Deuxième Partie : Transformations nucléaires Unité 4 4H	Décroissance radioactive التناقص الإشعاعي	بسم الله الرحمن الرحيم السلام عليكم ورحمة الله وبركاته 2éme Bac Sciences Physique

Www.AdrarPhysic.Fr

I – Stabilité et instabilité des noyaux :

1– Composition du noyau :

Le **noyau** d'un **atome** est constitué de **nucléons** (**protons** et **neutrons**).

Le **noyau** d'un **atome** d'un **élément chimique** est représenté par le **symbole** : $^{A}_{Z}X$ avec :
A: **nombre de masse** et représente le **nombre** de **nucléons** (**protons** et **neutrons**).
Z : **nombre de charge** et représente le **nombre** de **protons**.
N : **nombre de neutrons** se détermine par l'**expression** : $N = A - Z$.

2– L'élément chimique :

L'élément chimique est constitué par l'**ensemble** des **atomes** et des **ions** ayant le **même nombre de protons**.

3– Les nucléides :

Dans la **physique atomique**, un **nucléide** est l'**ensemble** des **noyaux** ayant le **même nombre de nucléons** A et le **même nombre de protons** Z.

Exemple : $^{12}_{6}C$ et $^{14}_{6}C$ sont **deux nucléides** de l'élément **carbone**
$^{235}_{92}U$ et $^{238}_{92}U$ sont **deux nucléides** de l'élément **uranium**.

4– Les isotopes :

On appelle **les isotopes** d'un **élément chimique**, les **nucléides** qui possèdent le **même nombre de protons** mais de **nombre de neutrons différent** (nombre de **nucléons** A).

Exemple : $^{12}_{6}C$ et $^{14}_{6}C$ sont **deux isotopes** du même élément de **carbone** ……..

Remarque : **l'abondance naturelle** θ_i des **isotopes** est le **pourcentage** en **masse** de chacun des **isotopes** m_i dans le **mélange naturel** de **masse** m avec : $m = \sum m_i\theta_i$.

5– Dimension du noyau :

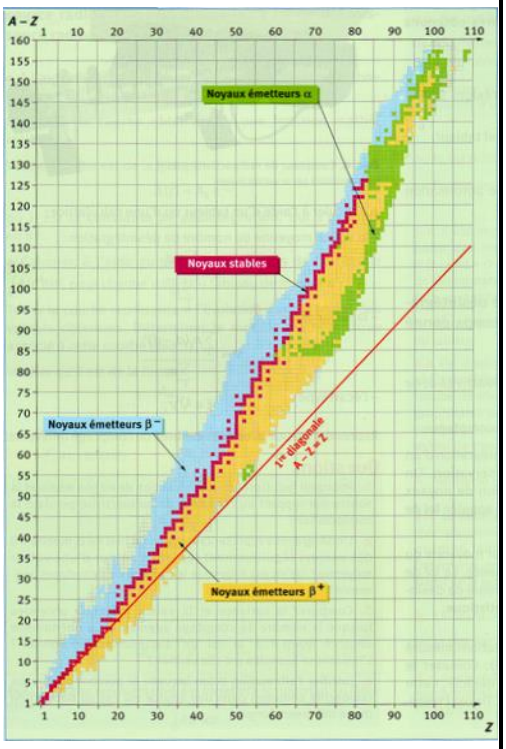
On modélise le **noyau** d'un **atome** par une **sphère** de **rayon** r **varie** avec le **nombre de nucléons** A selon l'expression suivante : $r = r_0A^{1/3}$ avec $r_0 = 1,2.10^{-15}m$ le **rayon** de l'**atome** d'**hydrogène**. La **valeur approximative** de la **masse volumique** du **noyau** est : $\rho = \frac{A.m}{V} = \frac{A.m}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{A.m}{\frac{4}{3}\pi(r_0A^{1/3})^3} = \frac{3m}{4\pi.r_0^3}$.

On considère la **masse approximative** du **nucléon** est : $m = 1,67.10^{-27}kg$, on trouve la **masse volumique** $\rho \approx 2,3.10^{17}kg.m^{-3}$ et c'est ce qui explique que **la matière nucléaire est très dense** .

6– Le diagramme (N, Z) : Diagramme de Segré :

Certains **noyaux** conservent toujours la **même structure**, on dit que **ses noyaux sont stables**. Et il y a des **noyaux** qui se **transforment spontanément** à d'autres **noyaux** après l'**émission de rayonnement**, on dit que **ses noyaux sont instables ou noyaux radioactifs**. Le **diagramme Segré** montre l'emplacement des **noyaux stables** et des **noyaux radioactifs**. De sorte que chaque **noyau** est représenté par un **petit carré** d'**abscisse** Z le **nombre de protons** et d'**ordonnée** N le **nombre de neutrons**. La **zone centrale rouge** s'appelle **la vallée de stabilité** et comprend les **noyaux stables**.

Moutamadris.ma



a- Rappeler la **signification** de la **lettre A** qui est **mentionnée** dans la **représentation** $^{A}_{Z}X$, et donner la **relation** entre A et Z et N.

La **lettre A** indiqué le **nombre de masse** et $A = Z + N$

b- Quels sont les **caractéristiques** des **noyaux stables** de $Z < 20$? déduire que le **rapport** $\frac{A}{Z} \approx 2$.

Pour les **noyaux stables** de $Z < 20$ on a $Z = N$ et on sait que $A = Z + N = Z + Z = 2\,Z$ donc $\frac{A}{Z} \approx 2$.

c- Comment devenir le **rapport** $\frac{A}{Z}$ pour les **noyaux lourds stables** c-à-d pour les **noyaux** de $Z > 70$?

Pour les **noyaux** de $Z > 70$, on a $N > Z$ alors $A > Z + Z$ C-à-d $A > 2\,Z$ donc $\frac{A}{Z} > 2$

d- La **zone** de **couleur bleue** comprend les **noyaux de radioactivité** β^-. Comparer Z et N pour cette **zone** . Que concluez-vous ?

Pour cette **zone** qui se trouve **au-dessus** de la **vallée** de **stabilité** , on a $N > Z$, on conclut que **ces noyaux** doivent **perdre un** ou **plusieurs neutrons** pour **se stabilisent** .

e- Comparer Z et N pour la **zone** de **couleur jaune**. Que concluez-vous ?

Pour cette **zone** qui se trouve **au-dessous** de la **vallée** de **stabilité** , on a $N < Z$, on conclut que **ces noyaux** doivent **perdre un** ou **plusieurs protons** pour **sa stabilité**.

f- Les **noyaux lourds** ($A > 200$, $Z > 82$) sont-ils **stables** ? Si la **réponse** est **non**, quel est leur **type** de **radioactivité** ?

Ces **noyaux** sont **instables** et leur **radioactivité** est α où ils doivent **perdre** des **protons** et des **neutrons** pour être **stables**.

Conclusions :

- **Différents isotopes** de **même élément chimique** se trouve sur la **même droite parallèle** à l'**axe** des **ordonnées**.
- **Pour les nucléides de $Z \leq 20$: la vallée de stabilité** se situe **au voisinage** du **premier médiateur** ($Z = N$), c-à-d que les **nucléides légers stables** possèdent de **protons** que de **neutrons**.
- **Pour les nucléides de $Z > 20$: la vallée de stabilité** se déplace **au-dessus** du **premier médiateur** quand la **valeur** de Z **augmente** C-à-d $N > Z$. Donc la **stabilité** du **noyau** n'est **assurée** que s'il contient **plus de neutrons** que de **protons**.

II – La radioactivité :

1– Activité :

Henri Becquerel s'**intéresse** a étudié le **phénomène** de la **fluorescence** des **sels d'uranium** qui **émet** des **rayons visibles** après une **exposition** par les **rayons solaires** pendant une **durée suffisante**. **Henri Becquerel** fait une **observation inattendue** « **au hasard** », en fait à un **contretemps**. Le **mercredi 26** et le **jeudi 27 février 1896**, **Becquerel** prépare ses **plaques photographiques** et ses **lamelles recouvertes** de **sels d'uranium**. Le **soleil** nécessaire, pense-t-il, pour **exciter** les **sels d'uranium phosphorescents** étant **absent**, il remet au **lendemain** ses

Moutamadris.ma

expériences en rangeant dans un **tiroir** voisin les **lamelles** et les **plaques photographiques** bien **enveloppées** et **protégées**. Le **vendredi** et le **samedi**, le temps restant **couvert**, l'**expérimentation** est encore **retardée**. Le **dimanche 1er mars**, **Becquerel** décide de **développer** les **plaques photographiques**. Il constate alors **avec surprise**, que les **plaques** (pourtant dûment **protégées**) sont **impressionnées**. Il s'empresse de **refaire** l'**expérience** en vérifiant **avec soin** toutes les **étapes** du **protocole opératoire**, afin d'**éliminer** toute **cause** due à une **éventuelle erreur** de **manipulation**. Il ne peut que constater l'**absence** de **causalité** entre l'**émission** d'un **rayonnement** par les **sels d'uranium** et leur **préalable insolation**. Il venait de **découvrir la radioactivité**.

Le **sel d'uranium** émet **spontanément**, même en l'**absence d'excitation** par la **lumière**, un **rayonnement** pénétrant qui **impressionne** les **plaques photographiques**. **Henri Becquerel** montre par la suite que cette **faculté** d'**émettre** des **rayons** est une **propriété intrinsèque** de l'**élément uranium**. Il appelle ces rayons « **rayons uraniques** ».

Au début de 1898, **Marie Curie**, **physicienne française** d'origine **polonaise**, commence dans un **hangar** de l'**école** de **Physique et Chimie** un travail de **thèse de doctorat** sur les **rayons de Becquerel** : elle examine **systématiquement** un grand nombre de **composés chimiques** et de **minéraux**, et découvre que les **minéraux d'uranium** comme la **pechblende**, émettent plus de **rayonnement** que l'**uranium** lui-même. Elle déduit de ce **fait remarquable** que **ces substances** contiennent, en très **petite quantité**, un **élément** beaucoup **plus actif** que l'**uranium**. C'est alors que **Pierre Curie**, **son mari**, joint ses efforts à ceux de **Marie**. Tous les deux parviennent à isoler l'**élément inconnu**, **le Thorium**, et à en déterminer leurs **propriétés**.

A **cette occasion**, **Marie Curie** invente le **mot** « **radioactivité** ».

Un certain **nombre d'études** ont suivi, menant à l'**identification** et à la **classification** des **rayonnements émis** par des **matières radioactives**, où les **deux physiciens anglais**

Ernest Rutherford et **Frederick Soddy** ont **identifié** les **rayonnements émis** par **l'uranium 238**, et ont montrés qui sont un **noyau d'hélium ionisé**, appelé **rayonnement alpha** α. Cette **émission** est exprimée par l'**équation** : $^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$.

En 1900, **Becquerel** a **identifié** un autre type de **rayonnement nucléaire** c'est le **rayonnement** β^-. C'est l'**émission** d'**électrons** de **noyau** de **Thorium** Th selon l'**équation** : $^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{91}Pa + ^{0}_{-1}e$.

Après cela, le **Français** **Paul Villar** a souligné la **présence** de **rayonnement** γ, qui sont des **ondes électromagnétiques invisibles**. Toutes **ces découvertes** et leurs **applications** ont enrichi les **connaissances** de la **nature** du **noyau de l'atome**.

a- Que **signifie** le **mot** "**radiation**" ?

La **radiation** est un **phénomène** dans lequel un **élément chimique** émet des **rayons visibles** après une **exposition** à des **rayons lumineux**.

b- Comment **Becquerel** a-t-il déduit que les **sels d'uranium** émettaient un **rayonnement invisible** ?

Il observe que les **plaques photographiques** sont **affectées** bien qu'elles ne soient pas **exposées** aux **rayons solaires**.

Moutamadris.ma

c- Le **phénomène** de la **radioactivité** a-t-il été **découvert au hasard** ou existe-t-il une **prédiction théorique** de **sa découverte** ?

La **radioactivité** a été **découverte par hasard (involontairement)**.

d- Qu'est-ce que la **radioactivité** ? Comment **détecter** les **matières radioactives** ?

La **radioactivité** est une **désintégration naturelle** et **imprévisible** d'un **noyau instable**.

Elles sont **détectées** par des **plaques photographiques** placées devant la **matière**.

e- Citer les **noms** des **deux noyaux radioactifs identifiés** à la **limite** de **1898**.

Noyau d'uranium $^{238}_{92}U$ et **noyau de Thurium** $^{234}_{90}Th$.

f- Citer les **types** de **radiations nucléaires** dans le **texte** et déterminer **leur nature**.

α C'est un **noyau d'hélium ionisé** $^{4}_{2}He$ **et** β^- Ce sont des **électrons** $^{0}_{-1}e$

γ Ce sont des **ondes électromagnétiques invisibles**.

g- Vérifier que le **nombre de masse A** et le **nombre de charge Z** sont **conservés** dans les **deux équations** de **transformation** citées dans **texte**.

On remarque que le **nombre de masse A** $(238 = 234 + 4 \ et \ 234 = 234 + 0)$ et le **nombre de charge Z** $(92 = 90 + 2 \ et \ 90 = 91 - 1)$ sont **conservés** .

2– Définitions :

- Un **noyau radioactif** est un **noyau instable** qui se **désintègre spontanément** en **émettant** une **particule**.
- La **radioactivité** est une **désintégration naturelle** d'un **noyau radioactif** à un **noyau fils plus stable** avec **émission** d'une **particule**. Elle s'exprime par **l'équation suivante** : $^{A_1}_{Z_1}X \rightarrow {}^{A_2}_{Z_2}Y + {}^{A_3}_{Z_3}P$. Où X est le **symbole** du **noyau père**, Y celui du **noyau fils** et P celui de la **particule émise**.

3– Propriétés de la radioactivité :

La **radioactivité** est :

- **Aléatoire :** on ne peut pas **prédire** l'**instant** exact où un **noyau** va **se désintégrer**.
- **Spontanée :** la **désintégration** se fait **sans intervention extérieure**.
- **Inévitable :** le **noyau radioactif** sera **désintégrer** tôt ou tard, rien ne peut l'**empêcher**.
- **Ne dépend pas des facteurs extérieurs** comme la **pression**, la **chaleur**, …
- **Ne dépend pas de liaisons chimiques formées** par l'**atome** qui contient le **noyau radioactif**.

4– Lois de conservation :

Les **transformations nucléaires** obéissent à des **lois de conservation**, appelées **lois de conservation de Soddy** : *Lors des transformations nucléaires, il y a conservation du nombre de charge Z et du nombre de nucléons A*.

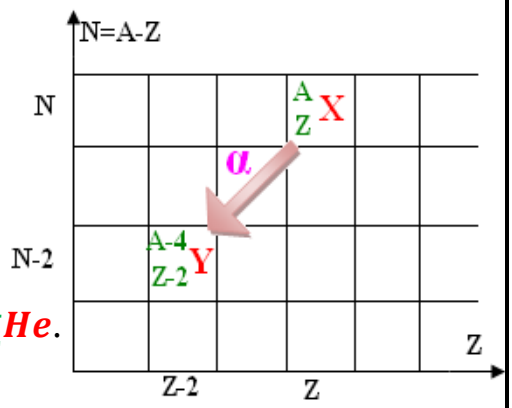
Exemple : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$ et $^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$.

5– Les différents types d'émissions radioactives :

A- Radioactivité α :

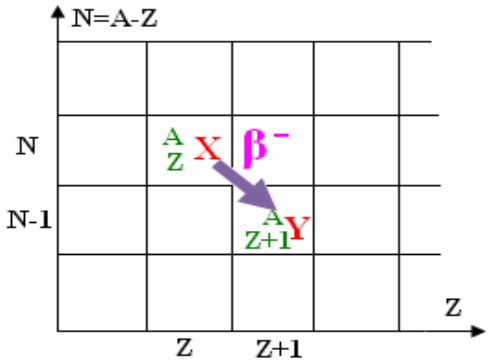
La **radioactivité** α est une **désintégration nucléaire naturelle spontanée** correspond aux **noyaux lourds** $(A > 200)$, dans laquelle un **noyau père** $^{A}_{Z}X$ se **transforme** en un **noyau fils** $^{A-4}_{Z-2}Y$ accompagnée de l'**émission** d'un **noyau d'Hélium** $^{4}_{2}He$ appelé **particule** α, selon l'**équation suivante** : $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$.

Exemple : $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$.



Moutamadris.ma

B- Radioactivité β^- :

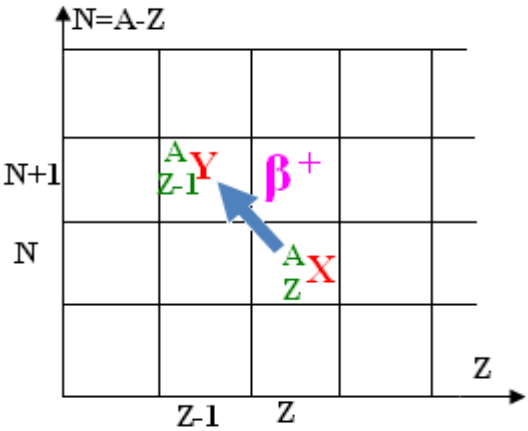


La **radioactivité β^-** est une **désintégration nucléaire naturelle spontanée**, dans laquelle un **noyau père** $^{A}_{Z}X$ se **transforme** en un **noyau fils** $_{Z+1}^{A}Y$ accompagnée de l'**émission** d'un **électron** $_{-1}^{0}e^-$ appelé **particule β^-**, selon l'**équation suivante** : $^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}e^-$.

Exemple : $^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}_{-1}^{0}e^-$.

Remarque : lors de cette **radioactivité β^-** un **neutron** se **transforme** en un **proton** selon l'**équation suivante** : $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}_{-1}^{0}e^-$.

C- Radioactivité β^+ :



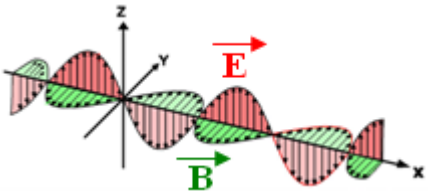
La **radioactivité β^+** est une **désintégration nucléaire naturelle spontanée**, Il apparaît généralement pour les **éléments radioactifs artificiels**, dans laquelle un **noyau père** $^{A}_{Z}X$ se **transforme** en un **noyau fils** $_{Z-1}^{A}Y$ accompagnée de l'**émission** d'un **positron** $^{0}_{1}e^+$ appelé **particule β^+**, selon l'**équation suivante** : $^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}^{0}_{1}e^+$.

Le **positron** a une **masse égale** à celle de l'**électron** et une **charge opposée**.

Exemple : $^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{1}e^+$.

Remarque : lors de cette **radioactivité β^+** un **proton** se **transforme** en un **neutron** selon l'**équation suivante** : $^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e^+$.

D- Le rayonnement γ :



Le **rayonnement γ** est des **ondes électromagnétiques** de très **grande énergie**, lors des **désintégrations α** et **β^-** et **β^+**, le **noyau fils** est généralement produit dans un **état excité** (il possède un **excédent d'énergie** par rapport à son **état fondamental**). Ce **noyau libère** un **rayonnement γ** selon l'**équation suivante** : $^{A}_{Z}Y^* \rightarrow {}^{A}_{Z}Y + \gamma$.

$^{A}_{Z}Y^*$: **noyau fils** dans l'**état excité** $^{A}_{Z}Y$: **noyau fils** dans l'**état fondamental** .

Exemple : $^{16}_{7}N \rightarrow {}^{16}_{8}O^* + {}_{-1}^{0}e^-$ **radioactivité β^-**.

$^{16}_{8}O^* \rightarrow {}^{16}_{8}O + \gamma$ **émission de rayonnement γ**.

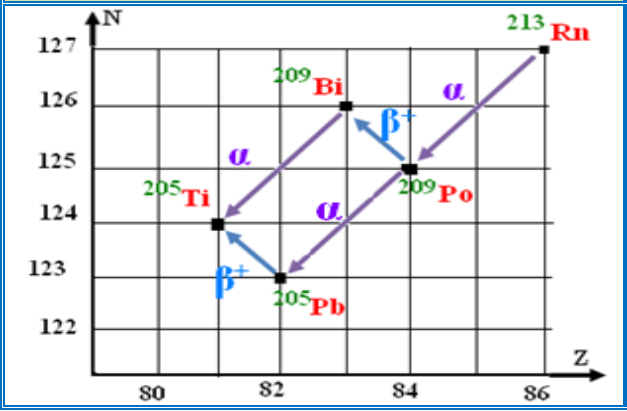
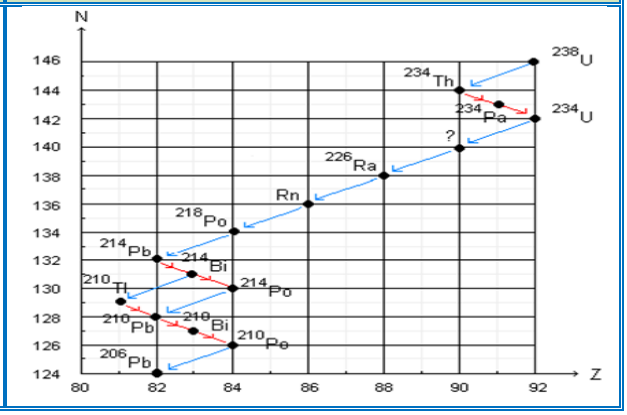
Application :	**En utilisant le tableau périodique des éléments chimiques, complétez les équations suivantes avec la détermination de la nature du rayonnement.**
Réponse :	$^{80}_{35}Br \xrightarrow{\beta^+} {}^{80}_{34}Se + {}^{0}_{1}e^+$ et $^{87}_{38}Sr^* \xrightarrow{\gamma} {}^{87}_{38}Sr + \gamma$ $^{214}_{82}Pb \xrightarrow{\beta^-} {}^{214}_{83}Bi + {}_{-1}^{0}e^-$ et $^{226}_{88}Ra \xrightarrow{\alpha} {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

6– La famille radioactive :

Le **noyau fils** obtenu après **désintégration** d'un **noyau père** peut parfois, à **son tour**, se **désintégrer** en un **nouveau noyau fils**, et **ainsi de suite**, jusqu'à ce qu'on obtient un **noyau stable**. L'**ensemble** de **ces noyaux** forme ce qu'on appelle **une famille radioactive** du **noyau** de **départ**. Il existe **quatre familles radioactives naturelles** provenant des **noyaux suivants** : $^{232}_{90}Th$; $^{237}_{93}Np$; $^{235}_{92}U$; $^{238}_{92}U$.

Moutamadris.ma

Exemple :

Famille de Radon 213	Famille d'Uranium 238
	

III – Loi de décroissance radioactive :

La **radioactivité** est un **phénomène aléatoire spontané**, il n'est pas possible de **prévoir** à l'avance la **date** de **désintégration** d'un **noyau** et de **changer** les **caractéristiques** de ce **phénomène**. Cependant, l'**évolution** dans le **temps** d'un **échantillon radioactif** est soumise à une **loi statistique** appelée **loi de décroissance radioactive** (découvert par **Rutherford** et **Soddy** en **1902**).

1– La loi de décroissance radioactive :

Soit N_0 le **nombre** de **noyaux radioactifs** à l'**instant** $t = 0$, et soit $N(t)$ le **nombre** de **noyaux radioactifs restants** (**non désintégrés**) à l'**instant** t. Soit $N(t) + dN(t)$ le **nombre** de **radioactifs** encore **présents** à l'**instant** $t + dt$ avec $dN(t) < 0$.

Le **nombre** de **noyaux** qui se sont **désintégrés** pendant la **durée** dt est :

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

Les **expériences** ont **confirmé** que $-dN(t)$ est **proportionnelle** à $N(t)$ et dt.

C-à-d $-dN(t) = \lambda . N(t) . dt$. Alors $\frac{dN(t)}{N(t)} = -\lambda . dt$ donc $\ln N(t) = -\lambda . t + c$

donc $N(t) = e^{-\lambda . t + c} = e^{-\lambda . t} . e^{c}$ on pose $e^{c} = \alpha$ donc $N(t) = \alpha . e^{-\lambda . t}$.

A l'**instant** $t = 0$ on a $N(0) = N_0$ et on a $N(0) = \alpha . e^{0} = \alpha$ donc $\alpha = N_0$.

Par conséquent, nous exprimons la **loi de décroissance radioactive** d'un **échantillon radioactif** comme suit : $N(t) = N_0 . e^{-\lambda . t}$.

Le **nombre de nucléides non désintégrés** $N(t)$ d'un **échantillon radioactif** soumis à la **loi de décroissance radioactive** avec λ est la **constante de désintégration**, ne dépend pas des **conditions initiales** et exprimée en s^{-1}.

2– Constante de temps d'un échantillon radioactif :

On définit **la constante de temps** τ par la **relation suivante** : $\tau = \frac{1}{\lambda}$. son **unité** dans $(S.I)$ est : $seconde\ s$. On a $N(t) = N_0 . e^{-\lambda . t} = N_0 . e^{-\frac{t}{\tau}}$.

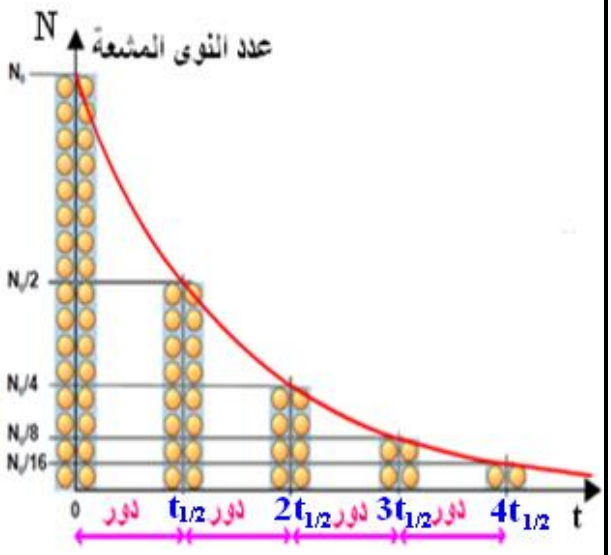
à l'**instant** $t = \tau$ on trouve : $N(\tau) = N_0 . e^{-\frac{\tau}{\tau}} = N_0 . e^{-1} = 0,37\ N_0$. Alors τ est la **durée nécessaire** pour la **désintégration** de **37%** du **nombre initiale** N_0 de **nucléides**.

Remarque : La **tangente** de la **courbe** $N = f(t)$ à l'**instant** $t = 0$ coupe l'**axe** des **abscisses** au **point** de l'**abscisse** $t = \tau$.

3– Demi-vie radioactive :

La demi-vie d'un **nucléide radioactif** $t_{1/2}$ est la **durée** au bout de laquelle la **moitié** des **nucléides radioactifs initialement présent** dans l'**échantillon** se sont **désintégrés**.

Moutamadris.ma



A $t = t_{1/2}$ on a $N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$ donc

$N_0.e^{-\lambda.t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$ c-à-d $e^{-\lambda.t_{1/2}} = \frac{1}{2}$ donc

$-\lambda.t_{1/2} = ln\frac{1}{2} = -ln\,2$

Alors $t_{1/2} = \frac{ln\,2}{\lambda} = \tau\, ln\,2$.

On a $\lambda = \frac{ln\,2}{t_{1/2}}$ et $N(t) = N_0.e^{-\lambda.t}$

Donc $N(t) = N_0.e^{-ln\,2.\frac{t}{t_{1/2}}} = N_0.e^{ln\,2^{-\frac{t}{t_{1/2}}}}$

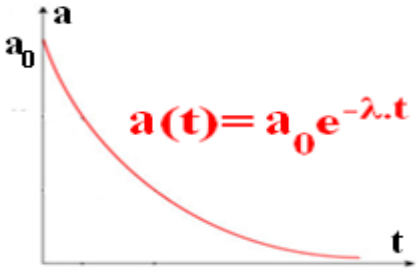
Donc $N(t) = N_0.2^{-\frac{t}{t_{1/2}}}$.

4– Activité d'un échantillon radioactif :

L'activité $a(t)$ d'un **échantillon radioactif** contient le **nombre $N(t)$** de **noyaux radioactifs** est le **nombre** de **désintégration** par **seconde**. Son **expression** est :

$a(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$ son **unité** dans $(S.I)$ est : ***Becquerel Bq***

(**1 Bq** correspond à une **désintégration** par **seconde**) et on utilise aussi ***Curie Ci*** tel que : **1 Ci = $3,7.10^{10}Bq$**.



On a $N(t) = N_0.e^{-\lambda.t}$ c-à-d $\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda.N_0.e^{-\lambda.t}$

Donc $a(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda.N_0.e^{-\lambda.t} = \lambda.N(t)$.

A l'instant $t = 0$, l'**activité** d'un **échantillon radioactif** est : $a_0 = \lambda.N_0$

Donc $a(t) = a_0.e^{-\lambda t}$. L'**activité** d'une **source radioactive** peut être mesurée avec : ↳ **Le compteur Geiger** ↳ **Le compteur Geiger-Muller** ……

5– La datation par la radioactivité :

↳ Les **géologues** et les **archéologues** utilisent **différentes techniques** pour déterminer l'**âge** des **fossiles** et des **roches** ... Parmi **ces techniques**, on compte celles qui reposent sur la **radioactivité**. Ainsi, un **échantillon** peut être **daté** en comparant s'**activité** à celle d'autre **échantillon témoin**.

↳ Plus l'**échantillon** à **dater** est **ancien**, plus la **demi-vie** de **nucléide utilisé** est **élevée**.

↳ Le **carbone 14** est produit en **permanence** par le **rayonnement cosmique** à partir de l'**azote** dans la **haute atmosphère**. Les **échanges** qui se produisent entre l'**atmosphère** et le **monde vivant** maintiennent **quasiment constant** le **rapport** entre la **quantité de carbone 14** et celle de **carbone 12**. Mais, dès qu'un **organisme meurt**, le **carbone 14** qu'il contient n'est plus **renouvelé** puisque les **échanges** avec le **monde extérieur cessent**, sa **proportion** se met à **décroître** car il est **radioactif** selon l'**équation** ${}^{14}_{6}C \xrightarrow{\beta^-} {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$. On applique la **loi de décroissance radioactive** : $a(t) = a_0.e^{-\lambda t}$ On sait que : $t_{1/2} = 5600\ ans$ et $\lambda = \frac{ln\,2}{t_{1/2}}$ alors

$a(t) = a_0.e^{-\lambda t} \Leftrightarrow \frac{a}{a_0} = e^{-\lambda\, t} \quad \Leftrightarrow \quad ln(\frac{a}{a_0}) = -\lambda\, t \Leftrightarrow ln(\frac{a_0}{a}) = \lambda\, t$

On mesure l'**activité $a(t)$** d'une **masse d'échantillon connue**, et **connaître a_0** l'**activité** de la **même masse** d'un **échantillon témoin existant**. Alors, on peut déterminer son **âge t** par la **relation suivante** : $t = \frac{ln(\frac{a_0}{a})}{\lambda} = \frac{t_{1/2}}{ln\,2}.ln(\frac{a_0}{a})$.

Moutamadris.ma