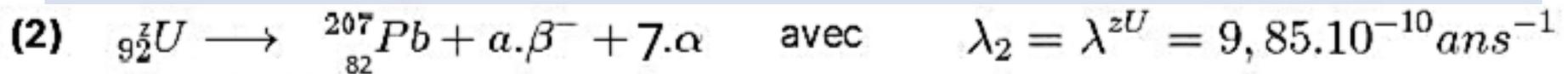
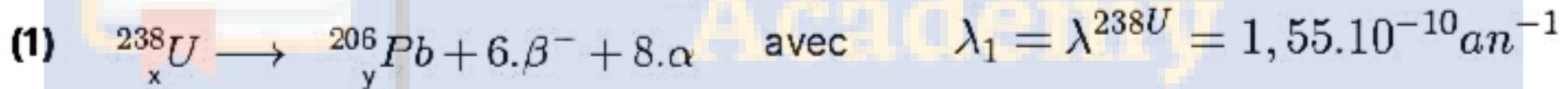


Datation de la terre par la méthode Pb-Pb

Clair Patterson a utilisé une méthode aujourd'hui très répandue en radiochronologie, la méthode plomb-plomb. Elle repose sur la détermination de la composition isotopique du plomb, dont deux isotopes, ^{206}Pb et ^{207}Pb proviennent pour partie de la désintégration naturelle de deux isotopes radioactifs à longue vie de l'uranium : ^{238}U et ^{235}U . Chacun de ces nucléides se transforme par désintégrations



successives et constitue l'origine de familles radioactives dont le dernier nucléide stable est un isotope du plomb. Ainsi ^{238}U et ^{235}U produisent au final respectivement ^{206}Pb et ^{207}Pb . En termes de bilan de ces suites de désintégration, tout se passe comme s'il ne se produisait qu'une seule réaction directe de désintégration pour chaque isotope :



et le rapport $\frac{{}^{238}\text{U}(t)}{{}^{235}\text{U}(t)} = 137,88$ est constant car il n'y a pas de fractionnement isotopique entre ces deux isotopes de l'uranium ; par contre il a varié au cours des temps .

I - La stabilité des isotopes :

1 - Définir le mot isotope , et déduire la valeur de x et y . **(0,5pt)**

2 - Énoncer les lois de conservation de Soddy , puis compléter l'équation (2) en appliquant ces lois de conservation . **(0,5pt)**

3 - Donnez la composition du noyau de l'isotope z_U . **(0,5pt)**

4 - Calculer l'énergie de liaison par nucléon de l'Uranium 238 , et vérifier que le noyau z_U est plus stable que le noyau ${}^{238}U$. **(1pt)**

On donne : - Masse du noyau d'Uranium 238 : 238,00031 u ; Masse du proton 1,00728 u .

- Masse du neutron : 1,00866 u ; L'unité de masse atomique : 1u = 931,5 Mev/c² .

- Énergie de liaison par nucléon d'Uranium z : 7,59 Mev/nucléons .

II - L'âge de la terre :

1 - Justifier l'utilisation de ses deux isotopes pour déterminer l'âge de la terre . **(0,5pt)**

2 - La quantité de plomb radiogénique notée $^{206}Pb'(t)$ produit par la désintégration radioactive correspond au nombre de désintégrations subies par l'uranium 238. Établir la relation entre $^{206}Pb'(t)$, $^{238}U(t)$ et λ_1 . **(1pt)**

3 - Si le système est resté fermé alors, la quantité de plomb 206 présent actuellement dans une roche notée $^{206}Pb(t)$ est la somme du plomb 206 présent à l'origine $^{206}Pb_0$ et du plomb 206 radiogénique (produit par la désintégration radioactive) . En déduire la relation entre $^{206}Pb(t)$, $^{238}U(t)$, $^{206}Pb_0$ et λ_1 . **(1pt)**

4 - Il nous faut pouvoir comparer entre elles différentes roches pour déterminer l'âge de la Terre. On va donc normaliser la relation précédente (question II-3) par l'isotope 204 du plomb. Il s'agit d'un isotope stable qui n'est pas radiogénique et qui peut donc servir de référence puisque sa quantité n'a pas varié C'est-à-dire $^{204}Pb(0) = ^{204}Pb(t)$. Montrer alors que l'on peut obtenir la relation suivante :

$$\frac{\left(\frac{^{207}Pb(t)}{^{204}Pb(t)} - \frac{^{207}Pb(0)}{^{204}Pb(0)} \right)}{\left(\frac{^{206}Pb(t)}{^{204}Pb(t)} - \frac{^{206}Pb(0)}{^{204}Pb(0)} \right)} = 7,25 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{e^{\lambda_2 t} - 1}{e^{\lambda_1 t} - 1} \right)$$

Cette relation constitue la "clé de voûte" de la méthode Pb-Pb. **(1.5pt)**

5 - Ensuite, il faut considérer un ensemble d'échantillons dont on détermine la composition isotopique du Pb au spectrographe de masse après divers procédés chimiques de séparation. Si ces échantillons se sont formés à la même époque, à partir d'un même matériau source, alors la représentation graphique de $\left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_t$ en fonction de $\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_t$ est une droite dont la pente permet de déterminer le temps T écoulé depuis la fermeture du système (c'est-à-dire l'âge des échantillons), (voir la figure ci-contre).

Vérifier que l'âge de la terre est 4,55 Gans.

