

Aurélié 25/03/06

Radioactivité de l'uranium.

En poursuivant votre navigation sur ce site, vous acceptez l'utilisation de Cookies vous proposant des publicités adaptés à vos centres d'intérêts.



**COMME SON NOM L'INDIQUE, LA
RADIOACTIVITÉ SPONTANÉE N'A
PAS BESOIN DE L'INTERVENTION**

Les types de radioactivité

FABSTER

Radioactivité de l'uranium

Données : Radium Ra ($Z=88$) ; Actinium Ac ($Z=89$) ; Thorium Th ($Z=90$) ; Protactinium Pa ($Z=91$) ; Uranium U ($Z=92$) ; Neptunium Np ($Z=93$) ; Plutonium Pu ($Z=94$)

L'uranium naturel est constitué de deux isotopes : $^{238}_{92}\text{U}$ (majoritaire) et $^{235}_{92}\text{U}$ (minoritaire). Tous les isotopes de l'uranium sont radioactifs. Les noyaux $^{235}_{92}\text{U}$ sont fissiles, les noyaux $^{238}_{92}\text{U}$ ne le sont pas.

1. Définir les termes : isotopes, fissile et radioactif.

-Le noyau d'uranium 238 se désintègre en émettant une particule α (^4_2He) : écrire l'équation de désintégration en précisant les lois appliquées et identifier le noyau fils obtenu.

2. On considère les quatre transformations nucléaires suivantes :

Réaction 1 : un noyau d'uranium $^{238}_{92}\text{U}$ peut capturer un neutron sans subir de fission pour donner un noyau X.

Réaction 2 : ce noyau X est radioactif β^- , sa période (ou demi-vie) est de 23 minutes. Il se désintègre en donnant un noyau de neptunium.

Réaction 3 : le noyau de neptunium est aussi radioactif β^- , sa période vaut 2,3 jours. Il se transforme en un noyau de plutonium.

Réaction 4 : le plutonium, dont le noyau est fissile, est également radioactif : sa période est de 24000 ans.

Si on appelle N_0 le nombre de noyaux radioactifs d'un élément donné à l'instant $t = 0$, le nombre N

de noyaux restants à l'instant t est donné par la loi de décroissance exponentielle : $N = N_0 \exp(-\lambda t)$, λ étant la constante radioactive.

- Définir la période (ou demi-vie) T .

- À partir de la loi de décroissance, exprimer la période T en fonction de la constante radioactive λ .

- Écrire les équations des réactions nucléaires 1, 2 et 3 ; identifier le noyau X dans la réaction 1.

- Le problème des déchets radioactifs. Exprimer le temps t_{99} au bout duquel 99 % des noyaux présents à l'instant initial, pour un élément radioactif donné, ont disparu, en fonction de la période T . Pour chacune des trois désintégrations successives (réactions 2, 3 et 4), calculer le temps t_{99} en supposant que ces trois désintégrations sont indépendantes. Quelle conclusion peut-on en tirer à propos de la fabrication du plutonium et de son utilisation ?

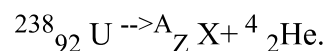
corrigé

Deux isotopes ne se différencient que par leur nombre de neutrons ; ils ont le même numéro atomique, le même nombre de protons.

Un nucléide est fissile si son noyau, sous l'action de neutrons (peut importe leur énergie) peut conduire à une fission.

radioactif : qui a de la radioactivité ; noyau qui a la propriété de se désintégrer spontanément pour conduire à des particules α , β et à des rayonnements électromagnétiques γ .

Le noyau d'uranium 238 se désintègre en émettant une particule α :



conservation de la charge : $92 = Z + 2$ soit $Z = 90$ et X est le Thorium Th

conservation du nombre de nucléons : $238 = A + 4$ soit $A = 234$

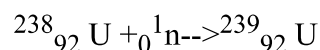
période (ou demi-vie) T : durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initiaux se sont désintégrés.

expression la période T en fonction de la constante radioactive λ : à $t = T$, $N = \frac{1}{2}N_0$.

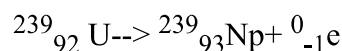
$$\frac{1}{2}N_0 = N_0 \exp(-\lambda T) ; 0,5 = \exp(-\lambda T) ; \ln 0,5 = -\lambda T ; \lambda T = \ln 2 ; T = \ln 2 / \lambda.$$

équations des réactions nucléaires 1, 2 et 3 :

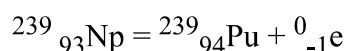
Réaction 1 : un noyau d'uranium ${}^{238}_{92}\text{U}$ peut capturer un neutron sans subir de fission pour donner un noyau X .



Réaction 2 : ce noyau X est radioactif β^- . Il se désintègre en donnant un noyau de neptunium.



Réaction 3 : le noyau de neptunium est aussi radioactif β^- . Il se transforme en un noyau de plutonium.



temps t_{99} au bout duquel 99 % des noyaux présents à l'instant initial, ont disparu :

$$N = N_0 \exp(-\lambda t), \text{ avec } N/N_0 = 0,01 ; \ln 0,99 = -\lambda t = -\ln 2 \, t / T ; t = -T \ln(0,01) / \ln 2 = \mathbf{6,64 \, T}.$$

Pour chacune des trois désintégrations successives (réactions 2, 3 et 4), calcul du temps t_{99} :

$$(2) : t_{99} = 6,64 * 23 = 152,7 \text{ min} ; (3) : t_{99} = 6,64 * 2,3 = 15,3 \text{ j} ; (4) : t_{99} = 6,64 * 24000 = 1,59 \cdot 10^5 \text{ années} ;$$

L'utilisation du plutonium nécessite une surveillance de son utilisation pendant des millénaires.

[retour](#) - [menu](#)