التحولات النووية (02) :التأريخ

التمرين 01 :

أخذت عينة من خشب حطام سفينة تم العثور عليها بالقرب من أحد السواحل . أعطى قياس النشاط الإشعاعي لهذه العينة عند لحظة t القيمة $21.8\ Bq$. بينما كانت تلك القيمة $28.7\ Bq$ لقطعة خشب حديثة من نفس النوع ولها نفس الكتلة .

- حدد عمر خشب السفينة .

زمن نصف العمر للكربون 14 : $5730\ ans$

التمرين 02 :

قطعتان خشبيتان لهما نفس الكتلة إحداهما قديمة والأخرى حديثة ، حيث النشاط الإشعاعي لـ ^{14}C في الخشب القديم أقل بـ 7 مرات مما هي في الخشب الجديد

- ما عمر قطعة الخشب القديمة ؟

زمن نصف العمر للكربون 14 : $5730\ ans$

التمرين 03 :

تمتص الكائنات الحية غاز CO_2 من الهواء الذي يحتوي ^{14}C و ^{12}C وتكون هذه النسبة ثابتة في الكائنات الحية وتقدر بـ : $\frac{N_0(^{14}C)}{N(^{12}C)} = 1.2 \times 10^{-12}$

وبعد وفاة الكائن الحي تتناقص هذه النسبة لأن ^{14}C لا يتجدد (بسبب توقف الامتصاص)

1) في حفرية لكائن حي وجدت دراسة أن $\frac{N_0(^{14}C)}{N(^{12}C)} = 0.25 \times 10^{-12}$

- كم مضى على وفاة هذا الكائن ؟

2) لتحديد عمر قطعة خشب قديم ، قيس النشاط الإشعاعي لعينة منها كتلتها $m = 300\ mg$ عند لحظة t فوجد 0.023 تفككا في الثانية . أخذت عينة لها نفس الكتلة السابقة من شجرة حية فوجد أن كتلة الكربون 12 فيها هي $150\ mg$.

أ. أحسب عدد أنوية الكربون 12 واستنتج عدد أنوية الكربون 14 الموجودة في العينة التي أخذت من الشجرة الحية .

ب. أحسب النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 ، ثم حدد عمر قطعة الخشب .

زمن نصف العمر للكربون 14 : $5730\ ans$

التمرين 04 :

قرأت مجموعة من التلاميذ على البطاقة المرفقة لمنبع مشع للسيزيوم 137 المعلومات التالية :

السيزيوم 137 $(^{137}_{55}Cs)$ ، الإشعاعات β^- و γ . الكتلة المولية $M(^{137}_{55}Cs)) = 137g/mol$

نصف العمر $t_{1/2} = 30.15\ ans$ ، الكتلة الإبتدائية $m_0 = 5.02 \times 10^{-2}g$ ، تاريخ الصنع : .....

لمعرفة تاريخ صنع هذا المنبع ، قاست مجموعة التلاميذ يوم **28** جوان **2020** نشاط العينة فوجدت $A = 14.97 \times 10^{10}Bq$

إليك مستخرج من الجدول الدوري للعناصر الكيميائية

$_{53}I$	$_{54}Xe$	$_{55}Cs$	$_{56}Ba$

1- عرف العنصر المشع ، وأذكر اسم الجهاز المستعمل لقياس نشاط العينة .

2- أكتب معادلة تفكك نواة السيزيوم 137 .

3- أحسب N_0 عدد الأنوية الابتدائية المشعة الموجودة بالمنبع عند اللحظة $(t = 0)$.

4- أحسب قيمة λ بـ s^{-1} .

5- حدد تاريخ صنع المنبع .

التمرين 05 :

النواة $^{14}_{6}C$ نشيطة إشعاعيا ، وزمن نصف عمرها $t_{1/2} = 5730\ ans$ ، تبقى نسبة هذه الأنوية ثابتة عند الكائنات الحية ولكن بعد وفاتها تتفكك تلقائيا نواة $^{14}_{6}C$ إلى نواة الأزوت $^{14}_{7}N$ مع اصدار شعاع .

1- أكتب المعادلة النووية لتفكك نواة الكربون ، محددا نمط الإشعاع الصادر .

2- أكتب عبارة قانون التناقص الإشعاعي ، أكتب العلاقة بين ثابت التفكك λ و نصف العمر $t_{1/2}$.

3- أكتشف قبر الفرعون " توت عنخ أمون " سليما ، نريد تحديد الحقبة التي حكم فيها هذا الفرعون ، من أجل ذلك قمنا بقياس النشاط الإشعاعي للكربون 14 الموجود في قطعة جلدية نزعت من جسم الفرعون فأعطى 0.138 تفكك في الثانية لكل واحد غرام$(1g)$. بينما تلك القيمة تساوي 25.08 تفكك في الدقيقة لكل $2.0\ g$ لكائن حي .

أ- حدد بالسنوات عمر قطعة الجلد .

ب- في أي حقبة عاش الفرعون " توت عنخ أمون " علما أن القياسات تمت سنة 1995 ؟

التمرين 06 :

تخضع في الطبقات العليا من الجو نواة الازوت $^{14}_{7}N$ إلى قصف بواسطة نترون وتتحول إلى نواة $^{14}_{6}C$.

1- أكتب معادلة هذا التحول وحدد طبيعة الجسم المتحرر .

2- الكربون $^{14}_{6}C$ مشع حسب النمط β^- ، وزمن نصف عمره $t_{1/2} = 5730\ ans$ ، تبقى نسبته ثابتة في الكائنات الحية بسبب التحول السابق ، وتقدر هذه النسبة بـ : $\frac{N(^{14}C}{N(^{12}C)} = 10^{-12}$

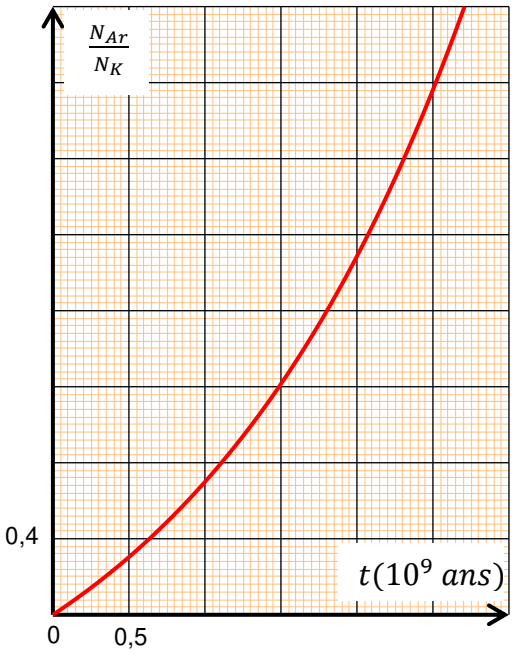
إن تحليل شظية عظم قديم كتلتها $m = 300\ g$ ، نسبة الكربون فيها 70% أعطى نشاطا قدره $A = 10\ Bq$.

- أحسب عمر هذا العظم .

3- يعتمد على نوكليدات أخرى في مجال التأريخ فمثلا لتحديد عمر صخرة موجودة في فوهة بركان قديم يعطي قيمة تقريبية لتاريخ آخر انفجار لهذا البركان . يعتمد هذا التأريخ على تحديد كمية البوتاسيوم 40 والأرغون 40 الناتج عن تفككه في عينة من صخرة .

وجدت في عينة من صخرة كتلتها $m = 100\ g$ ، النسبة الكتلية لعنصر البوتاسيوم فيها 5% الذي يحتوي على 0.012 % كتليا من النظير ^{40}K .

مثلنا النسبة $\frac{N_{Ar}}{N_K}$ في العينة بدلالة الزمن فتحصلنا على البيان التالي :



أ- أكتب معادلة تفكك البوتاسيوم $^{40}_{19}K$ إلى أرغون $^{40}_{18}Ar$ مبينا نوع النشاط الإشعاعي .

ب- بين أن $\frac{N_{Ar}}{N_K} = e^{\lambda t} - 1$ ، حيث λ هو الثابت الإشعاعي للبوتاسيوم 40

ت- أوجد بطريقتين مختلفتين عمر الصخرة علما أن قيمة النسبة $\frac{N_{Ar}}{N_K}$ فيها هي 0.4.

ث- استنتج تاريخ آخر انفجار لهذا البركان .

ج- ماهو حجم غاز الأرغون الموجود في الصخرة لحظة تحليلها .

ح- أحسب نشاط العينة الناتج عن البوتاسيوم 40 .

خ- وجدت قطعة خشبية يعتقد أنها من بقايا الأشجار التي أحرقت عند انفجار البركان ، بين استحالة معرفة تاريخ انفجار البركان بالاعتماد على تفكك ^{14}C .

معطيات :

$V_M = 24\ L.mol^{-1}$ $N_A = 6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

حل التمرين 01 :

تحديد عمر خشب السفينة :

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) = \frac{5730}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{28.7}{21.8}\right)$$

$$t = 2273.7 ans$$

حل التمرين 02 :

النشاط الإشعاعي لـ ^{14}C في الخشب القديم أقل بـ 7 مرات مما هي في الخشب الجديد يعني : $A_0 = 7A(t)$

عمر قطعة الخشب القديمة :

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{7A(t)}{A(t)}\right) = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln(7)$$

$$t = 16086.14\ ans$$

حل التمرين 03 :

ملاحظة : الكربون 12 (^{12}C) مستقر وبالتالي لا يتفكك وبالتالي ليس لديه نشاط إشعاعي .

(1

النشاط الإشعاعي للكائن وهو حي :

$$A_0 = \lambda N_0(^{14}C) = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times 1.2 \times 10^{-12} \times N(^{12}C)$$

النشاط الإشعاعي لحفرية الكائن الحي :

$$A(t) = \lambda N(^{14}C) = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times 0.25 \times 10^{-12} \times N(^{12}C)$$

ومنه عمر الحفرية :

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times 1.2 \times 10^{-12} \times N(^{12}C)}{\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times 0.25 \times 10^{-12} \times N(^{12}C)}\right) = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{1.2}{0.25}\right)$$

$$t = 12967.19\ ans$$

(2

حساب عدد أنوية الكربون 12 :

$$N_0(^{12}C) = \frac{m_0(^{12}C)}{M}.N_A = \frac{150 \times 10^{-3}}{12} \times 6.023 \times 10^{23} = 7.529 \times 10^{21}\ noyaux$$

استنتاج عدد أنوية الكربون 14 :

$$N_0(^{14}C) = 1.2 \times 10^{-12} \times N_0(^{12}C) = 1.2 \times 10^{-12} \times 7.525 \times 10^{21} = 9.03 \times 10^{9}\ noyaux$$

حساب النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 :

$$A_0 = \lambda N_0(^{14}C) = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times N_0(^{14}C) = \frac{\ln 2}{5730 \times 365 \times 24 \times 3600} \times 9.03 \times 10^{9}$$

$$A_0 = 0.0346\ Bq$$

تحديد عمر قطعة الخشب :

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) = \frac{5730}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{0.0346}{0.023}\right)$$

$$t = 3376.5\ ans$$

حل التمرين 04 :

تعريف العنصر المشع : نواته غير مستقرة تتفكك تلقائيا لتعطي نواة بنت أكثر استقرارا مع اصدار جسيمات α و β^- و β^+ وإشعاعات كهرومغناطيسية γ

اسم الجهاز المستعمل لقياس نشاط العينة : عداد جيجر مولر .

1- معادلة تفكك السيزيوم 137 : $^{137}_{55}Cs + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{-1}e + \gamma$

2- حساب عدد الأنوية الابتدائية الموجودة بالمنبع لحظة صنعه : $N_0 = \frac{m_0}{M} \times N_A$

$$N_0 = \frac{5.02 \times 10^{-2}}{137} \times 6.02 \times 10^{23} \Longrightarrow N_0 = 2.2 \times 10^{20}\ noyaux$$

حساب قيمة λ بـ s^{-1} :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{30.15 \times 365.5 \times 24 \times 3600} = 7.28 \times 10^{-10}\ s^{-1}$$

3- تاريخ صنع المنبع :

عمر المنبع :

$$t = ln\frac{A_0}{A} \times \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{7.28 \times 10^{-10}} \ln \frac{7.28 \times 10^{-10} \times 2.2 \times 10^{20}}{14.97 \times 10^{10}}$$

$$t = 9.28 \times 10^{7} s = 2.94\ ans = 2ans\ 11\ mois\ 8\ jours$$

توضيح لكيفية ايجاد القيمة $2ans\ 11\ mois\ 8\ jours$:

$$2.94\ ans = 2\ ans + 0.94\ ans$$

بقي لنا أن نعرف $0.94\ ans$ كم يوجد فيها من شهر فنضرب في 12 لأنه في سنة واحدة يوجد 12 شهرا

$$0.94\ ans = 0.94 \times 12 = 11.28\ mois$$

$$11.28\ mois = 11\ mois + 0.28\ mois$$

نفس الأمر سنبحث الآن عن معرفة كم يوجد من يوم في $0.28\ mois$ فنضرب في 30 لأنه في الشهر الواحد يوجد 30 يوم

$$0.28\ mois = 0.28 \times 30 = 8.4\ jours$$

$$8.4\ jours = 8\ jours + 0.4$$

نستحفظ بـ $8\ jours$ ونهمل 0.4 .

نقوم الان بطرح $2ans\ 11\ mois\ 8\ jours$ من تاريخ اكتشاف المنبع (28 جوان 2020)

28 جوان 2020 = 28/06/2020

$$\begin{cases} 2020/06/28 \\ - \\ 2/11/8 \end{cases}$$

$$2017/05/20$$

وبالتالي تاريخ صنع المنبع هو : 20 ماي 2017

حل التمرين 05 :

1- المعادلة النووية لتفكك نواة الكربون مع تحديد الإشعاع الصادر : $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{A}_{Z}X$

حسب قانوني الانحفاظ لصودي نجد : أن الجسيم (X) هو عبارة عن الكترون $^{0}_{-1}e$ ومنه نمط الإشعاع الصادر هو β^- .

2- عبارة التناقص الإشعاعي : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

العلاقة ما بين ثابت التفكك λ و نصف العمر $t_{1/2}$: $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

3- تحديد عمر القطعة الجلدية بالسنوات :

لدينا : $A\,(1g) = 0.138\ Bq$ ولدينا $A_0\,(2g) \rightarrow$ تفكك في الدقيقة 25.08

$A_0\,(1g) \rightarrow x$

ومنه : $A_0\,(1g) =$ تفكك في الدقيقة 12.54 $\Leftrightarrow$ $x = \frac{25.08 \times 1}{2} =$ تفكك في الدقيقة 12.54

$A_0\,(1g) = \frac{12.54}{60} = 0.209$ تفكك في الثانية

$$A_0\,(1g) = 0.209\ Bq$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A}{A_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = -\lambda t \Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda}.\ln\left(\frac{A}{A_0}\right)$$

$$t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}.\ln\left(\frac{A}{A_0}\right) \Leftrightarrow t = -\frac{5730}{0.693} \times ln\frac{0.138}{0.209} = 3432\ ans$$

تحديد الحقبة التي حكم فيها الفرعون : $1995 - 3432 = -1437\ ans$

أي أن الفرعون " توت عنخ أمون " حكم مصر قبل الميلاد بـ 1437 سنة .

حل التمرين 06 :

1) معادلة التحول : $^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{A}_{Z}X$

حسب قانوني الانحفاظ لصودي نجد : طبيعة الجسم المتحرر $^{A}_{Z}X$: بروتون $(^{1}_{1}p)$.

2) حساب عمر هذا العظم : لدينا $t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}.\ln\left(\frac{A}{A_0}\right)$

حساب A_0 : $A_0 = \lambda N_0$

$$N_0(^{14}C) = 10^{-12} N_0(^{12}C)$$

$$N_0(^{12}C) = \frac{m_0(^{12}C)}{M}.N_A$$

$$m_0(^{12}C) = \frac{70}{100} \times m = \frac{70}{100} \times 300 = 210\ g$$

$$N_0(^{12}C) = \frac{m_0(^{12}C)}{M}.N_A = \frac{210}{12} \times 6.02 \times 10^{23} = 1.054 \times 10^{25}\ noyaux$$

$$N_0(^{14}C) = 10^{-12} N_0(^{12}C) = 10^{-12} \times 1.054 \times 10^{25} = 1.054 \times 10^{13} noyaux$$

$$A_0 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times N_0(^{14}C) \Leftrightarrow A_0 = 40.56\ Bq$$

بالتعويض في العلاقة :

$$t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}.\ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = -\frac{5730}{0.693}.\ln\left(\frac{10}{40.56}\right) \Leftrightarrow t = 11508\ ans$$

3) أ/ معادلة تفكك البوتاسيوم : $^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{0}_{+1}e$ نوع النشاط الإشعاعي : إشعاع β^+.

ب/ تبيين أن : $\frac{N_{Ar}}{N_K} = e^{\lambda t} - 1$

$$N_0(K) = N_K + N_{Ar} \implies N_{Ar} = N_0(K) - N_K$$

لأن : N_{Ar} تمثل عدد أنوية الأرغون المتشكلة وهي نفسها عدد أنوية البوتاسيوم المتفككة .

$$\frac{N_{Ar}}{N_K} = \frac{N_0(K) - N_K}{N_K} = \frac{N_0(K)}{N_K} - \frac{\cancel{N_K}}{\cancel{N_K}} = \frac{N_0(K)}{N_K} - 1 = \frac{\cancel{N_0(K)}}{\cancel{N_0(K)}.e^{-\lambda t}} - 1 \implies = \frac{1}{e^{-\lambda t}} - 1 \implies \boxed{\frac{N_{Ar}}{N_K} = e^{\lambda t} - 1}$$

ت / عمر الصخرة :

الطريقة 1 : حسابيا $0.4 = e^{\lambda t} - 1 \implies e^{\lambda t} = 1.4$

$$ln\, e^{\lambda t} = \ln 1.4 \implies \lambda t = \ln 1.4 \implies t = \frac{\ln(1.4)}{\lambda} = \frac{\ln 1.4}{\ln 2} \times t_{1/2}$$

ايجاد $t_{1/2}$: في اللحظة $t = t_{1/2}$ تصبح العلاقة السابقة كالتالي :

$$\frac{N_{Ar}}{N_K} = e^{\lambda t_{1/2}} - 1 = e^{\frac{ln2}{t_{1/2}} t_{1/2}} - 1 = e^{\ln 2} - 1 = 2 - 1 \implies \boxed{\frac{N_{Ar}}{N_K} = 1}$$

بمعنى أنه عند زمن نصف العمر نصف عدد أنوية البوتاسيوم يتفكك متحولا إلى أرغون ويبقى النصف الأخر بوتاسيوم

أي أنه عند زمن نصف العمر : عدد الأنوية المتفككة = عدد الأنوية المتبقية .

من البيان : $\frac{N_{Ar}}{N_K} = 1 \longrightarrow \boxed{t_{1/2} = 1.3 \times 10^9\ ans}$

$$t = = \frac{\ln 1.4}{\ln 2} \times 1.3 \times 10^9 \implies \boxed{t = 0.63 \times 10^9\ ans}$$

الطريقة 2 : بيانيا بالاسقاط $\frac{N_{Ar}}{N_K} = 0.4 \longrightarrow \boxed{t = 0.63 \times 10^9\ ans}$

ث/ تاريخ آخر انفجار : هو نفس عمر الصخرة أي قبل 0.63×10^9 سنة .

ج/ حجم غاز الأرغون الموجود في الصخرة لحظة تحليلها :

$$m(^{40}K) = \frac{0.012}{100} m(K) = \frac{0.012}{100}\left(\frac{5}{100} m\right) = \frac{0.012}{100}\left(\frac{5}{100} \times 100\right) = 6 \times 10^{-4}\ g$$

$$N(^{40}Ar) = 0.4 \times N(^{40}K)$$

$$\frac{V_g(^{40}Ar)}{V_M} \times \cancel{N_A} = 0.4 \frac{m(^{40}K)}{M} \times \cancel{N_A} = V_g(^{40}Ar) = 0.4 \frac{m(^{40}K) \times V_M}{M}$$

$$\boxed{V_g(^{40}Ar) = 1.44 \times 10^{-4}\ L}$$

ح/ نشاط العينة :

$$A = \lambda N(^{40}K) = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times \frac{m(^{40}K)}{M} \times N_A$$

$$A = \frac{0.693 \times 6 \times 10^{-4} \times 6.023 \times 10^{23}}{1.3 \times 10^9 \times 365 \times 24 \times 3600 \times 40} \Leftrightarrow \boxed{A = 1.53 \times 10^2\ Bq}$$

خ/ مدة التأريخ بالكربون 14 هي 5τ

$$5\tau = 5 \times \frac{5730}{\ln 2} = \boxed{41333\ ans}$$

لكن عمر انفجار البركان أكبر بكثير من هذه المدة ، لذا يستحيل معرفة انفجار البركان اعتمادا على التأريخ بالكربون 14 .