

Décroissance radioactive

Chapitre 4

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

30 octobre 2016

Sommaire

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

1 Introduction générale

2 Qu'est ce que un noyau radioactif ?

3 Qu'est ce que un noyau radioactif ?

4 La décroissance radioactive

5 Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

6 Effets biologiques des rayonnement

Sommaire

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

- 1 Introduction générale
- 2 Qu'est ce que un noyau radioactif ?
- 3 Qu'est ce que un noyau radioactif ?
- 4 La décroissance radioactive
- 5 Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?
- 6 Effets biologiques des rayonnement

Sommaire

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

- 1 Introduction générale
- 2 Qu'est ce que un noyau radioactif ?
- 3 Qu'est ce que un noyau radioactif ?
- 4 La décroissance radioactive
- 5 Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?
- 6 Effets biologiques des rayonnement

Sommaire

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

- 1 Introduction générale
- 2 Qu'est ce que un noyau radioactif ?
- 3 Qu'est ce que un noyau radioactif ?
- 4 La décroissance radioactive
- 5 Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?
- 6 Effets biologiques des rayonnement

Sommaire

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

- 1 Introduction générale
- 2 Qu'est ce que un noyau radioactif ?
- 3 Qu'est ce que un noyau radioactif ?
- 4 La décroissance radioactive
- 5 Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?
- 6 Effets biologiques des rayonnement

Sommaire

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

- 1 Introduction générale
- 2 Qu'est ce que un noyau radioactif ?
- 3 Qu'est ce que un noyau radioactif ?
- 4 La décroissance radioactive
- 5 Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?
- 6 Effets biologiques des rayonnement

Introduction générale

Décroissance
radioactive

allal Mahdade

Introduction
générale

Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

La décroissance
radioactive

Comment dater
un événement
grâce à la
radioactivité ?

Effets biologiques
des rayonnement



Bison de la grotte ornée de Niaux (Ariège)
dessiné il y a 13000 ans. La datation directe
de la fresque au carbone-14 a été effectuée
au TANDETRON de Gif-sur-Yvette, par une méthode
très sensible qui permet de mesurer de très
faibles teneurs de l'isotope radioactif.
CEA

Qu'est ce que un noyau radioactif ? comment relier la radioactivité et le temps ? Comment peut-on dater un tel dessin ?

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

I. Rappels sur la composition du noyau

Le noyau d'un atome associé à un élément X est représenté par le symbole : A_ZX .

A : le nombre de masse et Z : le nombre de proton appelé aussi le nombre de charge . Le nombre de neutron d'un noyau est $N = A - Z$.
les protons et les neutrons ont les appellent **des nucléons** .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exemple :

${}^{14}_6\text{C}$ est le symbole du noyau de carbone comportant 6 protons et 7 neutrons

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

2. Élément chimique, nucléide et isotopes

Un élément chimique est l'ensemble des atomes dont les noyaux possèdent le même nombre de charge Z . On en connaît actuellement 111.

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exemple :

l'élément chimique chlore

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Nucléide

Un nucléide est une espèce nucléaire caractérisée par un nombre Z de protons et par un nombre total de nucléons A .

On en connaît actuellement environ 1 500.

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Un nucléide d'hélium possède deux neutrons dans son noyau. Écrire le symbole de ce nucléide.



I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Isotope

Deux noyaux isotopes ont le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents (Z identique mais A différents)

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exemple :

$^{14}_6\text{C}$ et $^{12}_6\text{C}$ sont deux isotopes du même élément : le carbone , dont le noyau a 6 protons .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

2. La découverte de la radioactivité

Le 26 février 1896 , Henri BECQUEREL tente d'exciter la fluorescence de sel d'uranium en les exposant aux rayons du soleil , dans l'espoir qu'il impressionnent ensuite des plaques photographiques .

Le soleil a du mal à percer en cette journée d'hiver . Dépité , il enferme les sels d'uranium et les plaques dans un tiroir.

Quelques jours plus tard , en sortant les plaques du tiroir , il constate qu'elles sont voilées comme si elles avaient été impressionnées par la lumière solaire.

Il en déduit que les sels d'uranium émettent un rayonnement invisible qui impressionne les plaques photographiques . Cette découverte pour laquelle Pierre CURIE propose en 1898 le nom de radioactivité , ébranle le monde scientifique . D'après : Physique Term S Hachette .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exploitation du texte :

- 1. Pourquoi Henri Becquerel a-t-il déduit que les sels d'uranium émettaient un rayonnement invisible ?
- Lorsque Becquerel enferme les plaques photographique avec les sels d'uranium , il constate qu'elles sont impressionner par des rayonnement autre que les rayons solaire invisibles les mêmes que les rayons X .
- 2. Le phénomène de radioactivité a-t-il été découvert par hasard ou a-t-il été prévu par la théorie ?
- Le phénomène de radioactivité est une découverte qui a été par hasard .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exploitation du texte :

- 1. Pourquoi Henri Becquerel a-t-il déduit que les sels d'uranium émettaient un rayonnement invisible ?
 - Lorsque Becquerel enferme les plaques photographique avec les sels d'uranium , il constate qu'elles sont impressionner par des rayonnement autre que les rayons solaire invisibles les mêmes que les rayons X .
- 2. Le phénomène de radioactivité a-t-il été découvert par hasard ou a-t-il été prévu par la théorie ?
 - Le phénomène de radioactivité est une découverte qui a été par hasard .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exploitation du texte :

- 1. Pourquoi Henri Becquerel a-t-il déduit que les sels d'uranium émettaient un rayonnement invisible ?
- Lorsque Becquerel enferme les plaques photographique avec les sels d'uranium , il constate qu'elles sont impressionner par des rayonnement autre que les rayons solaire invisibles les mêmes que les rayons X .
- 2. Le phénomène de radioactivité a-t-il été découvert par hasard ou a-t-il été prévu par la théorie ?
- Le phénomène de radioactivité est une découverte qui a été par hasard .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exploitation du texte :

- 1. Pourquoi Henri Becquerel a-t-il déduit que les sels d'uranium émettaient un rayonnement invisible ?
- Lorsque Becquerel enferme les plaques photographique avec les sels d'uranium , il constate qu'elles sont impressionner par des rayonnement autre que les rayons solaire invisibles les mêmes que les rayons X .
- 2. Le phénomène de radioactivité a-t-il été découvert par hasard ou a-t-il été prévu par la théorie ?
- Le phénomène de radioactivité est une découverte qui a été par hasard .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exploitation du texte :

- 1. Pourquoi Henri Becquerel a-t-il déduit que les sels d'uranium émettaient un rayonnement invisible ?
- Lorsque Becquerel enferme les plaques photographique avec les sels d'uranium , il constate qu'elles sont impressionner par des rayonnement autre que les rayons solaire invisibles les mêmes que les rayons X .
- 2. Le phénomène de radioactivité a-t-il été découvert par hasard ou a-t-il été prévu par la théorie ?
- Le phénomène de radioactivité est une découverte qui a été par hasard .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

3. Qu'est ce que la radioactivité ?

La radioactivité est la transformation spontanée dun noyau atomique au cours de laquelle il émet un rayonnement.

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

4. Noyaux radioactifs

Certain isotopes d'un élément sont stables : un noyau de cet isotope , isolé ,reste tel quel pour toujours ; En revanche il existe certain isotopes sont instables : spontanément, isolé , ils se transforment en un autre noyau peut être stable ou instable . ces isotopes qui sont instables sont appelés des noyaux radioactifs .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Un noyau radioactif est un noyau instable et qui subira, tôt ou tard , une transformation nucléaire spontanée appelée **désintégration** .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance
radioactive

allal Mahdade

Introduction
générale

Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

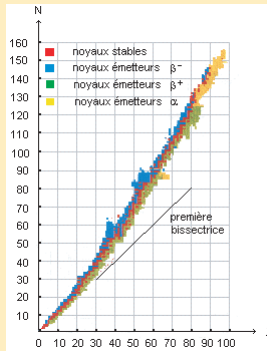
Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

La décroissance
radioactive

Comment dater
un événement
grâce à la
radioactivité ?

Effets biologiques
des rayonnement

5. Le diagramme (N,Z) ou diagramme de Segré



I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance
radioactive

allal Mahdade

Introduction
générale

Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

La décroissance
radioactive

Comment dater
un événement
grâce à la
radioactivité ?

Effets biologiques
des rayonnement

5. Le diagramme (N,Z) ou diagramme de Segré

On peut ranger l'ensemble des noyaux connus selon leur composition ,
comme dans le diagramme suivant appelé diagramme (N,Z) :

a. Le domaine de stabilité :

Il correspond au noyaux stables . Pour $Z < 20$ cette vallée de stabilité est
confondue avec la droite d'équation $N = Z$. Ces noyaux ont souvent
autant de protons que des neutrons .

Pour $Z > 20$ la cohésion du noyau n'est assurée que si celui - ci contient
plus de neutrons que de protons . La vallée de stabilité est au dessus de
la droite $Z=N$.

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

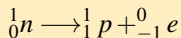
Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

b. Les principaux types de désintégration :

On distingue trois catégories de noyaux radioactifs suivant leurs positions par rapport au vallée de stabilité :

☞ Les noyaux A_ZX situés au dessus du domaine de stabilité : ils possèdent trop de neutrons par rapport au nombre de protons . À l'intérieur du noyau, les neutrons se transforment en protons avec émission **des électrons**. Donc i.e que Z augmente d'une unité ${}^A_{Z+1}Y$



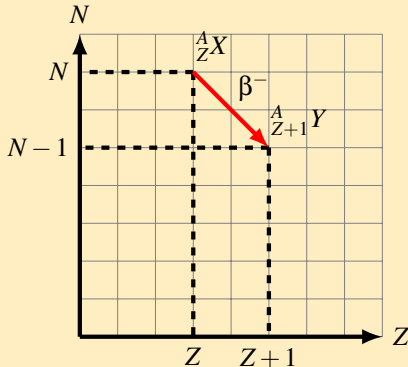
I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance
radioactive
allal Mahdade

Ces noyaux ou ces nucléides sont des émetteurs de β^- .

La radioactivité β^-

La radioactivité β^- est une émission d'électrons par le noyau .



Introduction
générale

Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

La décroissance
radioactive

Comment dater
un événement
grâce à la
radioactivité ?

Effets biologiques
des rayonnement

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

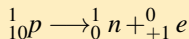
Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

☞ Les noyaux ${}^A_Z X$ situés au dessous du domaine de stabilité : ils possèdent trop de protons par rapport au nombre de neutrons . À l'intérieur du noyau les protons se transforment en neutrons avec émission des *positrons* notés e^+ , antiparticule de l'électron . i.e que Z diminue d'une unité ${}^A_{Z-1} Y$



Ces noyaux ou ces nucléides sont des émetteurs de β^+ .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance
radioactive

allal Mahdade

Introduction
générale

Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

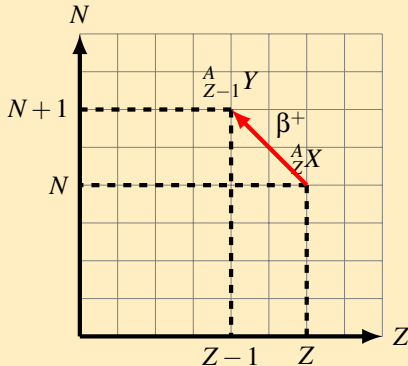
Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

La décroissance
radioactive

Comment dater
un événement
grâce à la
radioactivité ?

Effets biologiques
des rayonnement

La radioactivité β^+ est une émission des positron par le noyau .



I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

☞ Certains noyaux A_ZX massifs (A très grand) sont instables . Cet instabilité est due à un excès de nucléons . Ils se désintègrent spontanément en émettant un noyau d'hélium 4_2He (ion He^{2+} ou particule α) .

Ces noyaux ou ces nucléides sont des émetteurs de α

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

La radioactivité α est une émission des particule α par le noyau .Ils ont une vitesse de l'ordre de $2.10^4 km/s$. Une simple feuille peut larrêter .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance
radioactive

allal Mahdade

Introduction
générale

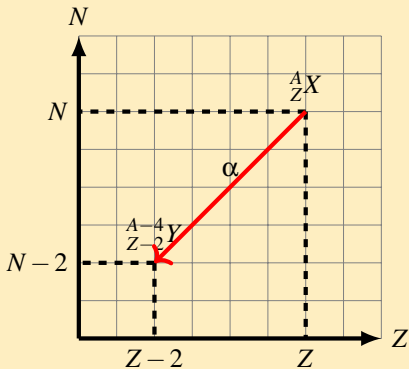
Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

Qu'est ce que un
noyau radioactif ?

La décroissance
radioactive

Comment dater
un événement
grâce à la
radioactivité ?

Effets biologiques
des rayonnement



I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

☞ Lors de la désintégration d'un noyau radioactif , le noyau fils est généralement obtenu dans un état excité : il possède un surplus d'énergie interne . Il se désexcite en libérant cet énergie sous la forme d'une onde électromagnétique , appelé **rayonnement γ** de longueur d'onde très faible ($\lambda < 1pm$) . Il est invisible et très énergétique . Donc très dangereux . **Une grande épaisseur de béton ou de plomb est nécessaire pour se protéger de ces rayonnements .**

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Conclusion :

Un noyau radioactif est un noyau instable qui se désintègre spontanément en donnant un noyau différent et en émettant des particules β^- , β^+ ou α et souvent , simultanément , un rayonnement γ .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

6. Équation d'une réaction nucléaire

Une réaction nucléaire peut être modéliser par une équation qui obéit aux lois de conservation du nombre de charge et du nombre de nucléons (de masse) :

☞ **Loi de conservation du nombre de charge**

La somme des nombres de charge du noyau fils et de la particule émise est égale au nombre de charge du noyau père désintégré .

☞ **Loi de conservation du nombre des nucléon :**

La somme des nombres de nucléons du noyau fils et de la particule émise est égale au nombre de nucléons de noyau père désintégré .

I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

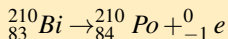
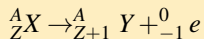
La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Écrivons l'équation de la réaction nucléaire correspondant aux différentes radioactivités :

☞ La radioactivité β^-



I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

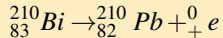
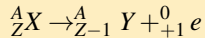
Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

☞ La radioactivité β^+



I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

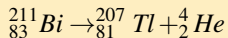
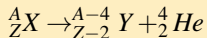
Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

☞ La radioactivité α



I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

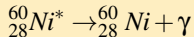
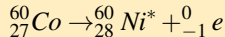
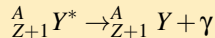
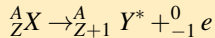
Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

☞ Le rayonnement γ



I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

1. a. Quels sont les quatre types de rayonnements émis par des noyaux radioactifs ?

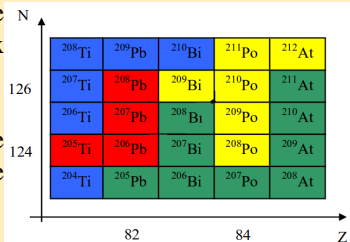
b. Préciser leur nature

c. Que se passe-t-il lorsque le noyau de ${}_{83}^{207}\text{Bi}$ se désintègre ? Quelle est l'origine de cette désintégration ?

2. a. Quelle est l'écriture symbolique de l'isotope 209 du plomb ?

b. Pourquoi ce noyau est-il radioactif ?

c. Quelle est la nature du rayonnement émis ?



I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

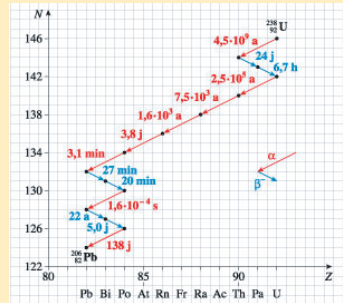
La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

7. Familles radioactives

À la suite d'une désintégration, un noyau père s'est transformé en un autre noyau, le noyau fils. ce dernier peut être stable ou radioactif. Dans ce deuxième cas, il va se désintégrer à son tour en un nouveau noyau et ce, jusque l'on obtienne un noyau stable. L'ensemble de ces noyaux est appelé famille radioactive du noyau de départ.



I. Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exemple :

L'uranium 238 possède la famille radioactive de la figure ci-contre . Le plomb 207 étant stable , il est le dernier noyau de la famille .

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

1. Caractère aléatoire d'une désintégration radioactive

Une source radioactive est détectée par les rayonnement qu'elle émet par **un compteur Geiger**, qui émet un signal sonore chaque fois qu'il reçoit un rayonnement issu de la source . Cette émission est aléatoire , spontanée, indépendante de la température et de pression . L'expérience montre que la mesure successive du nombre n de désintégration d'un échantillon radioactif pendant Δt donnant des résultats différents et imprévisibles .

L

a radioactivité est un phénomène aléatoire : il n'est pas possible de prévoir à l'avance la date de désintégration d'un noyau , ni de modifier les caractéristique de ce phénomène .

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

2. Loi de décroissance radioactive

L'expérience montre que le nombre de désintégration d'un échantillon radioactif pendant une durée Δt , se bascule autour d'une valeur moyenne \bar{n} .

Considérons un échantillon comportant N_0 noyaux radioactifs à l'instant $t = 0$ et soit $N(t)$ le nombre des noyaux qui reste à l'instant t .

Le nombre des noyaux qui reste à l'instant $t + dt$ est $N(t) + dn(t)$ et puisque $N(t)$ diminue au cours du temps alors $dN(t) < 0$ i.e que le nombre des noyaux qui se désintègre entre t et $t + dt$ est

$$N(t) - (N(t) + dN(t)) = -dN(t)$$

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

La probabilité P pour que ces $-dN$ noyaux se désintégrant est égale au rapport du nombre de cas favorables ($-dN$) sur le nombre de cas possibles N :

$$P = -dN/N$$

D'autre part , cette probabilité ne dépend que de la durée dt et on suppose que P est proportionnelle à dt

$$P = \lambda \cdot dt$$

$$\frac{dN(t)}{N} = -\lambda \cdot dt \Rightarrow \frac{dN(t)}{dt} + \lambda N = 0$$

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

C'est une équation différentielle du 1ère ordre . Elle admet pour solution :

$$N(t) = K \exp(-\lambda t)$$

La constante K se détermine à partir des conditions initiales

$$N(t = 0) = N_0 = K$$

et le produit $\lambda.t$ n'apas de dimension

$$[\lambda t] = 1$$

$$[\lambda] = \frac{1}{[t]} = s^{-1}$$

Donc l'unité de λ est s^{-1} .

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Le nombre de noyaux $N(t)$ d'un échantillon radioactif suit la loi de décroissance radioactive :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda \cdot t}$$

où N_0 est le nombre de noyaux non désintégrés à l'instant $t = 0$. λ est appelé constante radioactive du noyau considéré et est exprimé en s^{-1} .

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

2. Demi-vie et constante du temps d'un échantillon radioactif

a. Constante du temps d'un échantillon radioactif.

La constante radioactive λ nous permet de définir un temps qui caractérise chaque noyau radioactif . La constante du temps τ est définie par la relation suivante :

$$\lambda = \frac{1}{\tau}$$

τ caractérise la nature du noyau radioactif . Son unité est s

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

La loi de décroissance radioactive s'écrit :

$$N(t) = N_0 e^{-t/\tau}$$

À l'instant $t = \tau$ la valeur de $N(t)$ est :

$$N(t = \tau) = N_0 \exp(-1)$$

$$N(t = \tau) = \frac{N_0}{e} = 0,37N_0$$

et qui représente une diminution du nombre du noyau initial N_0 avec un pourcentage de 63% .

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

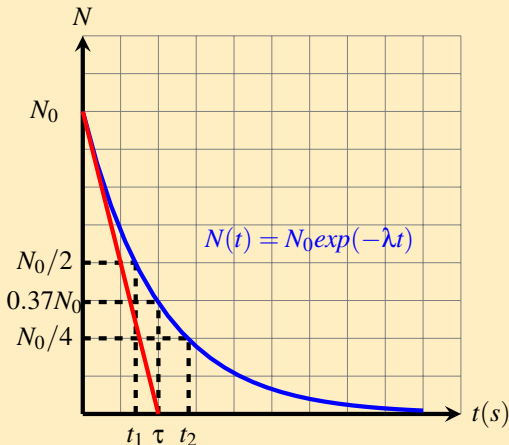
Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

La courbe qui représente l'évolution de $N(t)$ au cours du temps t est :



II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Remarque :

La tangente à la courbe de décroissance à l'instant $t=0$ coupe l'axe des abscisse au point $t = \tau = \frac{1}{\lambda}$

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

b. Demi-vie $t_{1/2}$ d'un échantillon radioactif .

Demi-vie $t_{1/2}$ d'un échantillon radioactif est la durée au bout de laquelle le nombre des noyaux radioactifs est divisée en deux.

À $t = t_{1/2}$ on a $N(t_{1/2}) = N_0/2$

D'après la loi de décroissance radioactive :

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}}$$

si on introduit le logarithme népérien $-\text{Ln}(2) = -\lambda t_{1/2}$ Donc

$$t_{1/2} = \frac{\text{Ln}(2)}{\lambda}$$

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

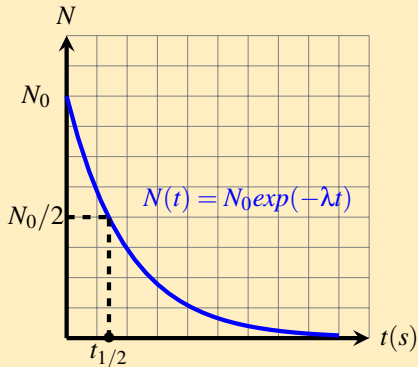
Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

On peut déterminer la demi-vie d'un noyau radioactif à partir de la courbe $N(t) = f(t)$



II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

3. Activité d'une source radioactive

L'activité a d'une source radioactive est le nombre moyen de désintégration qu'elle produit par seconde :

$$a = \frac{-\bar{n}}{\Delta t} = -\frac{\Delta N}{\Delta t}$$

Avec a exprimé en becquerel (Bq) et t en seconde (s) .

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Remarque 1

1 Bq représente une désintégration par seconde .

À la limite on peut écrire :

$$a(t) = -\frac{dN}{dt} = \lambda N(t)$$

et d'après la loi de décroissance :

$$a(t) = \lambda \cdot N_0 e^{-\lambda \cdot t}$$

On pose que $a_0 = a(t = 0) = \lambda \cdot N_0$, donc

$$a(t) = a_0 e^{-\lambda/t}$$

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Remarque 2

On peut aussi exprimer la loi de décroissance radioactive par la masse m en fonction de m_0 la masse initiale d'un échantillon radioactif :

$$m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$$

ou par la quantité de matière $n(t)$ en fonction de la quantité initiale d'un échantillon :

$$n(t) = n_0 e^{-\lambda t}$$

II. La décroissance radioactive

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exercice 2

La demi-vie de l'iode ^{131}I utilisé en médecine est $8,1 \text{ jours}$. Quelle est l'activité de $1,0 \text{ g}$ de ce radionucléide dont la masse molaire est égale à 131 g/mol ?

III. Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

La radioactivité en tant que phénomène dépendant du temps permet de dater de nombreux objets (éléments du système solaire , roches ,corail, nappe d'eau emprisonnée , objets ,....). Pour dater un objet , on mesure l'activité des éléments radioactifs qu'il contient . Divers noyaux radioactifs sont utilisés selon l'ordre de grandeur de l'âge à mesurer .

III. Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

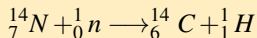
Effets biologiques des rayonnement

1. Désintégration du carbone 14

Les organismes vivants (végétaux ou animaux) échantent à chaque instant du carbone avec l'atmosphère (respiration, photosynthèse) ainsi qu'avec des composés organiques (nutrition).

L'élément carbone comporte essentiellement deux isotopes : $^{12}_6C$ stable et $^{14}_6C$ en très petite proportionnalité, radioactif et émetteur β^- . la valeur de la demi-vie de ce dernier est *5570ans*.

Le carbone 14 est produit en permanence dans la haute atmosphère par des réactions entre les noyaux d'azote et des neutrons cosmiques.



III. Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Tant que l'organisme est vivant , les échanges avec le milieu extérieur maintiennent constante sa teneur en carbone 14 , égale à celle de l'atmosphère .

III. Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

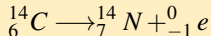
Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Lorsque l'organisme meurt, le carbone 14 n'est plus renouvelé . Il se désintègre alors selon la loi de décroissance radioactive .



$$a(t) = a_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{avec } \lambda = \frac{\text{Ln}2}{t_{1/2}}$$

$$-\lambda t = \text{Ln} \left(\frac{a(t)}{a_0} \right)$$

$$t = -\frac{t_{1/2}}{\text{Ln}(2)} \text{Ln} \left(\frac{a(t)}{a_0} \right)$$

III. Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Pour dater un échantillon archéologique , il faut :

☞ mesurer l'activité d'une masse connue de cet échantillon ($a(t)$)

☞ mesurer l'activité a_0 de la même masse d'un échantillon actuelle du même matériau .

Donc l'âge t de l'échantillon est donné par

$$t = -\frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \ln\left(\frac{a(t)}{a_0}\right)$$

III. Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

Effets biologiques des rayonnement

Exercice 3

L'activité d'un gramme de charbon ancien , trouvé dans un foyer préhistorique $a(t) = 4,0 \times 10^{-2} Bq$. L'activité d'un gramme de charbon récent $a_0 = 0,23 Bq$.

Quel est l'age du foyer préhistorique ?

Donnée : la demi-vie du carbone 14 $t_{1/2} = 5570 ans$

IV. Effets biologiques des rayonnement

Décroissance radioactive

allal Mahdade

Introduction générale

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

Qu'est ce que un noyau radioactif ?

La décroissance radioactive

Comment dater un événement grâce à la radioactivité ?

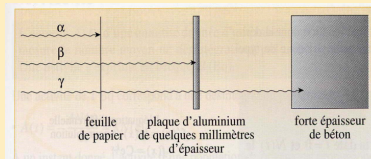
Effets biologiques des rayonnement

Lorsque les rayonnements sont absorbés, ils perdent leur énergie en ionisant la matière. La conséquence de cette ionisation est une mutation ou une destruction des cellules.

Les rayons α sont très peu pénétrants mais très ionisants. Ils sont donc inoffensifs lorsque leur action est extérieure, mais très dangereux dans le cas d'une action interne suite à une inhalation ou une ingestion.

Les rayons β sont assez pénétrants mais peu ionisants.

Les rayons γ sont très pénétrants mais très faiblement ionisants.



Absorption des trois rayonnements.