

Cours 3:

Radioactivité

Introduction

Pour certains éléments, il existe des isotopes naturels ou artificiels instables appelés radioactifs. Parmi la centaine des 'éléments connus seuls les 83 premiers (à l'exception du Technétium.

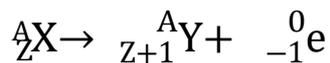
(Z=43)et du Prométhium (Z=61)) possèdent au moins un isotope stable.

A partir du Polonium (Z = 84) il n'existe plus de nucléides stables, ils sont tous radioactifs.

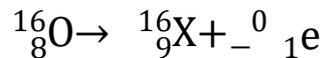
I. Radioactivité naturelle

Ces noyaux peuvent se désintégrer spontanément en expulsant certains constituants pour donner des noyaux plus stables. Ces éléments radioactifs ont été mis en évidence par Becquerel en 1896. Il existe trois formes de radioactivité différentes:

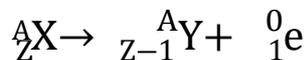
➤ Radioactivité β^-



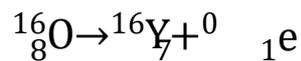
Exemple:



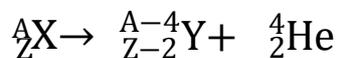
➤ Radioactivité β^+



Exemple:



➤ Radioactivité α



Exemple:

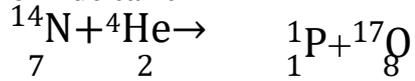


II. Radioactivité artificielle et les réactions nucléaires

ILS 'agit de la radioactivité provoquée sur certains noyaux à la suite d'une intervention humaine. Les premiers noyaux radioactifs artificiels ont été obtenus par Rutherford en 1919

En bombardant des atomes d'azote avec des particules α qui conduit à la formation de nouveaux noyaux :

A. Fission nucléaire



Les atomes de nombre de masse A très élevés, lorsqu'ils sont bombardés par des neutrons peuvent subir une cassure conduisant à des atomes plus légers et à régénérer les neutrons.

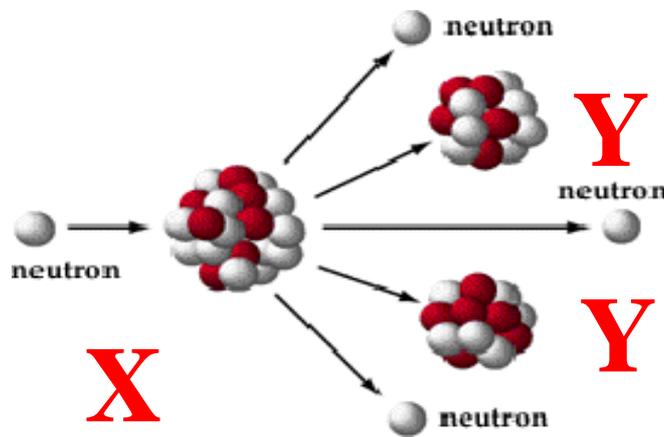
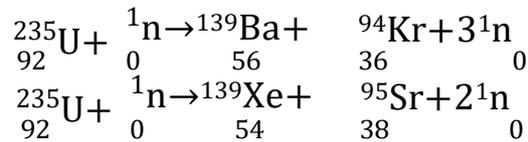


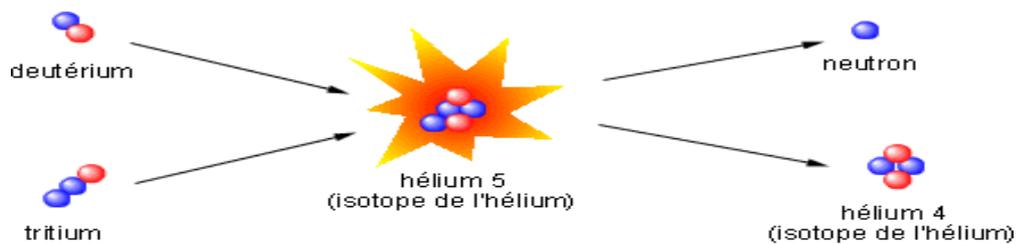
Figure III.1.Fission nucléaire.

Exemples



B. Fusion nucléaire

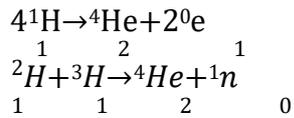
Au cours de ce type de réactions ,deux noyaux légers vont fusionner pour donner un atome plus lourd et diverses.



La fusion

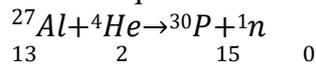
Figure III.3.Fusion nucléaire.

Exemple

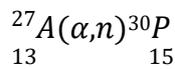


C. Transmutation

Ces réactions produisent des nucléides de nombre de masse égal ou très voisin de celui de nucléide qui a servi de cible. Les nucléides formés sont stables ou radioactifs. . **Exemple**



Écriture abrégée



III. Cinétique de désintégration radioactive.

Loi décroissance radioactive

La décomposition d'un élément radioactif peut être très rapide, quelques milliseconde ou extrêmement longue plusieurs ou milliers d'années. Cette décomposition est définie par la loi de vitesse d'une réaction du premier ordre.

$$d[N]/dt = -\lambda N \Rightarrow d[N]/N = -\lambda dt \dots \dots \text{Eq II.1} \quad \text{Où}$$

[N] représente la concentration de l'espèce radioactive à l'instant.

λ : constante radioactive de l'élément considéré. Ces unités: $s^{-1}, \text{min}^{-1}, \text{h}^{-1}, \text{jour}^{-1}, \dots$ Les

unités de la radioactivité sont :

- Désintégration par seconde (d.p.s)

- Curie (Ci); $1 \text{Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{dps}$

- Becquerel (Bq); $1 \text{Bq} = 1 \text{dps}$

$$\int_0^t \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt \Rightarrow \left(\ln N \right)_{N_0}^{N_t} = -\lambda(t) \Rightarrow$$

$$\ln N_t - \ln N_0 = -\lambda t \Rightarrow \ln \frac{N_t}{N_0} = -\lambda t \Rightarrow$$

$$\frac{N_t}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow N_t = N_0 e^{-\lambda t} \dots \dots \text{Eq III.1} \quad \text{Où}$$

[N_0] représente la concentration initiale de l'espèce radioactive à l'instant $t=0$.

Activité d'un noyau radioactif

L'activité est représentée par le nombre de désintégration qu'il se produit par une seconde.

$$A = \lambda N t \Rightarrow A = \lambda \times N_0 \times e^{-\lambda t} \quad \Rightarrow A = A_0 \times e^{-\lambda t} \quad \dots \text{EqIII.2}$$

$$A_0 = \lambda \times N_0 \quad \dots \text{EqIII.3}$$

Période radioactive ou temps de demi-vie[8]

La période ou temps de demi-vie est le temps au bout duquel la moitié des noyaux initiaux ont subi la désintégration. Elle s'obtient en remplaçant $t = T$ et $N_t = N_0 / 2$

$$\int_{N_0}^{\frac{N_0}{2}} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^T dt \Rightarrow \left(\ln N \right)_{N_0}^{\frac{N_0}{2}} = -\lambda (t) \Big|_0^T \Rightarrow$$

$$\ln N_0 / 2 - \ln N_0 = -\lambda T \Rightarrow \ln N_0 - \ln 2 - \ln N_0 = -\lambda T$$

$$\Rightarrow \ln 2 = \lambda T \Rightarrow t_{1/2} = T = \ln 2 / \lambda \quad \dots \text{EqIII.}$$

IV. Applications de la radioactivité

V. Utilisation des rayonnements peut être positive et négative

IV-1. Positive

- ❖ **Médecine**: imagerie, radio, scanner, scintigraphie, radiothérapie, stérilisation des matériels et des instruments, exemple : Détection de tumeurs cancéreuses, Étude du fonctionnement du cerveau.
- ❖ **Science** : La datation, exemple: l'âge des roches (La demi-vie($T_{1/2}$)).
- ❖ **Alimentation** : stérilisation et conservation.
- ❖ **Agriculture** : traceurs.
- ❖ **Environnement** : marquage.
- ❖ **Énergie** : production d'électricité.

IV-2. Négative

- ❖ Essais nucléaires et bombes.
- ❖ Déchets.
- ❖ Accidents.

Exercices cours III

Exercice 01

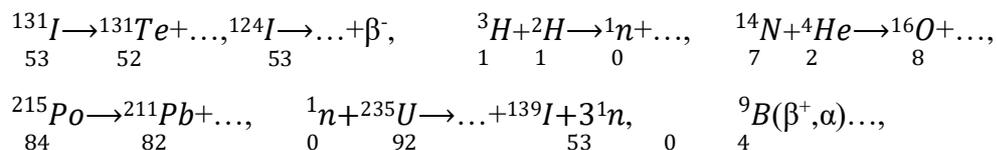
La masse atomique de ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ est de 55,9388 u ${}^{235}_{92}\text{U}$ est de 235,0706 u et celle de ${}^2_1\text{H}$ est de 2,0142 u.

- 1) Pour chaque noyau, calculer l'énergie de liaison par nucléon en MeV.
- 2) Classer ces noyaux du plus stable au moins stable.

Données : $m_p = 1,0076 \text{ u}$; $m_n = 1,0089 \text{ u}$; $m({}^2_1\text{H}) = 2,0142 \text{ u}$; $m({}^3_1\text{H}) = 3,0247 \text{ u}$; $m({}^4_2\text{He}) = 4,0015 \text{ u}$

Exercice 02

Compléter les réactions nucléaires suivantes. Pour chaque équation, indiquer le type de réaction dont il s'agit :



Exercice 03

1. Par radioactivité naturelle, le radium se transforme en gaz inerte et en radon. Une désintégration de 35,38% de radium a lieu tous les 1000 ans.
 - a) Déterminer la constante radioactive de cette transformation et la période T.
 - b) Quelle est la masse du radium dont l'activité est de 1Ci?
2. Quelle est l'activité, exprimée en curie d'une source radioactive constituée par 500 mg de Strontium (${}^{90}\text{Sr}$) si sa période est de 28 ans.
 - a) Que devient cette activité un an plus tard.
 - b) Au bout de combien de temps cette activité est réduite de 10%.

Dr MOHAMMED CHERIF OUIZA

