Niveau : Deuxième Bac sciences PC /SVT

CENTRE EL MOUMEN

Résumé de cours

Décroissance radioactive

Plan de chapitre 6 : Décroissance radioactive

- Cours détaillé
- **Résumé de cours**
- Série d'exercices
- Correction détaillée des exercices

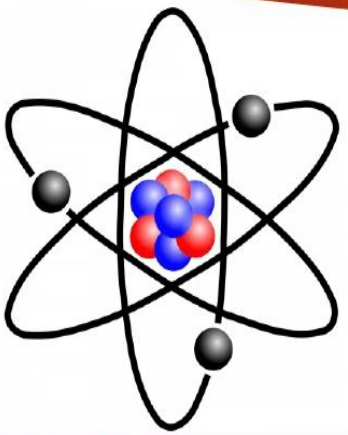
Collection CAM – Compte Personnel

Prof El Moumen 06 66 73 83 49 Prof El Moumen

Collection CAM – Compte Professionnel

Centre El Moumen 06 66 73 83 49 https://www.elmoumen.academy

1 – تعاريف définitions



- تركيب نواة الذرة: تتكون نواة الذرة من بروتونات عددها Z و نوترونات عددها N، يرمز لنواة الذرة بـ ${}^{A}_{Z}X$ مع A عدد النويات بحيث A=Z+N.

- **Composition du noyau:** Le noyau de symbole ${}^{A}_{Z}X$ est composé d'un ensemble des protons de nombre Z et des neutrons de nombre N qui sont les nucléons de nombre A, tel que A = Z+N.

- النويدة: مجموع النوى التي لها نفس عدد البروتونات ونفس عدد النوترونات. و يرمز لها بالرمز ${}^{A}_{Z}X$.

- **Le nucléide :** On appelle un nucléide, l'ensemble des noyaux identiques ayant même A et même Z.

- النظائر: هي نويدات لها نفس عدد البروتونات Z وتختلف من حيث عدد النويات A.

- **Les isotopes :** Les isotopes sont des nucléides qui ont le même numéro atomique Z mais des nombres de nucléons A différents (c-à-d: des nombres de neutrons N différents).

مـــثـــال

- نظائر عنصر الكربون: ${}^{12}_{6}C$ و ${}^{14}_{6}C$
- نظائر عنصر الأورانيوم: ${}^{235}_{92}U$ و ${}^{238}_{92}U$

2 – النشاط الإشعاعي La radioactivité

- النشاط الإشعاعي تحول نووي، يهم نواة الذرة، حيث تتحول خلاله نواة أصلية X غير مستقرة ‹نواة مشعة أو نواة إشعاعية النشاط›، إلى نواة متولدة Y مستقرة أو أكثر استقرارا أو في حالة إثارة، مع انبعاث دقيقة P، فنعبر عن ذلك بمعادلة التفتت التي تكتب في الحالة العامة كما يلي: $^{A_1}_{Z_1}X \rightarrow {}^{A_2}_{Z_2}Y + {}^{A_3}_{Z_3}P$

- **La radioactivité est une transformation nucléaire qui concerne le noyau d'un atome, au cours de laquelle un noyau père X instable (noyau radioactif) se transforme en un noyau fils Y stable ou plus stable ou dans un état excité, avec émission d'une particule P, on exprime donc cela par l'équation de désintégration qui s'écrit dans le cas général comme suit:** $^{A_1}_{Z_1}X \rightarrow {}^{A_2}_{Z_2}Y + {}^{A_3}_{Z_3}P$

$$A_1 = A_2 + A_3$$
$$Z_1 = Z_2 + Z_3$$

- قانون صودي للانحفاظ: خلال تحول نووي ينحفظ كل من عدد البروتونات Z ‹عدد الشحنة›، وعدد النويات A ‹عدد الكتلة›.

- **Loi de conservation de Soddy : Lors d'une transformation nucléaire, il y a conservation de la charge électrique Z et du nombre de masse A.**

3 – خصائص النشاط الإشعاعي
Les propriétés de la radioactivité

- طبيعي: النواة المشعة ستتفتت آجلا أم عاجلا، فهذا يعد طبيعيا بالنسبة لنواة غير مستقرة.
- **Naturelle : le noyau radioactif se désintégrera tôt ou tard, c'est considéré comme normal pour un noyau instable.**
- تلقائي: تتفتت النواة المشعة دون أي تدخل لعامل خارجي.
- **Spontané : le noyau radioactif se désintègre sans aucune influence d'un facteur extérieur.**
- عشوائي: لا يمكن التنبؤ بلحظة تفتت النواة المشعة.
- **Aléatoire ou imprévisible: Le moment où le noyau radioactif se désintégrera ne peut pas être prédit.**

4 – مختلف أنواع النشاط الإشعاعي
Les différents types de radioactivité

- النشاط الإشعاعي α: تفتت طبيعي و تلقائي يهم النوى الثقيلة ذات $(A>200)$، تتحول خلاله نواة أصلية $^{A}_{Z}X$ غير مستقرة إلى نواة متولدة $^{A-4}_{Z-2}Y$ مستقرة أو أكثر استقرارا أو في حالة إثارة، مع انبعاث دقيقة عبارة عن نواة الهيليوم التأينة $^{4}_{2}He$. وتكتب معادلة هذا التحول النووي كما يلي:

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

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

4 – مختلف أنواع النشاط الإشعاعي
Les différents types de radioactivité

- النشاط الإشعاعي β^-: تفتت طبيعي و تلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية ${}^{A}_{Z}X$ غير مستقرة إلى نواة متولدة ${}^{A}_{Z+1}Y$ مستقرة أو أكثر استقرارا أو في حالة إثارة، مع انبعاث دقيقة عبارة عن إلكترون ${}^{0}_{-1}e$. وتكتب معادلة هذا التحول النووي كما يلي:

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

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$$

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

4 – مختلف أنواع النشاط الإشعاعي
Les différents types de radioactivité

- النشاط الإشعاعي β^+: تفتت طبيعي و تلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية ${}^{A}_{Z}X$ غير مستقرة إلى نواة متولدة ${}^{A}_{Z-1}Y$ مستقرة أو أكثر استقرارا أو في حالة إثارة، مع انبعاث دقيقة عبارة عن بوزيترون ${}^{0}_{+1}e$. وتكتب معادلة هذا التحول النووي كما يلي:

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

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e$$

$${}^{13}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + {}^{0}_{+1}e$$

4 – مختلف أنواع النشاط الإشعاعي
Les différents types de radioactivité

- النشاط الإشعاعي γ: يمكن للنواة المتولدة عن أحد التفتتات α أو β^- أو β^+ أن تكون في حالة طاقية أكبر من حالتها الأساسية المستقرة. نقول أن النواة المتولدة متارة و نرمز لها بالرمز ${}^{A}_{Z}Y^{*}$. لتفقد هذه النواة المتارة إثارتها تكتفي ببعث فائض من الطاقة على شكل موجات كهرمغنطيسية من نوع غاما، تكتب معادلة هذا الإشعاع على الشكل التالي:

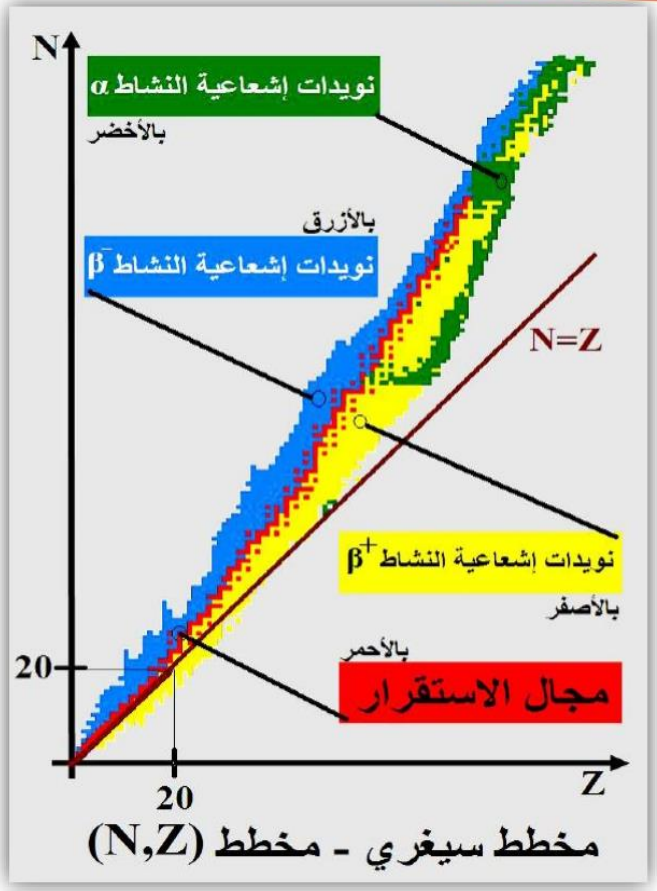
- **La radioactivité γ : lors des désintégrations α, β^-, et β^+, le noyau fils est généralement produit dans un état excité de symbole ${}^{A}_{Z}Y^{*}$ (il possède un excédent d'énergie par rapport à son état fondamental). Ce noyau libère un rayonnement sous forme des ondes électromagnétiques de type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

$$ {}^{A}_{Z}Y^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}Y + \gamma $$

$$ {}^{13}_{6}C^{*} \rightarrow {}^{13}_{6}C + \gamma $$

5 – مخطط سيغري أو مخطط (N,Z)

Diagramme de Segré ou Diagramme (N, Z)



مخطط سيغري - مخطط (N,Z)

- مخطط سيغري هو مخطط جامع لجميع النويدات المعروفة، حيث توجد مختلف نظائر نفس العنصر الكيميائي على نفس المستقيم الموازي لمحور الأراتيب «N». كما أنه يميز لنا بين مواقع النويدات المستقرة والنويدات المشعة، مثلا كل نويدة بمربع صغير.

- **Le diagramme de Segré contient tous les noyaux stables et les noyaux radioactifs (instables) existants répartis de la façon suivante: le nombre de neutrons N en ordonnée et le nombre de protons Z en abscisse : c'est le diagramme (N, Z).**

Décroissance radioactive

SEMESTRE 1 /Physique

CENTRE EL MOUMEN

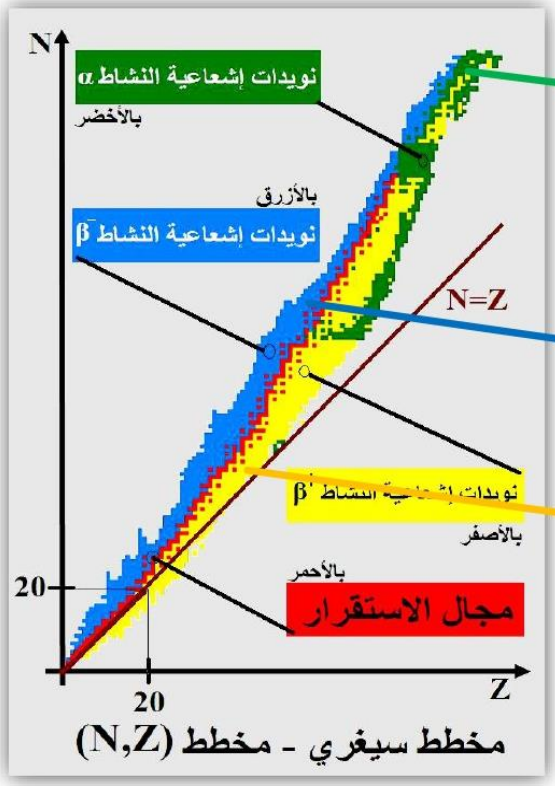
Niveau : 2éme.BAC

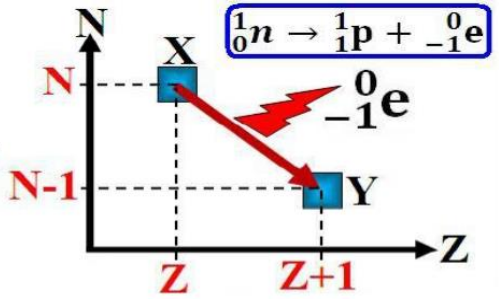
Année scolaire :2026/2027

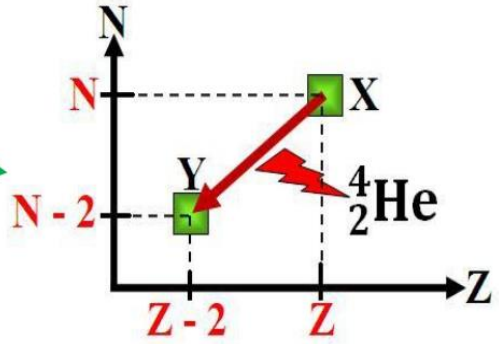
Prof : Aissi Youssra

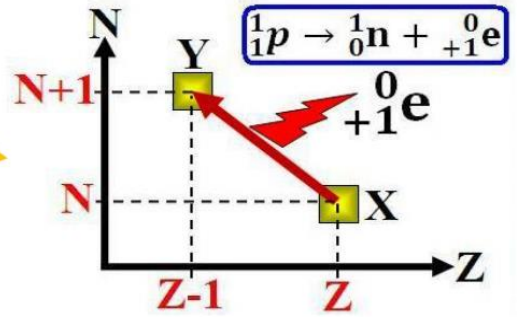
6 – تمثيل الأنشطة الإشعاعية في مخطط سيغري

Représentation de différents types de radioactivité dans le diagramme (N,Z)

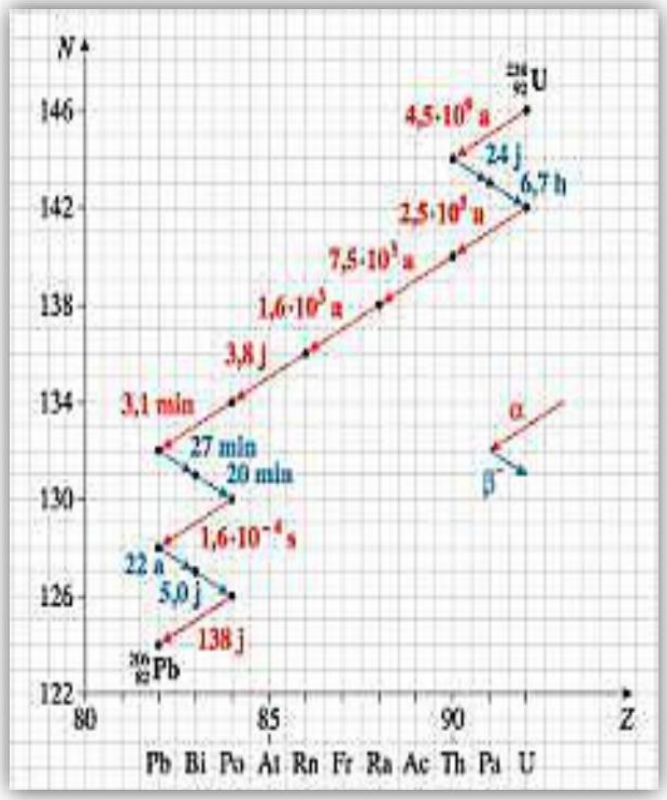








7 – الفصيلة المشعة
La famille radioactive



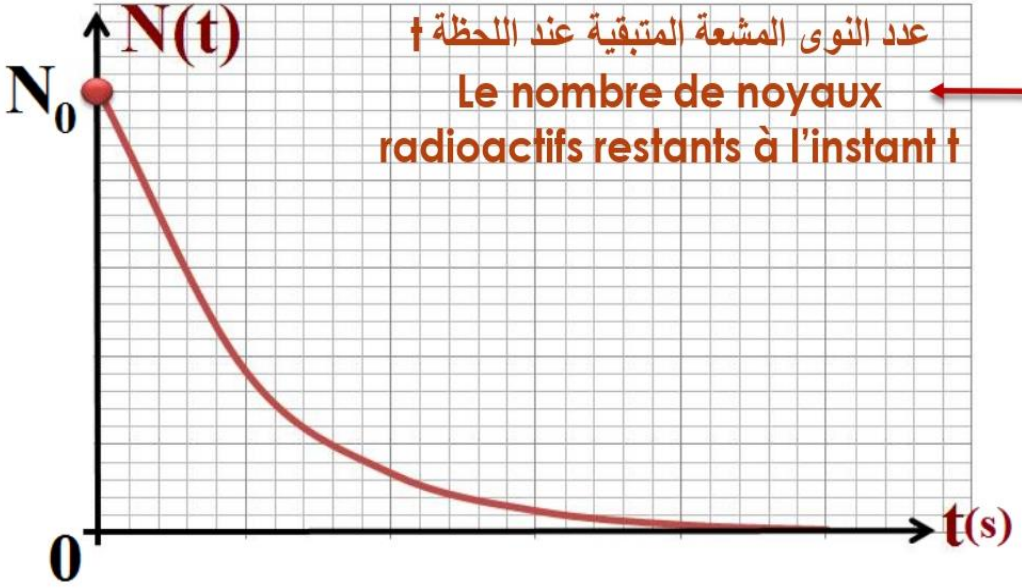
▶ الفصيلة المشعة هي مجموع النويدات الناتجة عن نفس النويدة الأصلية.

▶ **La famille radioactive est donc l'ensemble des nucléides obtenus à partir du même noyau père.**

8 – قانون التناقص الإشعاعي
Loi de décroissance radioactive

تخضع جميع العينات المشعة لقانون التناقص الإشعاعي المعبر عنه بالعلاقة التالية:

Tous les échantillons radioactifs sont soumis à la loi de la décroissance radioactive selon la relation suivante :



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

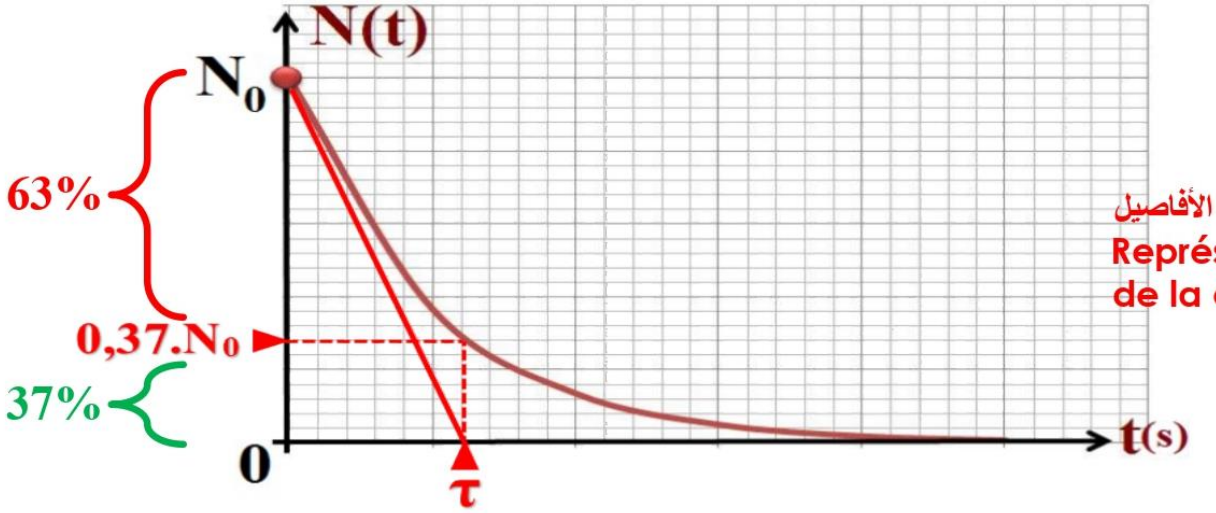
عدد النوى المشعة البدئي (t=0)
Le nombre de noyaux radioactifs initiaux à t=0

الثابتة الإشعاعية أو ثابتة التفتت وهي تميز النويدة ولا تتعلق بالشروط البدئية، وحدتها هي (s^{-1})
La constante radioactive, elle caractérise le nucléide radioactif étudié en (s^{-1})

9 – ثابتة الزمن τ لعينة مشعة

Constante du temps τ d'un échantillon radioactif

- هي المدة الزمنية اللازمة لتفتت 63% من العينة البدئية ‹من عدد النوى البدئي›، وحدتها الثانية ‹s›.
- **Correspond à la durée nécessaire pour la désintégration de 63% du nombre initiale N_0 de l'échantillon radioactif en (s):**



$$\tau = 1/\lambda$$

تمثل τ نقطة تقاطع المماس للمنحنى عند اللحظة t=0 مع محور الأفاصيل

Représente le point d'intersection de la tangente de la courbe à l'instant t=0 avec l'axe de temps.

Avec:

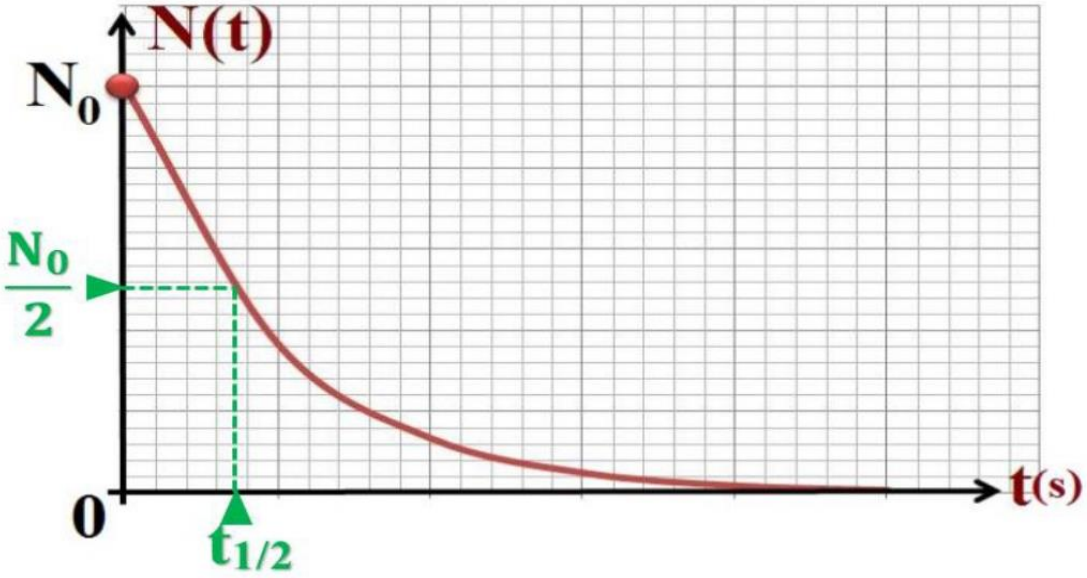
$$N(\tau) = 0{,}37.N_0$$

10 – عمر النصف $t_{1/2}$ لعينة مشعة

La demi-vie $t_{1/2}$ d'un échantillon radioactif

- هو المدة الزمنية اللازمة لتفتت 50% من العينة البدئية ‹من عدد النوى البدئي›، وحدته الثانية ‹s›.

- **Correspond à la durée nécessaire pour la désintégration de 50% du nombre initiale N_0 de l'échantillon radioactif en (s):**



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

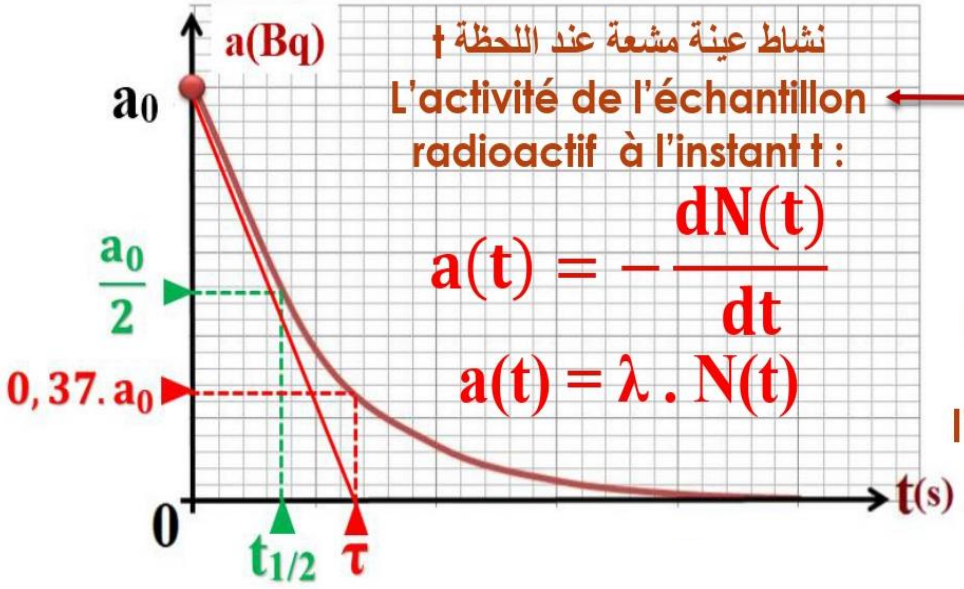
(يمكن البرهنة عليه بحيث)
عند هذه اللحظة لدينا:
À cet instant, on a :

$$N(t_{1/2}) = 0{,}5.N_0$$

11 – نشاط عينة مشعة
Activité d'un échantillon radioactif

- نشاط عينة a(t) تحتوي على عدد N(t) من النوى المشعة هو عدد النويدات المتفتتة في الثانية، وحدته البيكريل (Bq):

- **L'activité a(t) d'un échantillon** contenant N(t) noyaux radioactifs à la date t correspond au nombre de noyaux qui se désintègrent à chaque seconde. Elle s'exprime par Becquerel (Bq):



نشاط عينة مشعة عند اللحظة t
L'activité de l'échantillon radioactif à l'instant t :

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

$$a(t) = \lambda . N(t)$$

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

نشاط العينة المشعة عند t = 0
l'activité de l'échantillon radioactif à t=0:

$$a_0 = \lambda . N_0$$

الثابتة الإشعاعية أو ثابتة التفتت وهي تميز النويدة ولا تتعلق بالشروط البدئية، وحدتها هي (s^{-1})
La constante radioactive, elle caractérise le nucléide radioactif étudié en (s^{-1})

12 – التأريخ بالنشاط الإشعاعي
Datation par la radioactivité

- بالنسبة للكائنات الحية، فإن التبادلات بينها وبين بيئتها الخارجية، على سبيل المثال تبادل الكربون **14** والبوتاسيوم **40** وما إلى ذلك، يظل دائما ثابتا. عند موت هذا الكائن الحي تتوقف هذه التبادلات، وبالتالي تتفتت هذه النويدات المشعة داخله وفقا لقانون التناقص الإشعاعي. اعتمادا على هذا القانون، فإنه يمكننا تأريخ الأجسام عن طريق قياس النشاط **a(t)** لعينة مشعة فيها عند لحظة **t**، ومقارنتها بالنشاط a_0 لعينة حية أخرى مرجعية لها مواصفات الجسم المراد تحديد عمره، وذلك حسب العلاقة التالية:

- **Pour les objets issus du monde vivant, l'échange dynamique entre les organismes vivants et leur milieu extérieur, par exemple l'échange du carbone 14, du potassium 40 ..., est toujours maintenu constant. À leur mort, les échanges n'ont plus lieu, et donc les nucléides radioactifs au sein de ces objets se désintègrent selon la loi de décroissance radioactive. Ainsi, un échantillon peut être daté en mesurant son activité a(t) à la date t, et en la comparant avec l'activité a_0 d'un autre échantillon vivant de même nature, et on applique la formule:**

$$a(t) = a_0 \cdot e^{-\lambda . t} \quad \leftrightarrow \quad t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{a_0}{a(t)}\right)$$