

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)

$$(1) \quad \frac{N_0(^{14}C)}{N(^{12}C)} = 0.25 \times 10^{-12} \text{ وجدت دراسة أن}$$

■ 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 $M(^{137}_{55}Cs) = 137 g/mol$

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

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

^{56}Ba	^{55}Cs	^{54}Xe	^{53}I
-----------	-----------	-----------	----------

إليك مستخرج من الجدول الدوري للعناصر الكيميائية

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 $^{14}_6C$ نشيطة إشعاعيا ، وزمن نصف عمرها $t_{1/2} = 5730 \text{ ans}$ ، تبقى نسبة هذه الأنوية ثابتة عند الكائنات الحية ولكن بعد وفاتها تتفكك تلقائيا نواة $^{14}_6C$ إلى نواة الأزوت $^{14}_7N$ 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 آمون " سليما ، نريد تحديد الحقبة التي حكم فيها هذا الفرعون ، من أجل ذلك قمنا بقياس النشاط الإشعاعي للكربون 14 الموجود في قطعة جلدية نزع 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 آمون " علما أن القياسات تمت سنة 1995 ؟

التمرين 06 :

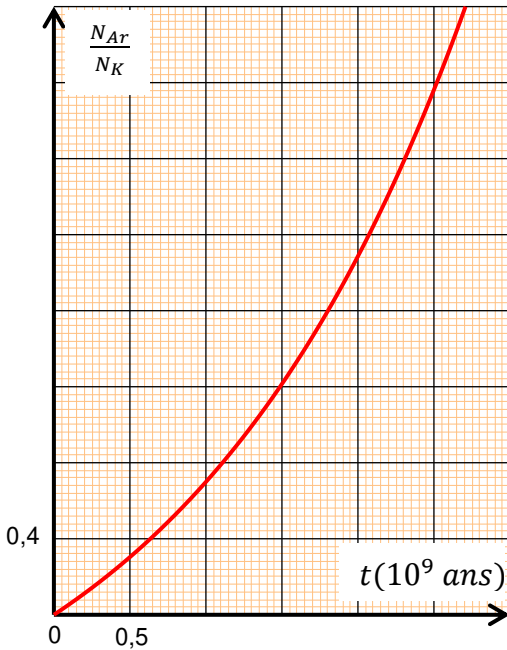
تخضع في الطبقات العليا من الجو نواة الأزوت $^{14}_7N$ إلى قصف بواسطة نوترون وتتحول إلى نواة $^{14}_6C$.

- 1- أكتب معادلة هذا التحول وحدد طبيعة الجسم المتحرر .
- 2- الكربون $^{14}_6C$ مشع حسب النمط β^- ، وزمن نصف عمره $t_{1/2} = 5730 \text{ ans}$ ، تبقى نسبته ثابتة في الكائنات الحية بسبب التحول السابق ، وتقدر هذه النسبة بـ : $\frac{N(^{14}_6C)}{N(^{12}_6C)} = 10^{-12}$

إن تحليل شظية عظم قديم كتلتها $m = 300 \text{ g}$ ، نسبة الكربون فيها 70% أعطى نشاطا قدره $A = 10 \text{ Bq}$.
• 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 $m = 100 \text{ g}$ ، 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 $^{14}_6C$.

معطيات :

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$V_M = 24 \text{ L. mol}^{-1}$$

حل التمرين 01 :

تحديد عمر خشب السفينة :

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

$$t = 2273.7 \text{ ans}$$

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 :

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

$$t = 16086.14 \text{ ans}$$

حل التمرين 03 :

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

(1)

النشاط الإشعاعي للكائن وهو حي :

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

النشاط الإشعاعي لحفيرة الكائن الحي :

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

ومنه عمر الحفيرة :

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

$$t = 12967.19 \text{ ans}$$

(2)

حساب عدد أنوية الكربون 12 :

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

استنتاج عدد أنوية الكربون 14 :

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

حساب النشاط الإشعاعي الابتدائي A_0 :

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

$$A_0 = 0.0346 \text{ Bq}$$

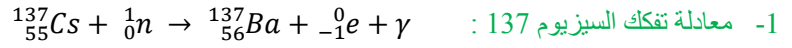
تحديد عمر قطعة الخشب :

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

$$t = 3376.5 \text{ ans}$$

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 .



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

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

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 :

$$t = \ln \frac{A_0}{A} \times \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{7.28 \times 10^{-10}} \ln \frac{7.28 \times 10^{-10} \times 2.2 \times 10^{20}}{14.97 \times 10^{10}}$$
$$t = 9.28 \times 10^7 s = 2.94 \text{ ans} = 2 \text{ ans } 11 \text{ mois } 8 \text{ jours}$$

توضيح لكيفية ايجاد القيمة : 2ans 11 mois 8 jours

$$2.94 \text{ ans} = 2 \text{ ans} + 0.94 \text{ ans}$$

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

$$0.94 \text{ ans} = 0.94 \times 12 = 11.28 \text{ mois}$$

$$11.28 \text{ mois} = 11 \text{ mois} + 0.28 \text{ mois}$$

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

$$0.28 \text{ mois} = 0.28 \times 30 = 8.4 \text{ jours}$$

$$8.4 \text{ jours} = 8 \text{ jours} + 0.4$$

نستحفظ بـ 8 jours ونهمل 0.4 .

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

$$2020 \text{ جوان } 28 = 28/06/2020$$

$$\begin{array}{r} 2020/06/28 \\ - \\ 2/11/8 \\ \hline 2017/05/20 \end{array}$$

وبالتالي تاريخ صنع المنبع هو : 20 ماي 2017

حل التمرين 05 :



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 الجدية بالسنوات :

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

$A_0(1g) \rightarrow x$

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

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

$A_0(1g) = 0.209 Bq$

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

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

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

أي أن الفرعون " توت عنخ آمون " حكم مصر قبل الميلاد ب 1437 سنة .

حل التمرين 06 :



حسب قانوني الانحفاظ لصودي نجد : طبيعة الجسم المتحرر 4_2X : بروتون (1_1p).

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

حساب A_0 : $A_0 = \lambda N_0$

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

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

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

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

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

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

بالتعويض في العلاقة :

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

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

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

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

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

$$\frac{N_{Ar}}{N_K} = \frac{N_0(K) - N_K}{N_K} = \frac{N_0(K)}{N_K} - \frac{N_K}{N_K} = \frac{N_0(K)}{N_K} - 1 = \frac{N_0(K)}{N_0(K) \cdot e^{-\lambda t}} - 1 \Rightarrow \frac{1}{e^{-\lambda t}} - 1 \Rightarrow \frac{N_{Ar}}{N_K} = e^{\lambda t} - 1$$

ت / عمر الصخرة :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ج/ حجم غاز الأرغون الموجود في الصخرة لحظة تحليلها :

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

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

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

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

ح/ نشاط العينة :

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

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

خ/ مدة التأريخ بالكربون 14 هي 5τ

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

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