

## La radioactivité

### I Nature de la radioactivité.

- ◆ **Définition :** C'est la désintégration d'un noyau instable qui émet des particules et du rayonnement, il reste un noyau fils plus stable et moins lourd. C'est une réaction nucléaire spontanée.
- ◆ La radioactivité est un phénomène *naturel*, qui peut également être *artificiel*, elle a un caractère *aléatoire*.
- ◆ Un noyau  ${}_Z^A X$  est composé de  $Z$  protons et  $A-Z$  neutrons. Sa cohésion est due à une interaction nucléaire supérieure à la répulsion électrique entre protons. Une cohésion insuffisante est à l'origine d'un **radionucléide**.

#### Les différentes émissions radioactives :

Particules  $\alpha$ ,  ${}_2^4\text{He}$  (noyaux d'hélium) ;  $\beta^-$ ,  ${}_{-1}^0\text{e}$  (électrons) ;  $\beta^+$ ,  ${}_{+1}^0\text{e}$  (positron) et  $\gamma$  (rayonnement gamma).

Equilibrer une équation de radioactivité :

Lois	Exemples.
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>Loi de conservation du nombre de masse (A).</b></li> <li>◆ <b>Loi de conservation du nombre de charges (Z)</b></li> </ul>	${}_{85}^{211}\text{At} \rightarrow {}_{83}^{207}\text{Bi} + {}_2^4\text{He} + \gamma$ (désintégration $\alpha$ ) ${}_{11}^{24}\text{Na} \rightarrow {}_{12}^{24}\text{Mg} + {}_{-1}^0\text{e} + \gamma$ (désintégration $\beta^-$ ) ${}_{26}^{53}\text{Fe} \rightarrow {}_{25}^{53}\text{Mn} + {}_{+1}^0\text{e} + \gamma$ (désintégration $\beta^+$ ) L'émission $\gamma$ traduit la désexcitation du noyau fils. Elle n'a pas toujours lieu et a parfois lieu sous la forme d'un RX.

### II période et activité.

a- période radioactive.

**Période radioactive :** Durée,  $T$ , au bout de laquelle la moitié d'une quantité donnée d'un nucléide radioactif s'est désintégrée.

**La loi de décroissance radioactive :**  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

- $N$  : Nombre de noyaux radioactifs restants.
- $N_0$  : Nombre de noyaux radioactifs initial.
- $\lambda$  : Constante radioactive ( $\text{s}^{-1}$ ,  $\text{min}^{-1}$ ,  $\text{h}^{-1}$ ,  $\text{J}^{-1}$ ,  $\text{ans}^{-1}$ ...)

On a :  $\lambda = \ln(2) / T$

**Remarque :**  $N = N_0 / 2^n$  où  $n$  représente le nombre de périodes écoulées.

b- Activité.

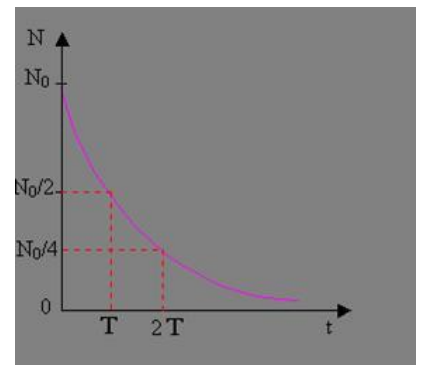
- ◆ **Définition :** L'activité d'un échantillon,  $A$ , correspond à son nombre de désintégrations par seconde.
- ◆ **Unité :** Le Becquerel (Bq).  $1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration} / \text{s}$ .

On a  $A = \lambda N$  ⚡  $\lambda$  doit être impérativement exprimé en  $\text{s}^{-1}$  dans cette formule.

- ◆ Autres expressions de la loi de décroissance radioactive :

Avec la masse :  $m = m_0 e^{-\lambda t}$

Avec l'activité :  $A = A_0 e^{-\lambda t}$



**Exercice type :** ceux de la fiche d'exercices donnée en cours.



## Réactions nucléaires provoquées : Fission et fusion.

**Unités :**  $1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$  (unité de masse atomique).

Noyau :  ${}^A_Z\text{X}$

$$1 \text{ u} = 931.5 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$$

$m_p$  : masse du proton ( 1.007276 u)  $m_n$  : masse du neutron (1.008668 u).

**Relation d'Einstein :**  $E = m c^2$ . l'énergie est en J et la masse en Kg.

### I L'énergie de liaison d'un noyau.

- ◆ La masse d'un noyau est toujours inférieure à la somme des masses des nucléons qui le composent.
- ◆ La différence est appelée défaut de masse :  $\Delta m_{\text{noyau}} = Z m_p + (A-Z) m_n - m_{\text{noyau}}$ .
- ◆  $\Delta m_{\text{noyau}}$  est déterminé à partir de  ${}^A_Z\text{X}$ .
- ◆ Energie de liaison :  $E_{\text{liaison}} = \Delta m_{\text{noyau}} \cdot c^2$ .
- ◆ Pour comparer les stabilités des noyaux, on compare les coefficients  $E_{\text{liaison}} / A$ .

☛ Dans ce genre d'exercice On ne donne que la composition du noyau  ${}^A_Z\text{X}$  afin d'en déterminer l'énergie de liaison. Cette énergie est positive.

**Exercice Type :** 6 p46. ( tombe rarement au bac).

### II Les réactions nucléaires provoquées. (tombe fréquemment au bac).

#### a- Lois générales.

- ◆ Loi de conservation du nombre de masse (A).
- ◆ Loi de conservation du nombre de charges (Z).
- ◆ Dans toute réaction nucléaire exoénergétique, la masse globale **des noyaux et particules après** réaction est inférieure à cette masse **avant** réaction. Cette différence est appelée perte de masse ( $\Delta m$ ). ( $\Delta m$  : « après » - « avant »)
- ◆ L'énergie libérée est  $E_1 = \Delta m \cdot C^2$ . (Cela traduit la conservation de l'énergie)
- ◆ Dans nos cas de figure :  $\Delta m < 0$  et  $E_1 < 0$ .
- ◆  $E_1 < 0$  signifie « énergie libérée ».  $E_1 > 0$  signifie « énergie apportée au système. »

#### b- La fission nucléaire.

**Définition :** Réaction nucléaire au cours de laquelle un noyau atomique lourd se scinde en deux noyaux de masses inférieures, en produisant de l'énergie, du rayonnement et quelques neutrons. *Cette réaction est provoquée par un neutron lent.*

- ◆ Exemple :  ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} + {}_{54}^{139}\text{Xe} + 3 {}_0^1\text{n} + \gamma$
- ◆  $\Delta m$  est déterminé à partir de l'équation.  $\Delta m < 0$  Il y a donc libération d'énergie.
- ◆  $\Delta m = m_{\text{Sr}} + m_{\text{Xe}} + 3 m_n - (m_n + m_U)$
- ◆  $E_1 = \Delta m \cdot C^2$ . **Exercice type : celui du cours.**

Si les neutrons émis par la fission peuvent à leur tour engendrer de nouvelles fissions, on a une réaction en chaîne. (Ex centrale nucléaire (contrôlée) ou bombe atomique (incontrôlée))

#### c- La fusion nucléaire.

**Définition :** Une réaction de fusion est une réaction où deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd.

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Ces réactions ont lieu dans les <b>étoiles</b>.</li> <li>◆ <b>Exemple :</b> <math>{}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}</math><br/>L'énergie libérée (<math>\Delta m &lt; 0</math>) par une réaction de fusion est supérieure à celle libérée au cours d'une fission nucléaire, au regard des masses de matière mises en jeu.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <math>\Delta m</math> est déterminé à partir de l'équation.</li> <li>◆ <math>\Delta m = m_{\text{He}} + m_n - (m_{2\text{H}} + m_{3\text{H}})</math></li> <li>◆ <math>E_1 = \Delta m \cdot C^2</math>.</li> <li>◆ <b>Exercice type :</b> Pb2 p60</li> </ul> |
|--|--|

**Remarque :** On utilise la même méthode de résolution pour déterminer l'énergie libérée au cours d'une désintégration radioactive.