

درجة الصعوبة : ★★★★★

- معادلة تفكك نووي

- التأريخ

- استغلال بيان $N(t)$ و $N_d(t)$

نص التمرين

I. للبوتاسيوم $^{40}_{19}K$ نشاط إشعاعي β^- وهو من بين العناصر المشعة الموجودة في الطبيعة و التي تستعمل في التأريخ .

1- عرّف ما تحته خطين في الجملة السابقة .

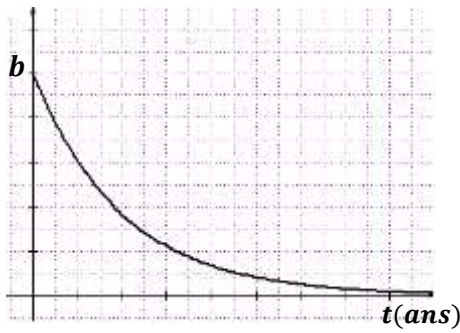
2- اكتب معادلة تفكك البوتاسيوم 40 و تعرّف على النواة الناتجة من بين الأنوية المعطاة في الجدول التالي :

$^{40}_{18}Ar$	$^{40}_{19}K$	$^{39}_{19}K$	$^{40}_{20}Ca$
----------------	---------------	---------------	----------------

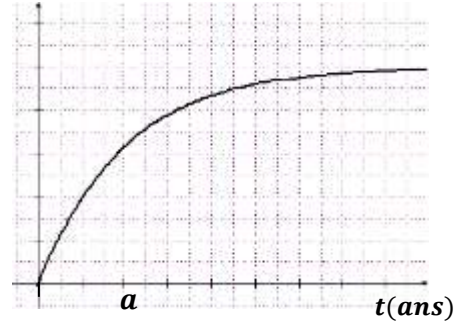
3- اذكر مميزات النشاط الإشعاعي الطبيعي .

II. بالاستعانة ببرنامج إعلام آلي (محاكاة) تمت دراسة تفكك عينة من البوتاسيوم 40 كتلتها الابتدائية $0,67 g$ و سمحت

بالحصول على تغيرات عدد الأنوية المتفككة و عدد الأنوية المتبقية خلال الزمن - الشكل (1)



المنحنى (2)



المنحنى (1)

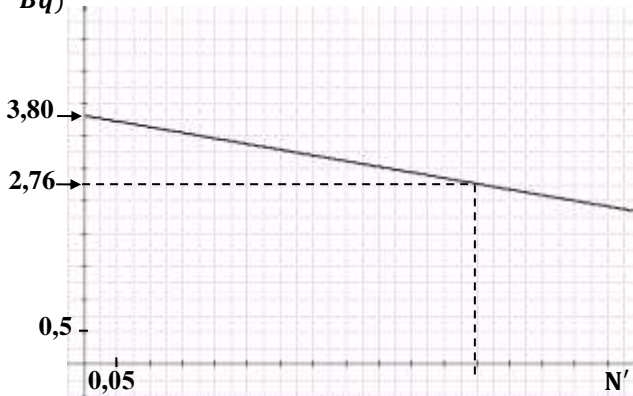
الشكل (1)

1- تعرف على كل بيان منهما مع التبرير ؟

2- ماذا يمثل فيزيائيا كل من المقدارين a و b ؟ أوجد قيمة b ثم استنتج سلم الرسم على محور الترتيب في المنحنى (2).

3- خلال رحلة علمية في الفضاء تم أخذ عينات صخرية من القمر و إحضارها للمخابر لدراساتها. من بين ما تمّ البحث عنه

هو تاريخ نشأة القمر لمعرفة إن كان جزء من الأرض ثم انفصل عنها

تمّ قياس نشاط العينة الصخرية الذي سبّبه تفكك البوتاسيوم 40 الموجود فيها فكانت قيمته $330 Bq$ و تمّ بالاستعانةببرنامج إعلام آلي مناسب رسم البيان الموافق لتغيرات النشاط A بدلالة عدد الأنوية المتفككة N' - الشكل (6) . $A (10^3 Bq)$ 

الشكل (2)

$$N_A = 6.10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ an} = 365,25 \text{ jours}$$

أ- بالاستعانة بالبيان أوجد بالـ (ans) عمر العينة

الصخرية و نصف عمر البوتاسيوم 40.

ب- استنتج قيمة a في المنحنى (1) .

كيف نسمّي المقدار الذي يُمثّل عدد الأنوية

المتفككة خلال كل ثانية ؟

احسب قيمته بالنسبة لهذه العينة عندما تتحقق النسبة $\frac{N}{N'} = 3$ حيث N هو عدد الأنوية المتبقية .

د- إذا علمت أن عمر الأرض هو تقريبا 4,5 مليار سنة فهل نشأ القمر معها ؟



الحل

I.

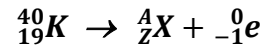
1- التعاريف

العناصر المشعة : هي عناصر غير مستقرة ، تُصدر إشعاعات α ، β^+ أو β^- لتصبح أكثر استقرارا و يرافق ذلك إشعاعات γ أحيانا.

التأريخ : هو تقنية (طريقة) فيزيائية تعتمد على خاصية التفكك الطبيعي للأنوية الغير مستقرة لتحديد عمر الأجسام أو تاريخ تشكلها .

β^- : هو عبارة عن إلكترون رمزه ${}_{-1}^0e$

2- معادلة التفكك :



نستعمل قانون انحفاظ الشحنة و انحفاظ الكتلة لـ : صودي Soddy

$$\begin{cases} 40 = A + 0 \Rightarrow A = 40 \\ 19 = Z + (-1) \Rightarrow Z = 20 \end{cases} \Rightarrow {}_{2}^AX \equiv {}_{20}^{40}Ca$$

3- مميزات النشاط الإشعاعي الطبيعي .

- تلقائي : يتم التفكك دون تدخل عوامل خارجية
- عشوائي : لا يمكن مسبقا تحديد الأنوية التي ستتفكك من بين الأنوية المشعة
- حتمي : لا يمكن تجنب تفكك الأنوية فالظاهرة تحدث حتما

II.

1- التعرف على كل بيان

نعرف أن عدد **الأنوية المتبقية** يتناقص مع مرور الزمن ← وهذا يوافق **المنحني (2)**

نعرف أن عدد **الأنوية المتفككة** يتزايد مع مرور الزمن ← وهذا يوافق **المنحني (1)**

2- المعنى الفيزيائي لكل من المقدارين a و b

المقدار b : من المنحني (2) المقدار (b) يمثل عدد الأنوية الابتدائية (N_0)

سلم الترتيب : لدينا $N_0 = \frac{m_0 \cdot N_A}{M}$ و بالتالي $N_0 = \frac{0,67 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{40} = 10^{22} \text{ noy}$ و منه السلم هو

$$\begin{cases} 5 \text{ div} \rightarrow N_0 = 10^{22} \\ 1 \text{ div} \rightarrow ? \end{cases} \text{ و منه السلم هو : } 2 \cdot 10^{21} \text{ noy}$$

المقدار a : إن a ينتمي لمحور الأزمنة ونحن نعرف أن هناك زمنين مميز فقط وهما زمن نصف العمر $t_{1/2}$ و

ثابت الزمن τ . إذن أيهما يمثل المقدار (a) ؟

نفرض أن a هو **زمن نصف العمر** $(t_{1/2})$ فهو يوافق زمن تفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية

لتعيينه من البيان لا نحتاج لمعرفة القيمة العظمى لعدد الأنوية ، يكفي أن نحسب بالتدرجات

القيمة العظمى توافق 5 تدرجات منتصفها يوافق 2,5 تدرجة

نقوم بالإسقاط نلاحظ أن **المقدار (a) لا يوافق زمن نصف العمر $(t_{1/2})$**

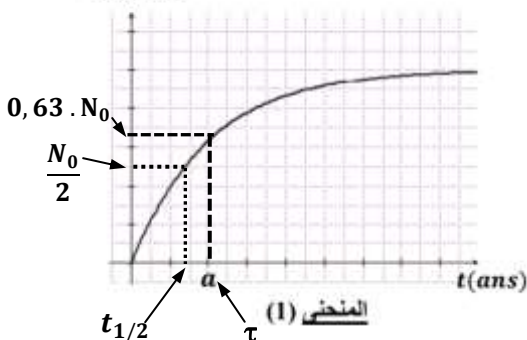
نفرض أن a هو **ثابت الزمن (τ)** و هو يوافق تفكك 63 % من الأنوية الابتدائية

القيمة العظمى توافق 5 تدرجات ، نحسب 63 % من القيمة العظمى نجدها :

$$\text{تدرجة } 5 \times 63\% = 3,15$$

بعد الإسقاط على البيان نلاحظ أن : **المقدار (a) يمثل ثابت الزمن (τ)**

عدد الأنوية



3- أ- زمن نصف العمر

العلاقة البيانية :

البيان خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته الرياضية من الشكل : $y = a.x + b$ حيث y يوافق النشاط (A)

x يوافق عدد الأنوية المتفككة (N')

$$a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{(2,76 - 3,8) \cdot 10^3}{(0,6 - 0) / 10^2} = -1,73 \cdot 10^{-17} s^{-1}$$

b هو تقاطع المستقيم مع محور الترتيب : $b = 3,8 \cdot 10^3 Bq$

تصبح معادلة البيان :

$$A = -1,73 \cdot 10^{-17} \cdot N' + 3,8 \cdot 10^3 Bq$$

العلاقة الفيزيائية

نبحث عن علاقة فيزيائية تشبه معادلة البيان أي كتابة (A) بدلالة (N')

نعرف أنه من بين علاقات النشاط (A) لدينا : $A = \lambda \cdot N$ حيث (N) يمثل عدد الأنوية المتبقية

نعرف أيضا أن عدد الأنوية المتفككة (N') و عدد الأنوية المتبقية (N) مرتبطان بالعلاقة التالية : $N = N_0 - N'$

حيث N_0 يمثل عدد الأنوية الابتدائية

نعوض في علاقة النشاط فنجد :

$$A = \lambda \cdot N_0 - \lambda \cdot N' \text{ و } A = \lambda \cdot N = \lambda \cdot (N_0 - N')$$

$$\text{لدينا } A_0 = \lambda \cdot N_0 \text{ تصبح العلاقة } A = A_0 - \lambda \cdot N'$$

بالمطابقة مع المعادلة الرياضية للبيان نستنتج : $A = A_0 - \lambda \cdot N$

$$A = a N' + b$$

$$\text{و منه } A_0 = b = 3,8 \cdot 10^3 Bq$$

$$\lambda = 1,73 \cdot 10^{-17} s^{-1} \text{ و بالتعويض نجد } -\lambda = a$$

$$\text{لدينا العلاقة : } t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} \text{ و بالتعويض نجد : } t_{1/2} = 3,98 \cdot 10^{16} s = 1,26 \cdot 10^9 \text{ ans}$$

عمر العينة الصخرية

وجدنا سابقا أن $A_0 = 3,8 \cdot 10^3 Bq$ و نعرف أن $A = 330 Bq$

$$\text{لدينا العلاقة } A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Leftrightarrow \frac{A}{A_0} = e^{-\lambda \cdot t} \Leftrightarrow \ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = -\lambda \cdot t \Leftrightarrow t = -\frac{\ln\left(\frac{A}{A_0}\right)}{\lambda}$$

$$\text{بالتعويض نجد } t = 4,48 \cdot 10^9 \text{ ans}$$

ب- قيمة (a) في المنحنى (1)

$$a = \tau = \frac{1}{\lambda} = 1,76 \cdot 10^9 \text{ ans}$$

المقدار الذي يمثل عدد الأنوية المتفككة خلال كل ثانية هو النشاط و رمزه A

$$\text{قيمة } A \text{ عندما تتحقق النسبة } \frac{N}{N'} = 3$$

$$\text{لدينا } A = \lambda \cdot N \text{ و لدينا أيضا } N' = N_0 - N$$

$$\frac{N}{N'} = 3 \Rightarrow \frac{N}{N_0 - N} = 3 \Rightarrow$$

$$N = 3N_0 - 3N \Rightarrow N + 3N = N_0 \Rightarrow$$

$$4N = 3N_0 \Rightarrow N = \frac{3}{4} N_0$$

$$A = \lambda \cdot N = \lambda \cdot \frac{3}{4} N_0$$

$$A = 1,31 \cdot 10^5 Bq$$

د- عمر القمر نلاحظ أن عمر العينة $t = 4,48 \cdot 10^9 \text{ ans}$ يساوي تقريبا عمر الأرض ومنه نستنتج أن القمر نشأ في نفس الفترة التي نشأت فيها الأرض