المجـــال: التطورات الرتيبة

الوحدة الثانية: دراســـــة تحــــولات نوويــــــة

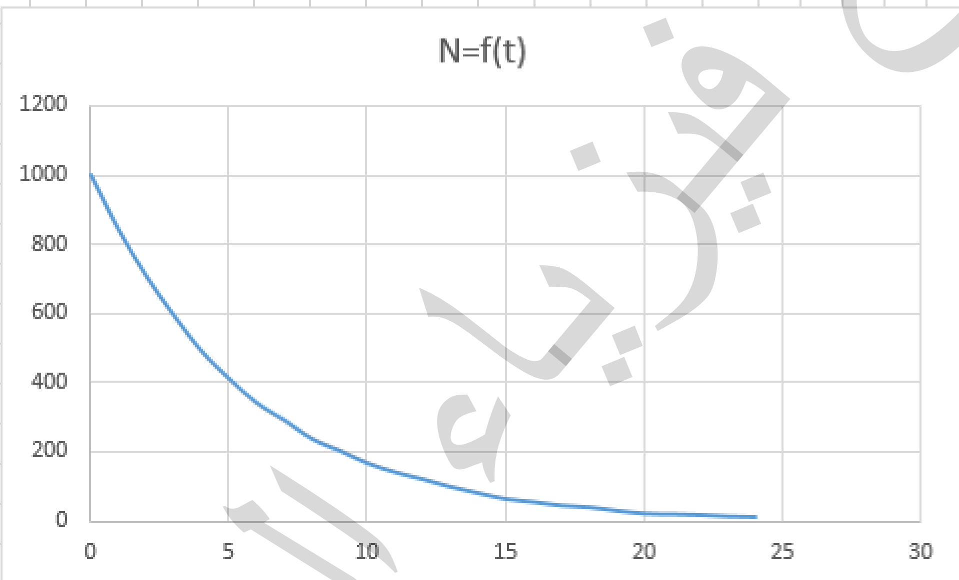
الموضوع: التناقص الاشعـــــــاعي — **المدة: 3 سا**

1. المعادلة التفاضلية للتطور:

1-1. محاكاة تفكك الأنوية: البطاقة التجريبية رقم 05

- نعم تتحكم الصدفة في ظهور الوجه 6.
- ظهور الوجه 6 لا يؤثر على نتيجة القطعة المجاورة لها، وبالتالي تفكك نواة لا يؤدي إلى تفكك النواة المجاورة لها.
- نعم لكل القطع الاحتمال نفسه لإعطاء الوجه 6، وبالتالي لكل الأنوية الاحتمال نفسه للتفكك.
- ظهور الوجه 6 في نهاية الأمر هو عملية حتمية وبالتالي تفكك نواة غير مستقرة هو عملية حتمية.
- تمثيل المنحنى N=f(t):

t(s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N(المتبقية)	1000	842	708	594	491	411	341	291	238	204	168	142	122	100	82	65	56	46	41	31	23	21	19	15	13



- هي دالة تناقصية (أسية) من الشكل: $N(t) = C.e^{-B.t}$

حيث: C,B ثوابت.

2-1. قانون التناقص الإشعاعي:

N_0: عدد الأنوية المشعة عند اللحظة الابتدائية (t=0).

N(t): عدد الأنوية غير المتفككة (المتبقية) عند اللحظة t.

$N(t+\Delta t)$: عدد الأنوية الغير المتفككة عند اللحظة $t+\Delta t$.

يكون عدد الأنوية المتفككة خلال المدة Δt هو: $\Delta N = N(t+\Delta t) - N(t) < 0$

تبين الدراسات الإحصائية لعينة أن هذا العدد يتناسب مع N(t) و Δt.

$$-\Delta N = \lambda . N(t) . \Delta t \Rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda . N(t)$$

λ: مقدار موجب وحدته (s^{-1}).

من أجل Δt صغير جدا ($\Delta t \to 0$)

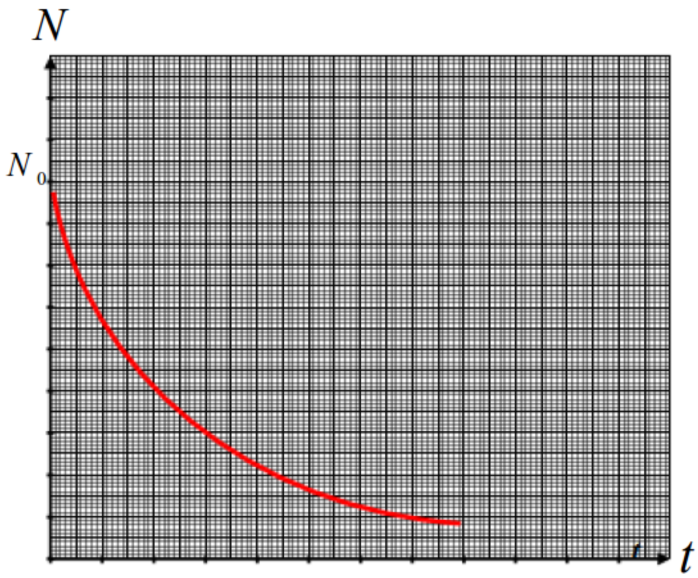
$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda . N(t)$$

وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى من الشكل:

$y'=-\lambda y$ حلها من الشكل: $y(t)=y_0.\exp(-\lambda t)$

بالمطابقة نجد:

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



حيث:

N_0: عدد الأنوية المشعة عند اللحظة $t=0$.

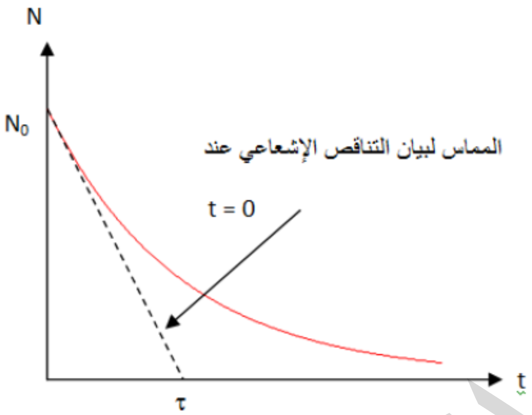
λ: ثابت النشاط الاشعاعي.

إن عدد الأنوية المشعة تتناقص وفق دالة أسية تمثيلها البياني يعطى في الشكل المقابل:

3-1. ثابت الزمن τ:

معادلة المستقيم المماس للبيان عند النقطة $(0,N_0)$هي: $N=a.t+N_0$

بحيث: aيمثل ميل المستقيم



$$\frac{dN}{dt} = -\lambda . N_0 . \exp(-\lambda t)$$

$$\left.\frac{dN}{dt}\right]_{t=0} = -\lambda . N_0 . \exp(-\lambda . 0) = -\lambda . N_0 = a$$

$$-\lambda . N_0 = -\frac{N_0}{\tau}$$

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

من أجل $t=\tau$ يمكن أن نكتب: $N(\tau) = N_0 e^{-\lambda 1/\tau} = N_0 e^{-1}$ ومنه: $N(\tau) = 0{,}37 N_0$

4-1. زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

تعريف: نصف العمر هو المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف عدد الأنوية المشعة الموجودة في العينة.

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2} = N_0 \exp(-\lambda t_{1/2})$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \exp(-\lambda t_{1/2})$$

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

5-1. النشاط الاشعاعي $A(t)$:

يعرف النشاط الاشعاعي $A(t)$ بعينة بعدد التفككات التي تحدث في الثانية ويعبر عنها بالعلاقة:

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = \lambda . N(t)$$

يقاس النشاط الاشعاعي بوحدة البكريل (1Bq يوافق تفكك واحد خلال ثانية).

لدينا:

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

$$\Rightarrow A(t) = A_0.e^{-\lambda.t}$$

2. تطبيق في مجال التأريخ:

- بواسطة النشاط الاشعاعي يمكن تقدير عمر المواد العضوية مثل بقايا الأعضاء النباتية أو الحيوانية باستعمال الكربون ^{14}C.
- يتواجد ^{14}C و^{12}C في الكائنات الحية بنسبة $\frac{^{14}C}{^{12}C} = 1{,}3.10^{-12}$ ثابتة
- عند موت العضو فإن ^{14}C لا يتجدد لأن التفاعلات مع العالم الخارجي تتوقف وعليه يبدأ في التناقص بينما ^{12}C يبقى ثابت.
- إذا كان نشاط ^{14}C لحظة موته هو A_0، والنشاط في اللحظة t بعد موته بمدة طويلة هو A(t) ومنه نحسب عمر العضو من العلاقة الآتية:

$$t = \frac{1}{\lambda}.\ln\frac{N_0}{N} = \frac{1}{\lambda}.\ln\frac{A_0}{A} = \frac{\ln t_{1/2}}{\ln 2}.\ln\frac{A_0}{A}$$

تطبيق:

شظية من عظم حيوان وجدت في مكان أثري هي 200g، تم تسجيل النشاط لها بـ 15Bq. علما أن $t_{1/2}(^{14}C)=5730ans$ وأن نسبة الكربون 14 للكربون 12 هي $1{,}3.10^{-12}$. ما هو عمر العظم؟

الحل:

عمر العظم يحسب كم يلي: $t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\ln\frac{A}{A_0}$

عدد أنوية C (تقريبا تساوي عدد أنوية ^{12}C) الموجودة في 200g من العظم:

$$N_1 = N_A\frac{m}{M} \Rightarrow N_1 = 6.02\times10^{23}\frac{200}{12} \Rightarrow \quad N_1 = 10^{25} \text{ نواة}$$

عدد أنوية ^{14}C الموجودة في 200g من العظم:

$$\frac{N_{^{14}C}}{N_{^{12}C}} = 1.3\times10^{-12} \Rightarrow N_{^{14}C} = N_0 = 1.3\times10^{-12}\times10^{25} \Rightarrow \quad N_0 = 1.3\times10^{13} \text{ نواة}$$

حساب A_0:

$$A_0 = \lambda N_0 \Rightarrow A_0 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}N_0 = \frac{0.69}{5730\times365.25\times24\times3600}1.3\times10^{13}$$

$$\Rightarrow A_0 = 49.61\,Bq$$

عمر العظم:

$$t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\ln\frac{A}{A_0} = -\frac{1.81\times10^{11}}{0.69}\ln\frac{15}{49.61} \Rightarrow \quad t = 3.14\times10^{11}s = 9943ans$$