

## La décroissance Radioactive

تقديم

تبين التجارب أن نويده إشعاعية لا تتغير بمرور الزمن ، فهي تبقى على أصلها إلى أن تنحل إشعاعيا . غير أن الفترة ما قبل النشاط الإشعاعي غير متوقعة ولا يمكن أن نتنبأ مسبقا باللحظة التي يبدأ فيها تفتت النويده . إن النشاط الإشعاعي ظاهرة عشوائية تحدث تلقائيا وبدون سابق إشعار.

## (I) قانون التناقص الإشعاعي

(1.1) مفهوم التناقص

لنعتبر عينة تحتوي على  $N_0$  نويده مشعة في اللحظة التي تاريخها  $t=0$  ، ونظرا إلى أن بعضها يتفتت مع مرور الزمن ، فإن عدد النويدات التي لازالت لم تشع ، يتناقص :

- خلال المدة  $dt$  المتناهية في الصغر يتفتت  $dN$  (المقدار سالب لأنه تناقص )
- عند اللحظة  $t$  تحتوي العينة على  $N_t$ .
- عند اللحظة  $t+dt$  يكون العدد النويدات المتبقي  $N_t-dN$
- عدد النوى المتفتت خلال  $dt = (t+dt) - t$  يقابله  $-dN = (N_t-dN) - N_t$  يمثل العدد المتوسط للفتتات خلال  $dt$ .
- $-dN$  يتناسب اطرادا مع :

1.  $N$  عدد النوة المشع الموجود في العينة عند اللحظة  $t$  : عندما يضاعف عدد النوى المشع يضاعف عدد التفتتات خلال نفس المدة .
2. بالنسبة ل  $dt$  متناهية في الصغر ، إذا تضاعفت  $dt$  يتضاعف عدد التفتتات.

2.1 ( التناقص الأسي

$$-dN = \lambda N dt \Rightarrow \frac{-dN}{N} = \lambda dt$$

نعبّر عن المميزات السابقة بالعلاقة التالية

مع  $\lambda$  ثابتة تسمى **الثابتة الإشعاعية** يعبر عنها في النظام العالمي ب  $s^{-1}$  كما يمكن التعبير عنها ب  $min^{-1}$  أو  $h^{-1}$  أو  $j^{-1}$

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

بإنجاز التكامل لحددي المتساوية

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt \Rightarrow \ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$\Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

$$\Rightarrow N = N_0 e^{-\lambda t}$$

نعلم أن مشتقة الدالة الأسية

$$y' = ae^{ax} \Rightarrow y' = ay$$

بتطبيق ذلك نتحقق من :

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

النوييدة المشعة	الأورييوم 238	الكربون 14	السيزيوم 137	اليود 131
الثابتة الإشعاعية $\lambda$	$1,5 \cdot 10^{-10} \text{ an}^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-4} \text{ an}^{-1}$	$2,3 \cdot 10^{-2} \text{ an}^{-1}$	$8,5 \cdot 10^{-2} \text{ jour}^{-1}$

3.1) عمر النصف الإشعاعي :

• تمثل العلاقة  $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  قانون التناقص الإشعاعي ( دالة تناقصية تؤول  $N$  إلى الصفر عندما

تؤول  $t$  إلى ما لا نهاية) يبقى دائما نوى غير متفتت !

كلما كانت الثابتة الإشعاعية كبيرة كان التناقص سريعا .

لمقارنة التناقص الإشعاعي لعنصرين إشعاعيين يكفي مقارنة عمر نصفيهما الإشعاعيين ( دوريهما الإشعاعي ونرمز له ب  $t_{1/2}$  )

• تعريف : عمر النصف والذي نرمز له ب  $t_{1/2}$  لعينة ذات نشاط إشعاعي هي المدة اللازمة إحصائيا

لتفتت نصف العينة المشعة التي تحتويها العينة .

حساب عمر النصف : لدينا

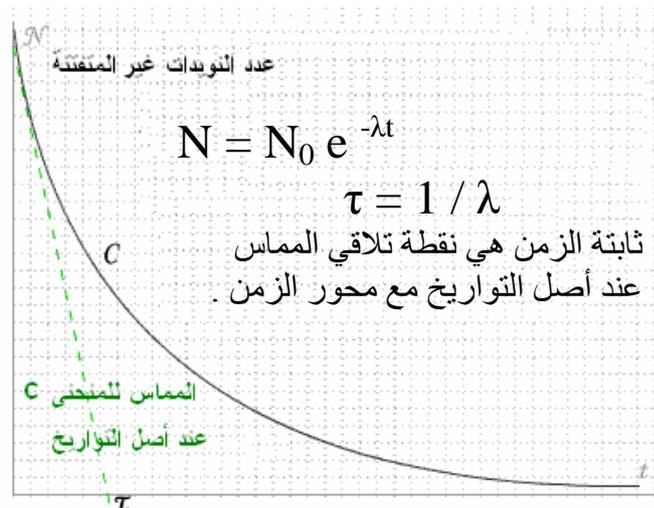
$$\text{نضع } \tau = 1 / \lambda \text{ ثابتة الزمن } N(t + t_{1/2}) = N(t) / 2$$

$$\frac{N(t + t_{1/2})}{N(t)} = \frac{N_0 e^{-\lambda(t+t_{1/2})}}{N_0 e^{-\lambda(t)}} = \frac{1}{2}$$

$$e^{-\lambda(t_{1/2})} = \frac{1}{2}$$

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

4.1) منحنى التناقص وثابتة الزمن



[www.ibnalkhatib2.canalblog.com](http://www.ibnalkhatib2.canalblog.com)

(II) النشاط الإشعاعي لعينة مشعة

(1.2) تعريف : النشاط a (t) لعينة مشعة عند اللحظة t يساوي عدد التفتتات في الثانية لهذه العينة.

يعبر عنها في النظام العالمي ب : البيكورييل Le Becquerel ويرمز لها ب Bq .  
1Bq يساوي تفتت واحد في الثانية .

$$A = -\frac{dN}{dt} \quad \text{مع} \quad N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$
$$A = -(-\lambda \cdot N_0 e^{-\lambda t})$$
$$A = \lambda \cdot N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{إذن :}$$
$$A_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow A = A_0 e^{-\lambda t} \quad \text{نضع :}$$

نعبر عن نشاط عينة كذلك ب الكوري curie

$$\text{Le curie (Ci)} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

(2.2) تطبيقات النشاط الإشعاعي

النشاط الإشعاعي الطبيعي La radioactivité naturelle :

- توجد في الطبيعة نويدات ذات نشاط إشعاعي منذ أن أنشئ الكون تتميز بعمر النصف يوازي عمر الأرض :

$$(t_{1/2} = 4,5 \times 10^9 \text{ ans}), \text{الأورانيوم 238}$$

$$(t_{1/2} = 1,35 \times 10^9 \text{ ans}), \text{البوتاسيوم 40}$$

$$(t_{1/2} = 7,04 \times 10^8 \text{ ans}) \text{الأورانيوم 235}$$

- عناصر متولدة عن التفتتات السابقة ذات عمر النصف صغير نسبيا :

$$: t_{1/2} = 1 \text{ 622 ans} \text{ 226الراديوم}$$

$$: t_{1/2} = 3,82 \text{ j} \text{ 222 الرادون}$$

$$: t_{1/2} = 3,05 \text{ min.} \text{ 214الرصاص}$$

- نويدات ناتجة عن تصادمات مثل : حيث ينتج الكربون 14 ذو النشاط الإشعاعي عمر النصف :

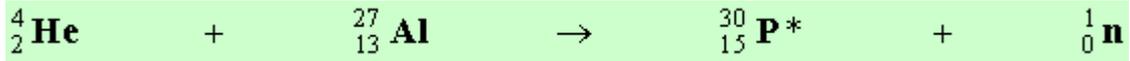
$$t_{1/2} = 5568 \pm 30 \text{ ans}$$



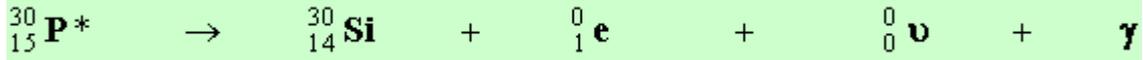
النشاط الإشعاعي الاصطناعي La radioactivité artificielle

نحصل على نويدات ذات نشاط إشعاعي تفاعلات نووية مثل الاندماج النووي ( أنظر الدرس الموالي )

مثال :



ثم :



La datation au carbone 14  التأريخ بالكربون 14

ترتكز الطريقة على قانون التناقص الإشعاعي للنظير  ${}^{14}_6\text{C}$  ذو النشاط الإشعاعي  $\beta^-$ .

يوجد الكربون 14 في الطبيعة نتيجة تحول عنصر الأزوت ( انظر التفاعل أعلاه ) يمثل الكربون 14 بالنسبة للكربون 12 نسبة  $10^{-12}$  وهي نفس النسبة في ثنائي أو أكسيد الكربون الموجود في الجو . المبدأ :

كل الكائنات الحية تتبادل ثنائي أو أكسيد الكربون مع الجو إما بكيفية مباشرة عن طريق التركيب الضوئي photosynthèse أو بكيفية غير مباشرة عن طريق التغذية حيث تثبت الأنسجة عنصر الكربون .

مادام الكائن حيا تبقى نسبة الكربون به هي نفس النسبة في الجو .

بتوقف الحياة يتوقف التبادل مع الجو ، وبما أن الكربون 14 ذو نشاط إشعاعي فإن عدد نويدات الكربون 14 تتناقص وفق قانون التناقص الإشعاعي .

النشاط الإشعاعي  $a_0$  للكربون 14 لكائن حي تساوي  $814 \pm 4 \text{ Bq}$  لعينة كتلتها  $m = 1 \text{ g}$

بمعرفة نشاط العينة  $a(t)$  عند اللحظة  $t$  لنسيج ميت ذو كتلة معلومة  $m$  وبتطبيق القانون يمكن تحديد عمره  $t$ :

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

ملحوظة : تقبل هذه الطريقة في حدود عمر يصل إلى 50000 سنة (خمسون ألف سنة ) تقريبا

 التأثير البيولوجي للإشعاعات

- تشعاعات irradiations مباشرة من مصادر خارجية عن الجسم : صخور مشعة أو من مفاعلات نووية ( تشير نوبل )
- تشعاعات داخلية ( عنصر اليود 131 المشع والذي يثبت في الغدة الدرقية la glande thyroïde )  
(  $t_{1/2} = 8,02 \text{ j}$  )
-  انطلاقا من الجرعة التي يتلقاها الشخص يمكن تحديد :
- خطورة التأثير الآني ( احمرار الجلد ، حروق .. )
- احتمال ظهور غير محققة aléatoires ( عيوب جينية أو وراثية ، أورام سرطانية ... )