

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

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

نعتبر عن المميزات السابقة بالعلاقة التالية

مع λ 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 :

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

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

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

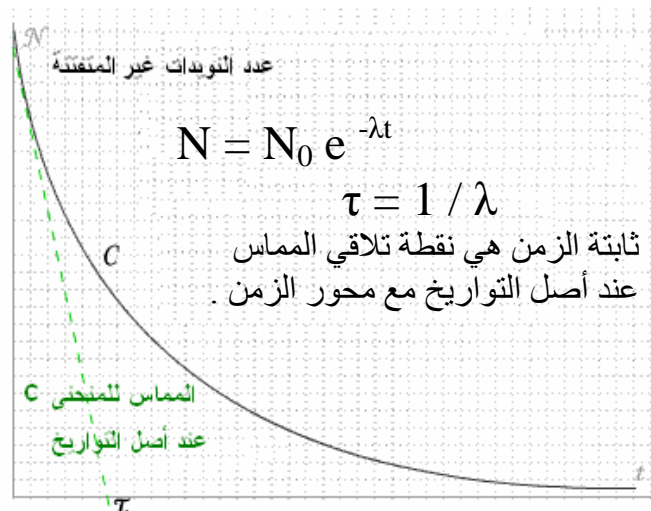
$$\text{نضع } \tau = 1 / \lambda \text{ ثابتة الزمن } N(t + t_{1/2}) = N(t) / 2$$

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

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

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

4.1) منحنى التناقص وثابتة الزمن



www.ibnalkhatib2.canalblog.com

(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 :

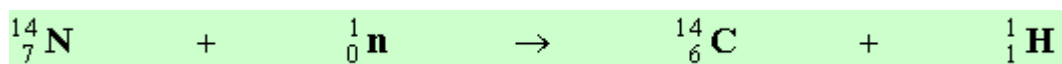
$$226 \text{ الراديوم} , t_{1/2} = 1622 \text{ ans}$$

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

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

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

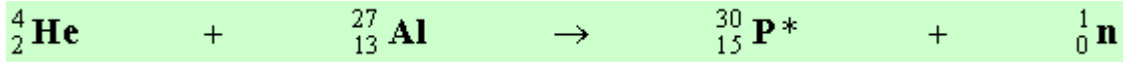
$$t_{1/2} = 5568 \pm 30 \text{ ans}$$



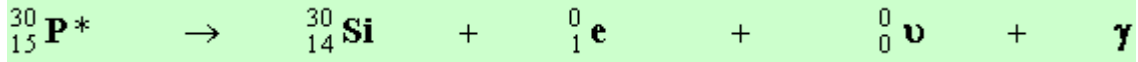
النشاط الإشعاعي الاصطناعي La radioactivité artificielle


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 β^- .

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 ...)