2 - الإشعـــاع في خدمة علم الآثـار

1 – تفكك الكربون 14 :

1 – 1 – النواتان $^{13}_{6}C$ و $^{12}_{6}C$ هما نظران لأن لهما نفس الرقم الذري (Z) .

1 – 2 - النواة $^{14}_{6}C$ تحتوي على 6 بروتونات و 8 نوترونات .

1 – 3 - معادلة التفكك : $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$.

النواة الإبن $^{14}_{7}N$ تنتُج وهي في حالة مستقرة ، أي لا تبعث الأمواج الكهرومغناطيسية γ ، ولهذا نكتبها في المعادلة بالشكل $^{14}_{7}N$ ، وليس بالشكل $^{14}_{7}N^{*}$. نمط التفكك هو β^{-} .

2 – خـاصية التفكك الإشعـاعي :

2 – 1 - **الملحق المذكور في هذا السؤال لم يُعط في الطبعة القديمة الكتاب .**

ها هو الملحق منقول من النسخة الأصلية :

2 - 1 - 1 **التحوّل الإشعـاعي لنواة واحدة يتميّز بالطابع .....**

أ) التنبئي

ب) العشوائي

جـ) الدوري

2 - 1 - 2 **تفكك نواة .....**

أ) لا يؤدي لتفكك نواة مجاورة لها

ب) يؤثر على نمط تفكك نواة مجاورة لها

جـ) يتأثر بنواة مجاورة لها

2 - 1 - 3 **نواة في طور شيخوختها تملك .....**

أ) نفس احتمال التفكك مثل نواة في طور شبابها

ب) أقلّ احتمال لتفككها من نواة في طور شبابها

جـ) نفس الاحتمال لتفككها مثل نواة في طور شبابها

لا نكتب (حضوض) ، بل نكتب (حظوظ)

2 - 1 - 4 **التحوّل الإشعـاعي لمجموعة كبيرة من الأنويةعبارة عن تحوّل .....**

أ) يمكن التنبؤ به

ب) عشوائي

جـ) دوري

الجواب :

2 - 1 - 1 **التحوّل الإشعـاعي لنواة واحدة عبارة عن تحوّل عشوائي**

2 - 1 - 2 **تفكك نواة لا يؤدي لتفكك نواة مجاورة لها**

www.guezouri.org

2 - 1 - 3 نواة في طور شيخوختها تملك نفس الاحتمال لتفككها مثل نواة في طور شبابها

2 - 1 - 4 التحوّل الإشعـاعي لمجموعة كبيرة من الأنوية عبارة عن تحوّل يمكن التنبؤ به

1 – 2 – 2

العلاقة (أ) : $N = N_0\ e^{-\lambda t}$ عند $t = 0$ يكون $N = N_0$ ، وعندما $t \to +\infty$ فإن $N = 0$

العلاقة (أ) : $N = N_0\ -\lambda t$ عند $t = 0$ يكون $N = N_0$ ، وعندما $t \to +\infty$ فإن $N \to -\infty$

العلاقة (أ) : $N = N_0\ e^{\lambda t}$ عند $t = 0$ يكون $N = N_0$ ، وعندما $t \to +\infty$ فإن $N \to +\infty$

العلاقة الصحيحة هي العلاقة التي يكون فيها عند $t = 0$: $N = N_0$ ، وعندما $t \to +\infty$: $N = 0$

لأن الأنوية تتفكك ، أي عددها المتوسط يؤول إلى الصفر بمرور الزمن . وبالتالي العلاقة الصحيحة هي : $N = N_0\ e^{-\lambda t}$

2 – 2 – 2 - A_0 هي قيمة النشاط الإشعاعي في لحظة نعتبرها ابتدائية .

3 – 2 – 2 النشاط هو عدد التفككات في الثانية ، أي : $A_0 = \frac{13,6}{60} = 0,22\ Bq$ (اعتمادا على النص)

ملاحظة : يمكن أن نتأكد من هذه القيمة بحساب عدد الأنوية في 1 g من الكربون : $N = N_A \frac{m}{M} = 6,023\times10^{23} \times \frac{1}{12} \approx 5\times10^{22}$

(لا تنس أنه عندما نحسب عدد الأنوية في العينة نعتبر ^{14}C و ^{13}C مهملان ولا نأخذ بعين الاعتبار إلا ^{12}C ، لهذا أخذنا $M = 12$)

نحسب الآن عدد أنوية ^{14}C من العلاقة $\frac{N_{14}}{N_{12}} = 1,3\times10^{-12}$ (النسبة في الكائن الحي) .

نجد $N_{14} = 6,5\times10^{10}$. وبتطبيق العلاقة $A = \lambda N$ نكتب $A = \frac{0,69}{5730\times365\times24\times3600} \times 6,5\times10^{10} \approx 0,248\,Bq$

4 – 2 – 2 العمر صفر يوافق نشاطا قدره 0,22 Bq بالنسبة للكربون 14 ، والمقصود به لحظة وفاة الكائن الحي الذي يحتوي على الكربون 14 . (لأن الكربون 14 ينقطع تجديده في الكائن الحي ابتداء من لحظة وفاته ، وابتداء من هذه اللحظة يشرع في التناقص) .

3 – التأريخ بواسطة الكربون 14

3 – 1 - زمن نصف العمر (نصف الحياة) هو المدة التي يتفكك فيها نصف العدد الابتدائي لعيّنة من الأنوية المشعّة .

3 – 2 - لدينا : $N = N_0\ e^{-\lambda t}$. نعوّض N بـ $\frac{N_0}{2}$ و t بـ $t_{1/2}$ ، ومنه $e^{-\lambda\ t_{1/2}} = \frac{1}{2}$ ، وبادخال اللوغاريتم النيبيري على الطرفين نجد : $\lambda\ t_{1/2} = ln2$

3 – 3 - $\lambda = \frac{0,69}{5,73\times10^3} = 1,2\times10^{-4}\,ans^{-1}$

3 – 4 - عند وفاة *Otzi* كان نشاط عينة قدرها 1 g من الكربون النقي $A_0 = 0,22\ Bq$ (عينة من جلد أو عظم المومياء) عندما عُثر على *Otzi* في الجليد كان نشاط نفس العينة A(t) .

لدينا : $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ ، أي : $\frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t}$ ، وبادخال اللوغاريتم النيبيري على طرفي المعادلة نكتب :

$-\lambda t = \ln\frac{A(t)}{A_0}$ ، ومنه : $t = -\frac{1}{\lambda}\ln\frac{A(t)}{A_0}$

$$t = -\frac{1}{1,2\times10^{-4}}\ ln\frac{7,16}{13,6} = 5346\ ans$$

www.siezouri.org

3 – 5 - من النص نقتبس أن بعد وفاة مادة حية فإن نسبة الكربون 14 تكون بجوار 1 % بعد 40 ألفية ، أي بعد مدة زمنية قدرها $t = 40\ 000\ ans$.

نلاحظ أن عمر المرجان المكتشف في *Obock* هو $t' = 1,2 \times 10^5\ ans$ ، ولدينا t' أكبر بكثير من t ، أي أن بعد المدة t' لا نجد أي أثر للكربون في المرجان ، فلهذا لا يمكن دراسته اعتمادا على الكربون 14 .

طريقة أخرى : لدينا العلاقة $A(t) = \frac{A_0}{2^n}$ ، حيث n هو عدد مضاعفات زمن نصف عمر الكربون في المدة t' .

$n = \frac{1,2 \times 10^5}{5,73 \times 10^3} = 21$. يكون نشاط العينة من الكربون 14 بعد المدة t' $A = \frac{A_0}{2^{21}} = 1,05 \times 10^{-7}\ Bq\ !!$

لا أثر لأنوية الكربون في نهاية هذه المدة .

4 - اختيـار العنصر المشع

1 – 4 نعوّض الزمن t بـ $4t_{1/2}$ في علاقة التناقص $N = N_0\ e^{-\lambda t}$

$\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{ln\,2}{t_{1/2}} \times 4t_{1/2}}$ ، ومنه : $\frac{N}{N_0} = e^{-4ln2} = 0,063$ ، وهذا يوافق نسبة قدرها 6,3 %

2 – 4 – النسبة بين عمر الأرض ونصف عمر البوتاسيوم 40 هي $\frac{4,5 \times 10^9}{1,3 \times 10^9} \approx 3,46$.

النسبة بين العدد الابتدائي لأنوية البوتاسيوم وعددها عند اللحظة $t = 4,5 \times 10^9\ ans$ هو $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2^n} = \frac{1}{2^{3,46}} = 0,091$ ، أي أن

النسبة المئوية لعدد الأنوية هو 9,1 % ، وهذه النسبة أكبر من النسبة المفروضة في التمرين .

إذن يمكن تأريخ الأرض بواسطة تحوّل البوتاسيوم 40 .

www.guezouri.org