

Réactions nucléaires

LA RADIOACTIVITE :

LES REACTIONS NUCLEAIRES

Eau, roches, plantes, astre : les sources de radioactivité naturelle sont omniprésentes !

I- Définition de la radioactivité

Activité 1 :

« A l'automne 1895, Wilhem Röntgen découvre de mystérieux « rayons X » émis par un lointain ancêtre du tube cathodique de nos téléviseurs. Ces rayons traversent une feuille de papier opaque, font scintiller un écran fluorescent mais sont arrêtés par les os.

En janvier 1896, cette découverte est présentée à l'Académie des Sciences de Paris ; elle attire l'attention d'Henri Becquerel, spécialiste des phénomènes de fluorescence. Quelques jours plus tard, il dépose du sel phosphorescent d'uranium sur des plaques photographiques vierges, les enveloppe dans du papier noir et les expose au soleil. Une fois développées, elles révèlent l'image des cristaux de sel d'uranium. Becquerel pense alors que l'énergie solaire est absorbée par le sel d'uranium avant d'être réémise sous forme de rayons X qui impressionnent les plaques photographiques. En fait il se trompe et la météo va l'aider.

Les 26 et 27 février, les nuages masquent le soleil ; dépité, Becquerel range ses plaques déjà imprégnées de sel d'uranium dans un placard. Le 1er mars, il les développe par acquis de conscience : à sa grande surprise, elles sont également impressionnées ! Becquerel vient de découvrir l'émission spontanée de radiation par une substance inerte.

Quelques années plus tard, Pierre et Marie Curie, se lancèrent alors sur les traces de ces nouvelles substances donnèrent le nom de radioactivité aux : propriétés que possèdent certains éléments de se transformer spontanément en un autre élément par désintégration du noyau atomique avec émission de particules ou rayonnements électromagnétiques.

En 1898, ils découvrirent la radioactivité du polonium et celle du radium et obtinrent le Prix Nobel de physique avec Becquerel en 1903. Plusieurs années leur sont ensuite nécessaires pour mesurer les propriétés chimiques de ces éléments très rares. Ce travail de titan, effectué sans radioprotection suffisante, obère durablement leur santé.

La radioactivité est une réaction dite nucléaire car elle concerne le noyau de l'atome par opposition aux réactions chimiques qui ne concernent que le cortège électronique sans modifier le noyau.

Aujourd'hui, la radioactivité permet de radiographier des métaux avec des rayons gamma, de suivre à la trace des médicaments dans le corps et de dater des trouvailles archéologiques. Mais les dangers que présentent les manipulations de préparations radioactives sont accrus par l'émanation d'un rayonnement complexe, dont les effets physiologiques sur la moelle osseuse peuvent entraîner des maladies et parfois la mort. » »

Questions :

- 1- A quoi consiste la découverte de becquerel ?
- 2- Qui a découvert la radioactivité ? expliquer ?
- 3- a. Quels constituants de l'atome concernés par une réaction chimique ?
b. Une transformation radioactive est-elle est une réaction chimique ?
- 4- Quel est le sens de l'expression « émission spontanée » ?
- 5- a. Déduire d'après le texte la définition de la radioactivité ?
b. Qu'appelle t-on noyaux radioactif ?



II- Nature des rayonnements radioactifs.

Les atomes ayant un noyau instable peuvent émettre des rayonnements radioactifs.

Activité 2 :

On place un sel de radium au fond d'une cavité étroite percée dans un cylindre de plomb à parois épaisses. Devant ce dernier et perpendiculairement à son axe, on place un écran E. Dans la zone qui les sépare on fait régner un champ électrique \vec{E} ou magnétique uniforme \vec{B}

On observe alors sur l'écran E trois points d'impact A, B et C (Fig.1 et Fig.2).

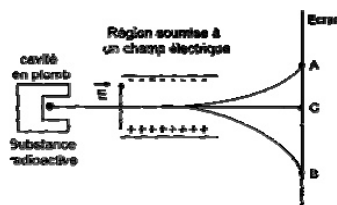


Fig. 2 : Action d'un champ électrique sur le rayonnement

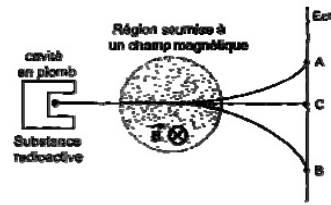


Fig. 1 : Action d'un champ magnétique sur le rayonnement

Questions

- 1- Qu'est ce qui montre dans l'expérience réalisée que la radioactivité du radium consiste en l'émission de trois rayonnements différents ?
- 2- En s'appuyant sur la disposition des trois points d'impact A,B et C montrer que le radium radioactif émet des particules chargées positivement et d'autres chargées négativement.
- 3- Identifier le troisième type de rayonnement émis par le radium
- 4- On distingue le rayonnement radioactif α , constitué de particule positive nommé α , et le rayonnement radioactif β^- , constitué de particule négative nommé β^- . Le tableau suivant donne quelques caractéristiques des ces particules.

	α	β^-
charge	$+ 3,2.10^{-19}C$	$- 1,6.10^{-19}C$
Masse en u	4,00151 u	$0,00055 u \approx 9,1.10^{-31}kg$

A quoi peut-on identifier les particules α et les particules β^- .

II- Propriétés d'un rayonnement radioactif.

- Ionisation des gaz
- Impression des plaques photographique.
- Excitation de la fluorescence de certains éléments
- Production des scintillations à partir de certaines substances.
- Indépendance de la combinaison chimique.
- La température et la pression n'ont aucun effet sur une transformation radioactive.

III- Mécanisme de l'émission des rayonnements radioactif.

Les rayonnements radioactifs α , β^- , β^+ (ou/et) γ , trouvent leur source dans des modifications de la structure du noyau de l'atome ; c'est pourquoi l'on parle de phénomènes de **désintégrations nucléaires**.

III-1 Lois de conservation au cours d'une désintégration nucléaire:

❖ **Lois de Soddy** : Lors d'une désintégration nucléaire, il y a conservation du nombre de charge Z et du nombre de nucléons A

La désintégration d'un noyau X (appelé noyau père, noyau instable) conduit à un noyau Y (appelé noyau fils, noyau stable) et à l'expulsion d'une particule P (particule α ou β).

L'équation de la désintégration s'écrit :
$${}^A_Z X \longrightarrow {}^{A_1}_{Z_1} Y + {}^{A_2}_{Z_2} P$$

Les lois de conservation de **Soddy** s'écrivent:

- Loi de conservation du nombre de nucléons A : $A = A_1 + A_2$
- Loi de conservation du nombre de charges Z : $Z = Z_1 + Z_2$

- ❖ **Conservation de la charge électrique**
- ❖ **Conservation de l'énergie.**
- ❖ **Conservation de la quantité de mouvement.**

III-2 Les rayonnements radioactifs

III-2-1 La radioactivité α .

a) Définition :

Des noyaux sont dits radioactifs α s'ils émettent des noyaux d'hélium ${}^4_2\text{He}$.

La charge du noyau est

b) Equation de la réaction de désintégration α :

D'après les lois de conservation de **Soddy**, l'équation s'écrit :



La radioactivité α concernent les noyaux lourds ($A > 200$)

Activité 3 :

1- L'uranium 238 (${}^{238}_{92}\text{U}$) est un noyau radioactif α , il se transforme en thorium (Th), écrire l'équation de réaction de désintégration de l'uranium 238.

2- Le radon 222 (${}^{222}_{86}\text{Rn}$) est un noyau radioactif α , il se transforme en polonium (Po), écrire l'équation de cette désintégration.

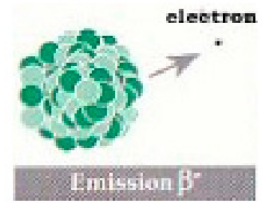
c) Caractéristiques de la particule α :

Ces particules sont arrêtées par quelques centimètres d'air ou par une feuille de papier, mais elles sont très ionisantes et donc dangereuses.

III-2-2 La radioactivité β^- .

a) Définition :

Des noyaux sont dits radioactifs β^- s'ils émettent des électrons ${}_{-1}^0e$.
Ces noyaux sont chargés négativement ($q =$).



b) Equation de la réaction de désintégration β^- :

D'après les lois de conservation de **Soddy**, l'équation s'écrit :

Activité 3 :

Il n'y a pas des électrons dans le noyau ! À l'intérieur du noyau un neutron ${}_0^1n$ se transforme spontanément en proton ${}_1^1p$.

Ecrire l'équation de cette transformation nucléaire.

Activité 4 :

Le **cobalt 60** (${}_{27}^{60}\text{Co}$) est un noyau radioactif β^- il se transforme en nickel.

Ecrire l'équation de sa désintégration.

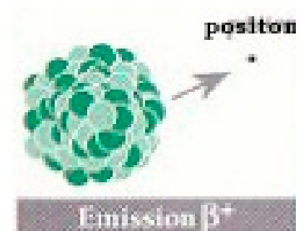
c) Caractéristiques de la particule β^+ :

Les particules β^+ sont assez peu pénétrantes. Elles sont arrêtées par quelques millimètres d'aluminium.

III-2-2 La radioactivité β^+ .

a) Définition :

Des noyaux sont dits radioactifs β^+ s'ils émettent des électrons ${}_{+1}^0e$.
Ces noyaux sont chargés positivement ($q =$



b) Equation de la réaction de désintégration β^+ :

D'après les lois de conservation de **Soddy**, l'équation s'écrit :

Activité 5 :

Il n'y a pas des positons dans le noyau ! À l'intérieur du noyau un proton se transforme spontanément en neutron.

Ecrire l'équation de cette transformation nucléaire.

Activité 6 :

Le phosphore ${}_{15}^{30}\text{P}$ est un noyau radioactif β^+ , il se transforme en silicium.

Ecrire l'équation de sa désintégration

c) Caractéristiques de la particule β^+ :

Ces particules ont une durée de vie très courte car lorsqu'elles rencontrent un électron, les deux particules s'annihilent pour donner de l'énergie sous forme d'un rayonnement électromagnétique

$$\gamma : \begin{matrix} 0 & 0 \\ +1 & -1 \end{matrix} e + \begin{matrix} 0 \\ -1 \end{matrix} e \dots\dots\dots$$

III-2-4 La désexcitation γ ou l'émission γ .

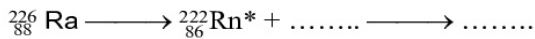
a-) Définition :

Il arrive qu'un noyau, produit par la désintégration α ou β d'un autre noyau, se trouve dans un état excité (noté par Y^*). Le nombre de nucléons qui le constitue est correct, mais il a un trop-plein d'énergie pour que l'édifice soit stable. Le noyau se libère alors de cet excès d'énergie en émettant un grain d'énergie lumineuse, un photon. Ce grain d'énergie lumineuse est de même nature que la lumière visible ou les rayons X ; ce sont aussi des rayonnements électromagnétiques.

b)- Equation d'émission

$$Y^* \dots\dots\dots$$

Exemple : Au cours d'une désintégration alpha d'un noyau de radium Ra (un noyau lourd instable) , il expulse une particule alpha et donne un noyau fils plus léger, généralement dans un état excité. Celui-ci peut alors émettre son excédent énergétique par l'émission d'un rayonnement gamma.



c) Caractéristiques

Par rapport à la lumière visible ou même aux rayons X, les photons γ sont beaucoup plus énergétiques. Certains sont capables de traverser des blindages de plomb de plusieurs mètres d'épaisseur. Les rayons γ sont donc plus dangereux que les α ou les β à cause de ce pouvoir de pénétration.

