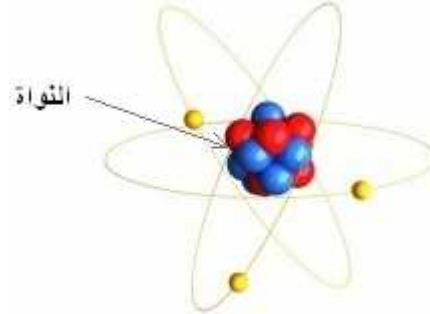


## I نواة الذرة:

## (1) مكونات نواة الذرة:

تتكون النواة من بروتونات ونيوترونات ، وهذه المكونات يطلق عليها اسم **النويات** (*les nucléons*). عدد البروتونات التي تحتوي عليه النواة رمز إليه ب: **Z** ويسمى **بالعدد الذري** أو عدد الشحنة. *numéro.atomique* ويرمز لعدد النويات بالحرف **A** ويسمى **بعدد الكتلة**. *nombre.de.masse*



$A \rightarrow$  عدد الكتلة (= عدد النويات)  
 $Z \rightarrow$  عدد الشحنة (= عدد البروتونات)  
 وتمثل نواة ذرة لعنصر كيميائي X بالرمز X

## (2) النويدات :

يطلق اسم النوييدة في الفيزياء الذرية على مجموعة النوى التي تتميز بعدد معين من البروتونات ومن النيوترونات. أي أن نواة نوييدة معينة لها نفس عدد الكتلة A ونفس عدد الشحنة Z.

فمثلا:  ${}^1_1H$  نوييدة.  ${}^2_1H$  نوييدة اخرى. و  ${}^3_1H$  نوييدة اخرى. و  ${}^{16}_8O$  نوييدة اخرى.

وبالتالي كل نوييدة تتميز بعدد معين من النويات، و بتغير A تتغير النوييدة ولو تعلق الأمر بنفس العنصر الكيميائي. فرغم أن هناك 92 عنصرا كيميائيا طبيعيا فقط فهناك 350 نوييدة طبيعية في المقابل لأننا نجد **أحيانا** لدى نفس العنصر الكيميائي عدة نوييدات يطلق عليها اسم **النظائر الكيميائية**.

## (3) النظائر الكيميائية لعنصر كيميائي :

نظائر عنصر كيميائي هي النوييدات التي لها نفس العدد الذري وتختلف بعدد كتلتها A. فهي إذن تنتمي لنفس العنصر الكيميائي لكنها تختلف باختلاف عدد نوتروناتها.

مثال: نظائر عنصر الهيدروجين:  ${}^1_1H$  البروتيوم (0 نوترون) و  ${}^2_1H$  الدوتريوم (1 نوترون) و  ${}^3_1H$  التريتيوم (نوترونات 2).  
 كما أن النظائر تختلف من حيث وفارتها في الطبيعة:

مثال:

| النظير            | ${}^{16}_8O$ | ${}^{17}_8O$ | ${}^{18}_8O$ |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| الوفرة الطبيعية % | 99,759       | 0,037        | 0,204        |

## (4) كثافة المادة النووية:

$$r = r_o A^{\frac{1}{3}}$$

للنواة شكل كروي شعاعها r يتغير بتغير عدد الكتلة وفق العلاقة التالية:

$$r_o = 1,2 \times 10^{-15} m \quad \text{و الكتلة التقريبية لنوية :} \quad m = 1,7 \times 10^{-27} Kg$$

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{m.A}{\frac{4}{3}\pi.r^3} = \frac{3mA}{4\pi.r_o^3.A} = \frac{3.m}{4\pi.r_o^3} \approx 2.10^{17} Kg / m^3$$

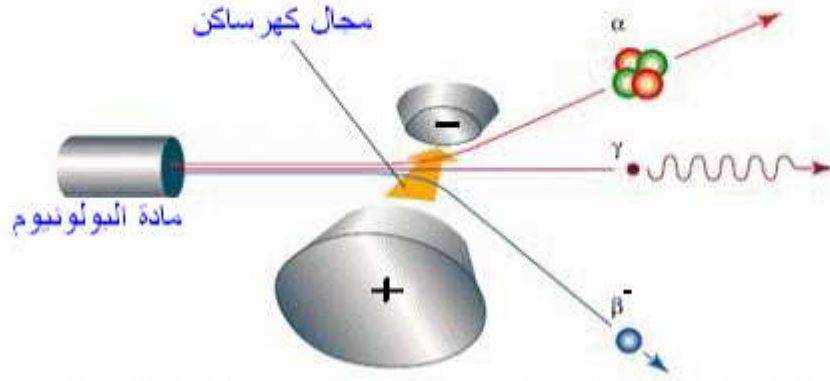
وبذلك تكون القيمة التقريبية للكتلة الحجمية للنواة  $\rho = 2.10^8 \text{ tonne} / \text{cm}^3$  ومنه يتضح أن المادة النووية شديدة الكثافة، لأن كتلة  $1 \text{cm}^3$  من المادة النووية

تساوي 200 مليون طن .

## II استقرار ومدى استقرار النوى:

## (1) لمحة تاريخية:

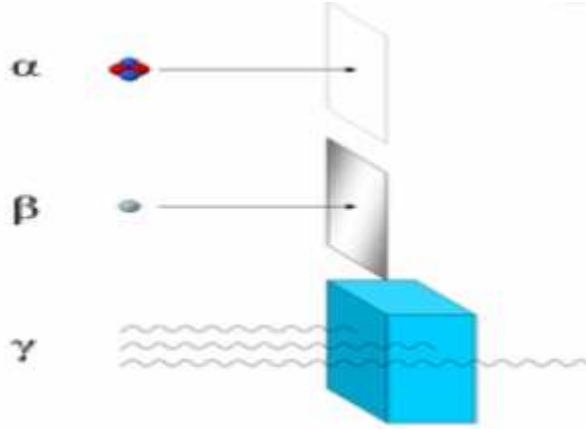
في سنة 1896 م اكتشف العالم الفيزيائي بيكورييل النشاط الإشعاعي الطبيعي صدفة حينما كان يقوم بأبحاث على الأشعة السينية الحديثة المكتشف آنذاك حيث لاحظ أن أملاح الأورانيوم تبعث إشعاعا قادرا على التأثير على صفيحة فوتوغرافية. وبعد إخضاع الإشعاع المنبعث لمجال كهرومغناطيسي تم التعرف على أنواع الإشعاعات المنبعثة من المادة المشعة:



– الإشعاعات α: (دقائق مادية ذات شحنات موجبة) هي عبارة عن نويات الهيليوم  $He$  و يمكن توقيفها بواسطة ورقة عادية. كل دقيقة α تحمل شحنة موجبة  $(q = +2e = +2 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19} C))$ .

– الإشعاعات β: إما الكترونات أو بوزيترونات و هي أكثر نفوذا من الإشعاعات α و تحتاج ورقة من الألومنيوم أو الزجاج لتوقيفها.

– الإشعاعات gamma: (دقائق غير مادية) هي فوتونات ذات طاقة عالية ، لها سرعة الضوء و هي أكثر نفوذا من الإشعاعات السابقة تتطلب حائطا من الاسمنت أو الرصاص لتوقيفها.



## (2) تعريف النشاط الإشعاعي:

النشاط الإشعاعي تحول طبيعي تلقائي (غير مرتقب في الزمن)، تتحول خلاله نواة غير مستقرة إلى نواة متولدة أكثر استقرارا مع انبعاث دقيقة أو عدة دقائق.

## (3) المخطط (N, Z) مخطط سيغري:

تحتفظ بعض النوى دائما بنفس التركيب، نقول أنها مستقرة، بينما بعض النوى تتحول تلقائيا إلى نوى أخرى بعد بعثها لإشعاعات ، نقول أنها غير مستقرة أو إشعاعية النشاط.

يسين مخطط سيفري مواقع النوى المستقرة والنوى المشعة.

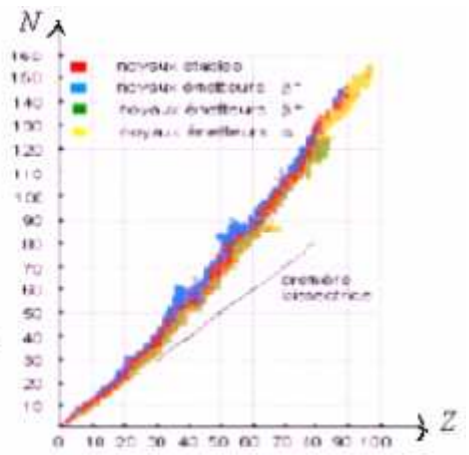
تستنتج من هذا المخطط ما يلي:

◀ توجد مختلف النظائر لنفس العنصر الكيميائي على نفس المستقيم الموازي لمحور الأرتيب.

◀ يكون  $N$  و  $Z$  متقاربين بالنسبة للنوى الخفيفة.

◀ عندما يكبر  $Z$  يكون عدد النيوترونات  $N$  اكبر من عدد البروتونات وبذلك تتزاح منطقة الإستقرار فوق لمحور  $N = Z$  وكذلك مواقع النوى غير المستقرة، فلكي تعود هذه الأخيرة إلى منطقة الإستقرار تبعث إما إشعاعا

$\alpha$  ،  $\beta^+$  أو  $\beta^-$ .



### (III) التحولات النووية التلقائية – الأنشطة الإشعاعية:

#### (1) قانون الإنحفاظ: ( قانون سودي Soddy )

خلال تحول نووي ينحفظ عدد الشحنة  $Z$ ، وكذلك العدد الإجمالي للنويات  $A$ .



$$Z = Z_1 + Z_2 \quad \Leftarrow Z \text{ انحفاظ}$$

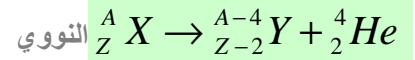
$$A = A_1 + A_2 \quad \Leftarrow A \text{ انحفاظ}$$

#### (2) أنواع الأنشطة الإشعاعية:

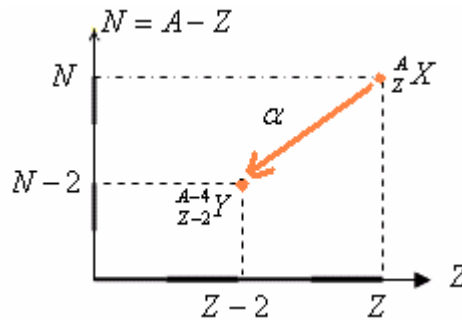
\* **النشاط الإشعاعي  $\alpha$** :

النشاط الإشعاعي  $\alpha$  تفتت نووي طبيعي وتلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية  ${}^A_Z X$  إلى نواة متولدة  ${}^{A-4}_{Z-2} Y$

معادلة التفتت



بيعت نواة الهيليوم  ${}^4_2 He$



مثال: البولونيوم إشعاعي النشاط  $\alpha$  معادلة تفتته هي:



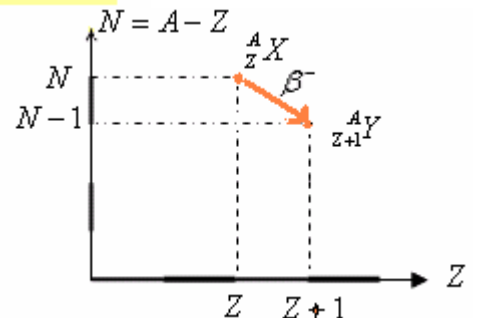
\* **النشاط الإشعاعي  $\beta^-$** :

النشاط الإشعاعي  $\beta^-$  تفتت نووي طبيعي وتلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية  ${}^A_Z X$  إلى نواة متولدة  ${}^{A}_{Z+1} Y$

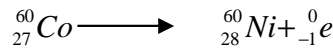
بيعت إلكترون  ${}^0_{-1} e$  يسمى دقيقة  $\beta^-$ .



معادلة التفتت النووي  $\beta^-$



مثال: الكوبالت إشعاعي النشاط  $\beta^-$  معادلة تفتته هي:

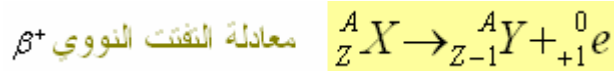


**ملحوظة:** الإشعاع  $\beta^-$  ناتج عن تحول نوترون إلى بروتون داخل نواة، ويعبر عنه بما يلي:  ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e$

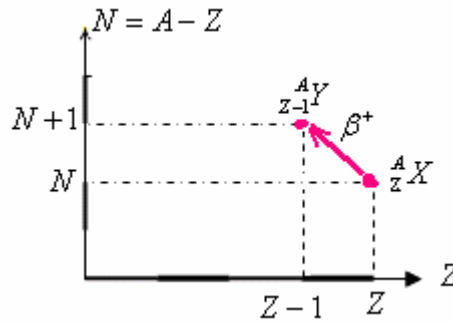
\* **النشاط الإشعاعي  $\beta^+$ :**

النشاط الإشعاعي  $\beta^+$  تفتت نووي طبيعي وتلقائي، يظهر عموماً لدى العناصر الإشعاعية الإصطناعية .

تتحول خلاله نواة أصلية  ${}^A_ZX$  إلى نواة متولدة  ${}^A_{Z-1}Y$  ببعث بوزيترون  ${}^0_{+1}e$  يسمى دقيقة  $\beta^+$ .



معادلة التفتت النووي  $\beta^+$



**مثال:** الفوسفور إشعاعي النشاط  $\beta^+$  معادلة تفتته هي :



**ملحوظة:** الإشعاع  $\beta^+$  ناتج عن تحول بروتون إلى نوترون داخل نواة، ويعبر عنه بما يلي:  ${}^1_1p \rightarrow {}^1_0n + {}^0_{+1}e$

\* **النشاط الإشعاعي  $\gamma$ :**

عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طاقة كبيرة، وهو يواكب الأنشطة الإشعاعية  $\alpha$  و  $\beta^-$  و  $\beta^+$

حيث تكون النواة المتولدة في إثارة فتفقد طاقة إثارتها ببعث إشعاع  $\gamma$ .

### (3) الفصيلة المشعة :

تتحول نواة غير مستقرة إلى نواة أخرى. وإذا كانت هذه الأخيرة غير مسقرة، فإنها تتحول بدورها إلى نواة أخرى، ويستمر التحول إلى أن نحصل على نواة مستقرة وغير مشعة. نسمي مجموع النوى الناتجة عن نفس النواة الأصلية **فصيلة مشعة**.

## IV التناقص الإشعاعي:

### (1) تطور المادة المشعة (قانون النشاط الإشعاعي)

النشاط الإشعاعي ظاهرة عشوائية تحدث تلقائياً وبدون سبق إشعاري يخضع عدد النوى  $N(t)$  المتبقية في عينة مشعة لقانون

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

عدد النوى المتبقية عند اللحظة  $t$ .

$N_0$ : عدد نوى العينة المشعة عند اللحظة  $t = 0$ .

$\lambda$ : ثابتة النشاط الإشعاعي وهي ثابتة تميز النوية المعينة ووحدتها في ن.ع. للوحدات ( $s^{-1}$ )

**تذكير:** حول الدالة الأسية  $\text{exponentiel}$  نرسم إليها ب:  $f(x) = e^x$

هي الدالة العكسية لدالة اللوغاريتم النيبيري  $\text{Le logarithme népérien}$  ونرمز لهذا الأخير ب:  $\ln$

$$\ln \frac{a}{b} = \ln a - \ln b$$

$$\ln x^n = n \ln x$$

$$f^{-1}(x) = \ln x \iff f(x) = e^x \text{ لدينا}$$

تأكد مما يلي ، باستعمال الآلة الحاسبة:

$$e^0 = 1 \quad \text{اضغط على الزر Scift ثم ln ثم 0 ثم =}$$

$$e^1 = 2,718 \quad \text{اضغط على الزر Scift ثم ln ثم 1 ثم =}$$

$$e^{10} = 22 \quad \text{اضغط على الزر Scift ثم ln ثم 10 ثم =}$$

تأكد مما يلي:  $\ln 10 = 2,3$

تحقق من كون:  $\ln e = 1$  ؟ من أجل ذلك اضغط على الزر  $\ln$  ثم  $e$  من جديد ثم اضغط على الزر ثم  $\ln$  وأتبعه الرقم 1 (أي  $e^1$ ) ثم = فستحصل على  $\ln e = 1$ .

$$\ln e^x = x$$

$$e^{\ln x} = x$$

وبصفة عامة لدينا :

$$f^{-1}(f(x)) = x$$

بنفس الطريقة تأكد من كون:  $\ln e^5 = 5$  وبصفة عامة لدينا :

وذلك ناتج عن كون

## (2) ثابتة الزمن $\tau$ : زمن مميز لنويدة مشعة ، نرمز إليها ب: $\tau$ وهي مرتبطة بثابتة النشاط الإشعاعي $\lambda$ بالعلاقة:

$$N(t) = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{ووحدها (s). وبذلك تصبح العلاقة السابقة :}$$

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

و عدد النوى المتبقية عند اللحظة  $t = \tau$  هو:  $N_{(t=\tau)} = N_0 e^{-\frac{\tau}{\tau}} = N_0 e^{-1} = 0,37 N_0$   
 إذن عند اللحظة  $t = \tau$  يتبقى من العينة 37% وهو ما يمثل نقصانا في عدد نوى العينة البدئية بنسبة 67%.

## (3) عمر النصف $t_{1/2}$ لنويدة مشعة:

نسمي عمر النصف  $t_{1/2}$  لنويدة معينة المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف نوى العينة.

$$\text{عند اللحظة } t = t_{1/2} \text{ لدينا: } N_{(t_{1/2})} = \frac{N_0}{2}$$

$$\text{وبما أن: } N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \text{ فإن: } \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

إذن:  $\frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}}$  وبإدخال دالة  $\ln$  على طرفي هذه المتساوية نحصل على:

$$\text{عمر النصف لنويدة مشعة} \rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad \text{ومنه } -\ln 2 = -\lambda t_{1/2}$$

**ملحوظة:** يمكن التعبير عن عمر النصف بدلالة ثابتة الزمن  $\tau$  فإن:  $\tau = \frac{1}{\lambda}$  ، بما أن:  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \cdot \ln 2$

(1) من أجل رسم النحنى  $N = f(t)$  للدالة  $N_{(t)} = N_0 e^{-\lambda t}$

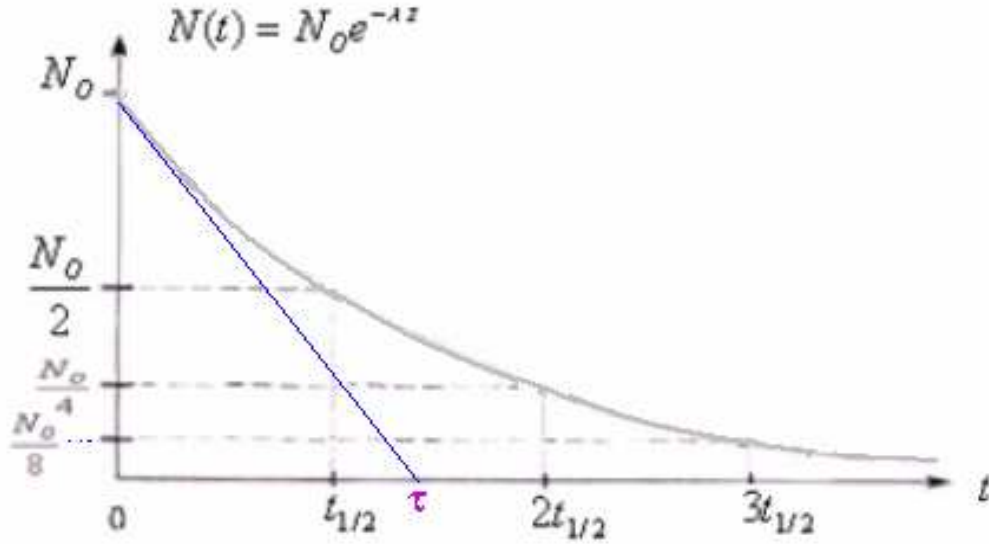
نعتبر لحظات تتناسب مع عمر النصف  $t = n \cdot t_{1/2}$  مع  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

إذن (1) تصبح:

$$N_{(t)} = N_0 e^{\frac{\ln 2}{T} \cdot nT} = N_0 e^{-n \ln 2} = N_0 e^{-\ln 2^n} = N_0 e^{\ln \frac{1}{2^n}} = N_0 \times \frac{1}{2^n} = \frac{N_0}{2^n}$$

$$\text{مع } t = n \cdot t_{1/2} \text{ مع } N_{(t)} = \frac{N_0}{2^n}$$

|   |              |                |              |                         |
|---|--------------|----------------|--------------|-------------------------|
| $N(t) = \frac{N_0}{2^0} = N_0$              | $\leftarrow$ | $t = 0$        | $\leftarrow$ | $n = 0$                 |
| $N(t) = \frac{N_0}{2}$                      | $\leftarrow$ | $t = t_{1/2}$  | $\leftarrow$ | $n = 1$                 |
| $N(t) = \frac{N_0}{4}$                      | $\leftarrow$ | $t = 2t_{1/2}$ | $\leftarrow$ | $n = 2$                 |
| $N(t) = \frac{N_0}{8}$                      | $\leftarrow$ | $t = 3t_{1/2}$ | $\leftarrow$ | $n = 3$                 |
| $N(t) = \frac{N_0}{16}$                     | $\leftarrow$ | $t = 4t_{1/2}$ | $\leftarrow$ | $n = 4$                 |
|   |              |                |              | -----                   |
| $N(t) = \frac{N_0}{2^\infty} \rightarrow 0$ | $\leftarrow$ |                |              | $n \rightarrow +\infty$ |



مبيانيا: المماس للمنحنى عند اللحظة  $t = 0$  يتقاطع مع محور الأفاصيل عند اللحظة  $t = \tau$  ثابتة الزمن.

#### (4) نشاط عينة مشعة:

##### (أ) تعريف النشاط الإشعاعي:

نشاط عينة تحتوي على  $N(t)$  من النوى المشعة، هو عدد النوى المتفتتة في وحدة الزمن ، ونرمز إليه ب:  $a(t)$  وتعطيه العلاقة عدد

التالية:  $a(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$  ووحدته هي البكريل الذي نرمز إليه ب: (Bq).

بما أن:  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

$$a(t) = -\frac{d(N_0 e^{-\lambda t})}{dt} = -N_0 \frac{d(e^{-\lambda t})}{dt} = -N_0 \cdot (-\lambda e^{-\lambda t}) = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} = \lambda \cdot N(t) \text{ فإن:}$$

إذن  $a(t) = \lambda \cdot N(t)$  **نشاط عينة عند لحظة  $t$  مع  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$**

بالتعويض نجد:  $a(t) = -\lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  (2)

$a_0 = \lambda \cdot N_0$  إذن عند اللحظة  $t = 0$  لدينا:

وبذلك العلاقة (2) تصبح:  $a(t) = a_0 \cdot e^{-\lambda t}$

#### (5) التأريخ بالنشاط الإشعاعي:

التناقص الإشعاعي لبعض العناصر المشعة يستعمل لتقدير أعمار الحفريات والصخور والآثار القديمة. فبمقارنة قياس النشاط  $a$  لعينة قديمة والنشاط  $a_0$  لعينة شاهدة من نفس الطبيعة ، يمكن تقدير عمر العينة القديمة ، باستعمال العلاقة:  $a = a_0 \cdot e^{-\lambda t}$ .

مثال (1) للتأريخ بالكربون  $^{14}_6C$

أثناء ثوران بركان ، اختفت غابة مجاورة له تحت الأنقاض. وتمكن الجيولوجيون من إيجاد قيمة نسبة الكربون  $^{14}_6C$  في

كربون الخشب الأحفوري  $\frac{a(t)}{a_0} = 0,49$  متى حدث البركان ؟ نعطي: عمر النصف للكربون  $^{14}_6C$  :  $t_{1/2} = 5600ans$

$\frac{a(t)}{a_0} = 0,49$  يعني أن نشاط العينة المراد تقدير عمرها قد تناقص 49% بالنسبة للعينة الشاهدة.  $a(t) = 49\% \cdot a_0$

بحيث:  $a(t)$  نشاط العينة القديمة،  $a_0$  نشاط العينة الشاهدة.

$$t = \frac{-\ln \frac{a}{a_0}}{\ln 2} \times t_{1/2}$$

$$\text{إذن: } \frac{a(t)}{a_0} = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t}$$

$$t = \frac{-\ln 0,49}{\ln 2} \times 5600 \approx 5763ans \quad \text{تبع: حدث البركان منذ المدة الزمنية:}$$

### مثال 1) للتأريخ بالكربون $^{14}_6C$

تمتص النباتات الحية الكربون الموجود في الغلاف الجوي، وعند موتها يتوقف تطور هذا الإمتصاص .  
تعطي عينة من خشب قديم 150 تفتت في الدقيقة وتعطي عينة من خشب حديث، لها نفس كتلة العينة السابقة ، 1350 تفتت في الدقيقة أوجد عمر الخشب القديم.

(  $a_0$  هو نشاط العينة الشاهدة أي عينة الخشب الحديثة ) .

نعطي: عمر النصف للكربون  $^{14}_6C$   $t_{1/2} = 5600ans$

نعلم أن نشاط عينة هو عدد الذوى المفتتة في الثانية، ومن خلال المعطيات لدينا نشاط العينة المراد تحديد عمرها هو 150

تفتت في الدقيقة . إذن:  $a = \frac{150}{60s} = 2,5Bq$  ومن خلال المعطيات لدينا :

نشاط العينة الشاهدة 1350 تفتت في الدقيقة :  $a_0 = \frac{1350}{60s} = 22,5Bq$

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

$$t = \ln \frac{a_0}{a} \times \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \approx 17751,5ans \quad \text{أي:} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \quad \text{مع} \quad t = \frac{\ln \frac{a_0}{a}}{\lambda} \quad \text{عمر الخشب القديم:}$$

Abdelkrim SBIRO

(Pour toutes observations contactez mon email)

mail : [sbiabdou@yahoo.fr](mailto:sbiabdou@yahoo.fr)

msn : [sbiabdou@hotmail.fr](mailto:sbiabdou@hotmail.fr)