تمارين محلولة بالتفصيل

التمرين الأول :

وجد أن $\frac{9}{10}$ من ذرات عينة من عنصر مشع قد تحللت خلال زمن $t = 8\ ans$

- أوجد نصف العمر (الدور) لهذا العنصر المشع

الحل :

المعطيات : - عدد الذرات المنحلة : $(N_0 - N) = \frac{9}{10}$ ولدينا : $N_0 = \frac{10}{10}$

ومنه : $N = \frac{1}{10}$ الكمية المتبقية من العنصر

و لدينا العلاقة : $N = N_0 e^{-\lambda t}$ إذن : $\frac{N_0}{N} = e^{\lambda t}$ نجد : $Ln\frac{N_0}{N} = \lambda t$

ومنه : $\lambda = \frac{Ln\frac{N_0}{N}}{t} = \frac{Ln(10)}{8} = \frac{2,302}{8} = 0,28782\ ans^{-1}$

ومنه نجد أن هذا دور العنصر هو : $\tau = \frac{Ln2}{\lambda} = 2,4\ ans$ إذن : $\boxed{\tau = 2,4\ ans}$

التمرين الثاني :

أحسب النشاطية الإشعاعية (سرعة الانحلال) لعينة كتلتها $1\ g$ من النظير $^{90}_{38}Sr$ الذي دوره $\tau = 28\ ans$ و بإصدار (β^+)

الحل :

المعطيات : $\tau = 28\ ans = 88,36 \times 10^7\ s$ و $A = 90\ u$

1 / حساب الثابت الانحلالي (λ) :

لدينا : $\lambda = \frac{Ln2}{\tau}$ و منه : $\lambda = \frac{0,693}{88,36 \times 10^7} = 7,84 \times 10^{-10} s^{-1}$

2 / حساب عدد النوى : $N = \frac{\lambda \times \mathcal{N}(\text{عدد أفوقادرة})}{A} = 6,69 \times 10^{21}\ atomes$

3 / حساب النشاطية (الفعالية) :

$$\mathcal{A} = N\lambda = 7,84 \times 10^{-10} \times 6,69 \times 10^{21} = 52,5 \times 10^{11} dps = 141,8\ Ci$$

تمرين الثالث :

عندما يتحول العنصر $^{238}_{92}U$ إلى الرصاص $^{206}_{82}Pb$

1 – كم هو عدد الدقائق α ، β^- الناتجة ؟

2 – أكتب معادلة تحول الأورانيوم إلى الرصاص .

الحل :

نعلم أن الاصدار α ينقص العدد الكتلي بمقدار 4

إذن يكون عدد دقائق α هي : $N_\alpha = \frac{238 - 206}{4} = 8$ إذن : $N_\alpha = 8$

حساب عدد دقائق β (N_B) :

ينقص رحيل الدقائق α العدد الذري بمقدار 2 و منه : $N_\alpha \times 2 = 8 \times 2 = 16$ واحدة

في حين يزيد الاصدار β^- في العدد الذري (z) بمقدار 1 و بالتالي يكون عدد دقائق β^- الصادرة هي : $92 - 16 + N_{B^-} = 82 \Rightarrow N_{\beta^-} = 6$

معادلة تحول الأورانيوم إلى الرصاص :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\,{}^{4}_{2}He + 6\,\beta^- \,({}^{0}_{-1}e)$$

* طريقة ثانية : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,{}^{4}_{2}He + y\,\beta^- \,({}^{0}_{-1}e)$

$$\begin{cases} 4x + 206 = 238 \\ 2x - y + 82 = 92 \end{cases} \Leftarrow \begin{cases} x = 8 \\ y = 6 \end{cases}$$

و منه : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\,{}^{4}_{2}He + 6\,\beta^- \,({}^{0}_{-1}e)$

التمرين الرابع :

يتهافت عنصر البولونيوم 212 بدور مساو إلى 3,3 ساعة ، فإذا علمت أن عنصر واحد منه يتهافت بـ $4,5 \times 10^8$ ذرة في الثانية

1 – أحسب ثابت التهافت λ .

2 – أحسب العدد المتوسط لنوى المشعة في هذا العنصر ثم أوجد كتلة البولونيوم الموافقة

3 – كم تبقى إشعاع النواة بعد 10 ساعات ؟

4 – ما هي فعالية هذا النشاط ؟

الحل :

1 / حساب ثابت التهافت : $\lambda = \frac{Ln2}{\tau}$

و منه : $\lambda = \frac{0,693}{3,3 \times 60 \times 60} = \frac{0,693}{11880} = 5,83 \times 10^{-5} s^{-1}$

2 / العدد المتوسط لنوى المشعة : لدينا في اللحظة $t = 0\ s$ يكون $A_0 = \lambda N_0$

و منه : $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{4,5 \times 10^{8}}{5,83 \times 10^{-5}}$ أي : $\boxed{N_0 = 7,72 \times 10^{+12}\ atomes}$

3 – حساب الكتلة : لدينا : $m = \frac{N \times A}{\mathcal{N}} \Leftrightarrow N = \frac{m \times \mathcal{N}}{A}$

ت ع : $m = 7,72 \times 10^{+12} \times \frac{212}{6,023 \times 10^{+23}} = 2,7 \times 10^{-9} g$

4 حساب عدد النوى المتبقية بعد 10 ساعات

$N = N_0\ e^{-\lambda t} = 7,72 \times 10^{+12} e^{-2,1} = 9,45 \times 10^{11} atomes$

أي : $\boxed{N = 9,45 \times 10^{11} atomes}$

5 – الفعالية : $A = \lambda N \Leftrightarrow A = 5,83 \times 10^{-5} \times 9,45 \times 10^{11} = 5,5 \times 10^{+7} Bp$

لتمرين الخامس :

لنفرض مادة مشعة دورها $\tau = 30\ ans$

ما هو الزمن الضروري ليتهافت $99,9\ \%$ من ذرات هذه المادة ؟

لحل :

لدينا : $N = N_0 e^{-\lambda t} \Leftrightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$

و منه : $\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$ ..... (1) و $\tau = \frac{Ln\ 2}{\lambda}$ ..... (2)

من (1) و (2) نجد : $t = \frac{\tau\ Ln \frac{N}{N_0}}{ln\ 2} \Leftrightarrow Ln \frac{N}{N_0} = \frac{t \times Ln2}{\tau}$

ت ع : $t = 300\ annees$

لتمرين السادس :

دور عنصر $^{226}_{88}Ra$ يقدر بـ 1590 سنة ، فإذا علمت وحدة شدة الشعاع هي الكوري (ci)

يوافق تعريفا كمية المادة المشعة ينشأ فيها $3,7 \times 10^{10}$ تهافتا في الثانية (dps)

1 – ما هي كتلة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ التي شدتها واحد كوري ؟

الحل :

حساب N : لدينا : $\tau = \frac{Log2}{\lambda}$ و $A = \lambda N$ و منه : $N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A \times \tau}{Log2}$

ت ع : $N = \frac{3,7 \times 10^{10} \times (1590 \times 365 \times 3600}{log\ 2} \times 24 = 2,67 \times 10^{21}\ atomes$

و منه تكون كتلة Ra التي تنتج العدد نفسه من التهافت

أي كتلة الراديوم : $m_{Ra} = \frac{N \times A}{\mathcal{N}} = \frac{2,67 \times 10^{21} \times 226}{6,023 \times 10^{23}} = 1\ g$ $m_{Ra} = 1\ g$

التمرين السابع :

يتهافت الراديوم إلى رادون بدور مساوي إلى 1590 سنة علما أن الرادون نفسه مشع و دوره 3,8 يوماً ، فإذا حُبس $1\ g$ من الراديوم في حيز فارغ .

- ما هي كتلة الرادون عند ما يتحقق التوازن الإشعاعي ؟ يعطى $Ra = 226$ و $R_N = 222$

الحل :

يتحقق التوازن إذا كان عدد الذرات Rn المتشكلة مساوي لعدد ذرات Ra المختفية :

$$\lambda_{Ra} N_{Ra} = \lambda_{RN} N_{RN}$$

منه : $\frac{N_{Ra}}{N_{RN}} = \frac{\lambda_{RN}}{\lambda_{Ra}} = \frac{\tau_{Ra}}{\tau_{RN}}$ إذن : $N_{Ra} = N_{RN} \frac{\tau_{Ra}}{\tau_{RN}}$ ..... (1)

و بما أن : $N = \frac{m \mathcal{N}}{A}$ $\Leftrightarrow$ $m = \frac{N \times A}{\mathcal{N}}$ ..... (2)

بتعويض (2) في (1) نجد :

$$N_{RN} = N_{Ra} \frac{\tau_{RN}}{\tau_{Ra}} \Leftrightarrow \frac{m_{RN} N}{A_{Ra}} = \frac{\tau_{RN}}{\tau_{Ra}} \times \frac{m_{RN} N}{A_{Ra}}$$

ومنه : $m_{RN} = \frac{\tau_{RN}}{\tau_{Ra}} \times \frac{A_{RN}}{A_{Ra}} \times m_{Ra} = \frac{222}{226} \times \frac{3,8}{1590 \times 365} \times 1\ g$

و منه : $m_{RN} = 6,43 \times 10^{-6}\ g$

التمرين الثامن :

كمية من البزموث $^{210}_{83}Bi$ قدرها $1g$ وبعد زمن قدره عشرة أيام وجد أن الكمية الباقية $0,25\ g$

1 – أحسب ثابت الانحلال لهذا العنصر.

2 – أحسب الكمية الباقية بعد يوم واحد من بداية الانحلال.

3 – أحسب دور هذا العنصر (نصف العمر)

الحل :

لدينا : $m_0 = 1g$ ، $m = 0,25\,g$ ، $t = 10$ أســـابيع

$$N = N_0\, e^{-\lambda t} \quad \text{و} \quad \tau = \frac{ln\,2}{\lambda} \quad \text{و لدينا :} \quad \left.\begin{array}{l} N_0 = \dfrac{m_0 \mathcal{N}}{A} \\ N = \dfrac{m \mathcal{N}}{A} \end{array}\right\}$$

و منه : $\dfrac{N_0}{N} = e^{\lambda t} \Leftrightarrow e^{\lambda t} = \dfrac{m_0}{m}$

بإدخال لوغاريتم نجد : $ln\dfrac{m_0}{m} = \lambda t \Leftrightarrow \lambda = \dfrac{ln\dfrac{m_0}{m}}{t} = \dfrac{ln\,4}{10 \times 7 \times 24}$

$= 8,25 \times 10^{-4}\, h^{-1} = 0,1387\ jour^{-1}$

2 – حسب كتلة المادة بعد يوم :

بما أن : $\dfrac{m_0}{m} = e^{\lambda t}$ أي : $m = 0,87\,g \Leftrightarrow \dfrac{1}{m} = e^{0,1387 \times 1}$

3 – حسب نصف العمر τ : $\tau = \dfrac{Ln2}{0,1386} = 5\,jours$

التمرين التاسع :

نقيس النشاطية لإشعاعية لعينة من البولونيوم $^{210}_{84}Po$ ذات الكتلة m_0 و هذا في لحظتين مختلفتين فنجد :

عندما : $t_1 = 90\,jours$ تكون $A_1 = 3,181 \times 10^{10}\,Bq$

عندما : $t_2 = 120\,jours$ تكون $A_2 = 2,736 \times 10^{10}\,Bq$

المطلوب : - أحسب ثابت الانحلال لها العنصر.

- أحسب النشاطية الإشعاعية A_0 عند الحظة $t = 0s$.

الحل :

لدينا : $\left\{\begin{array}{l} N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1} \\ N_2 = N_0\, e^{-\lambda t_2} \end{array}\right.$ (1) و $\left\{\begin{array}{l} A_1 = \lambda N_1 \\ A_2 = \lambda N_2 \end{array}\right.$ (2)

من (1) و (2) نجد : $\lambda = \dfrac{A_1}{N_1} = \dfrac{A_2}{N_2}$ ومنه : $\dfrac{A_1}{A_2} = \dfrac{N_1}{N_2} = e^{\lambda(t_2 - t_1)}$

بإدخال اللوغاريتم النبيري نجد أن : $\ln\frac{A_1}{A_2} = \lambda\,(t_2 - t_1) \Leftrightarrow \lambda = \frac{\ln\frac{A_1}{A_2}}{t_2 - t_1}$

ت ع : نجد : $\lambda = 5\times 10^{-3}\,jour^{-1}$

2 / حساب A_0 مما سبق : $A_0 = A_1\, e^{\lambda t_1}$

ت . ع : $A_0 = 3{,}181\times 10^{10} e^{5\times 10^{-3}\times 90} = 4{,}99\times 10^{10}\,Bq$

لتمرين العاشر :

نقذف نواة البريليوم بجسم $(\alpha)\ {}^4_2He$ فينتج تبعا لذلك الكربون و نوترون :

$${}^9_4B + {}^4_2He \rightarrow {}^{12}_6C + {}^1_0n$$

إذا علمت أن الطاقة الحركية α : $E_C = 0{,}0057u$

$B = 9{,}015\,u$, $\alpha = 4{,}0039\,u$, $n = 1{,}0087u$, $C = 12{,}0039u$

- أحسب الطاقة المتحررة من هذا التفاعل.

الحل :

لدينا : $E_{\text{المتحررة}} = \Delta m\, c^2$

حساب Δm : $\Delta m = \left[(m(B) + m(He) + \alpha) - (m(C) + m({}^1_0n))\right]$

$= \left[(9{,}015 + 4{,}0039 + 0{,}057) - (12{,}0039 + 1{,}0087)\right] = 0{,}012\,\mu$

ومنه : $E = \Delta m\, C^2 = 0{,}012\times 931 = 11{,}172\,Mev$

$E = 11{,}172\,Mev$

لتمرين الحادي عشر :

إن التوريوم ${}^{232}_{90}Th$ نشيط إشعاعيا من النوع α و الطاقة الناتجة عن هذا النشاط الإشعاعي تتواجد على شكل طاقة حركية للجسيمة α .

1/ أكتب معادلة الاختزال الحادثة .

2/ أحسب الطاقة المتحررة أثناء هذا الاختزال .

3/ أحسب سرعة الجسيمة α .

يعطى : $m(Th) = 232{,}0287\,u$ ، كتلة النواة البنت $= 228{,}0202u$

$m(\alpha) = 4{,}0026\,u$ ، $1u = 1{,}66055\times 10^{-27}\ kg$

الحل :

لدينا : $\Delta E = \Delta m\, C^2$ أي : $\Delta E = \left[(m\,(Th) - (m(\alpha) + m\,(X) \right] C^2$

$\Delta E = [\, 232,0287 - (228,0202 + 4,0026)\,] \times 931,5 = 5,49\ Mev$

معادلة الاختزال : (الـــراديوم) $^{232}_{90}Th \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{228}_{88}Ra$

حساب السرعة v_α : لدينا $\Delta E = m_\alpha\, C_\alpha^2$ حيث ΔE بالجول)

$\Delta E = 5,49 \,.\, 10^{6} \,.1,6 \,.\, 10^{-19} = 8,784 \,.\, 10^{-13}\ joule$

$$v_\alpha^2 = \frac{\Delta E}{m_\alpha} = \frac{8,784 \,.\, 10^{-13}}{4,0026 \times 1,66055 \,.\, 10^{27}} = 1,3215 \,.\, 10^{14}$$

و منه : ..... $v_\alpha = 1,1496 \,.\, 10^{7}\ m/s$

التمرين الثاني عشر :

أحسب الطاقة المتحررة من اندماج نواتي دنيبروم $^{2}_{1}H$ لتكوين نواة هليوم وفق المعادلة التالية:

$$2 \times {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{1}H + \text{طاقة}$$

علما أن : $^{2}_{1}H = 2,0141\ u$ ، $^{4}_{2}He = 4,0026\ u$

الحل :

علماً أن : $^{2}_{1}He = 2,0141\ \mu$ ، $^{4}_{2}He = 4,0026\ \mu$

$E = \Delta m\, c^2 = (2 \times 2,0141 - 4,0026) \times 931,5 = 23,8336\ Mev$

$E_{\text{المتحـــــررة}} = 23,8336\ Mev$

التمرين الثالث عشر :

لتكن الأنوية التالية : $^{5}_{3}Li = 5,0109\ u$ ، $^{6}_{3}Li = 6,0135\ u$ ، $^{4}_{2}He = 4,0015\ u$

1/ أحسب طاقة الربط المتوسطة لكل نيكليون من هذه الأنوية.

2/ تعتبر التفاعلات النوويين التاليين :

(1) ..... $^{5}_{3}Li \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{1}H$

(2) ..... $^{6}_{3}Li \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n$

أ- أحسب في كل حالة طاقة التفاعل

ب- أي تفاعل يحدث تلقائيا ؟

الحل :

1/ نعلم أن طاقة نيكليون : $E_{LN}(He) = \frac{E_L}{A}$

و $E_L = [Z\,m_p + (A-Z)\,m_n - m]\,C^2$

$E_{LN}(He) = \frac{1}{4}(2\times 1{,}00728 + 2\times 1{,}00856) - 4{,}0015]\,931{,}5 = 7{,}08\,Mev$

بنفس الطريقة : $E_{LN}(^5Li) = 5{,}27\,Mev$ ، $E_{LN}(^6Li) = 5{,}33\,Mev$

2/ أ /حساب الطاقة النووية : من أجل التفاعل (نقذف الليثيوم حتى ينشطر)

$$^5_3Li + {}^1_1H \xrightarrow{\Delta E} {}^4_2He + 2\,{}^1_1H$$

$\Delta E = E_{L2} - E_{L1} = 5{,}27\times 5 - 4\times 7{,}08 = 1{,}97\,Mev$

و تكون الطاقة المتحررة : $\boxed{\Delta E = -1{,}97\,Mev}$ ناشر للحرارة

$$^6_3Li \xrightarrow{\Delta E} {}^4_2He + {}^1_1H + {}^1_0n$$

$\Delta E = 5{,}33\times 6 - 4\times 7{,}08 = +3{,}66\,Mev$

و تكون الطاقة المتحررة : $\boxed{\Delta E = +3{,}66\,Mev}$ يمتص الحرارة

ب/ مما سبق نستنتج أن التفاعل الأول هو الذي يتم تلقائيا لأن $\Delta E < 0$

التمرين الرابع عشر :

تعطى ذرة البور $^{10}_5B$ ، إذا علمت أن : $M_p = 1{,}00728\,u$ و $M_N = 1{,}00856\,u$

- أحسب النقص في الكتلة و طاقة التماسك الكلية بالجول و بالميغاإلكترون فولط.
- أحسب طاقة التماسك لكل نوكليون (نوية).

الحل :

1/ $\Delta m = Z(m_p + m_N) - m(B)$

$\Delta m = 5(1{,}00728 + 1{,}00856) - 10{,}01294 = 0{,}06676\,u$

$\Delta E = \Delta m_{kg} C^2 = \Delta m_u \times 931{,}5 = 0{,}06676\times 931{,}5 = 62{,}5\,Mev$

$\Delta E = 62{,}5\,Mev = 10^{-11}\,joule$

2/ طاقة التماسك لكل نوكليون : $\Delta E_N = \frac{\Delta E}{A} = \frac{62{,}5}{10} = 6{,}25\,Mev$

التمرين الخامس عشر:

نقوم بدمج نواة ديتريوم $({}^{2}_{1}H)$ بنواة ترنيوم ${}^{3}_{1}H$ فيتحرر نوترون و تنتج نواة الهليوم ${}^{4}_{2}He$

أ/ أكتب معادلة التفاعل النووي الحادث.

ب/ أحسب مقدار الطاقة الناتجة من هذا التفاعل

نعطي : ${}^{2}_{1}H = 2,0147\ u$ ، ${}^{4}_{2}He = 4,0026\ u$ ، ${}^{3}_{1}H = 3,0165\ u$ ،

$n = 1,0087\ u$

الحل :

أ/ كتابة المعادلة : ${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$ (مبدأ صناعة القنبلة الهيدروجينية)

ب/ حساب الطاقة : لدينا $\Delta E = \Delta m \cdot C^2$

$$\Delta E = [\,(4,0026 + 1,0087) - (2,0147 + 3,0165)\ 1,6 \times 10^{-27}\,] \times (3 \cdot 10^{8})^2$$

$$= -3 \times 10^{-10}\ joule < 0$$

يعني أن التفاعل ناشر للحرارة لأن $(\Delta E < 0)$

التمرين السادس عشر :

لتكن النوايتان ${}^{238}_{92}U$ ، ${}^{206}_{82}Pb$ فإذا علمت أن :

${}^{238}_{92}U = 238,051\ u$ ، ${}^{206}_{82}Pb = 206,0385\ u$ ، $m_w = 1,0087\ u$

$m_p = 1,0073\ u$ ، $m(\alpha) = 4,0015\ u$ ، $m(\beta^-) = 5,5 \times 10^{-4}\ u$

1/ أحسب طاقة الربط لكل من ${}^{238}_{92}U$ و ${}^{206}_{82}Pb$ ، و من هي الأكثر استقرارا ؟

2/ إذا اعتبرنا أن ${}^{238}_{92}U$ تتهافت إشعاعيا لتعطي ${}^{206}_{82}Pb$ و ينتج عن هذا الإشعاع α ، β

$${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,\alpha + y\,\beta^-$$

1/ أوجد x و y .

2/ أحسب ΔE خلال هذا التهافت .

3/ نعتبر صخرة معدنية قديمة تحتوي في اللحظة t على $1g$ من ${}^{238}_{92}U$ و $10\ mg$ من ${}^{206}_{82}Pb$ فإذا اعتبرنا لحظة $t = 0$ هي اللحظة التي تكونت فيها الصخرة ، و أن ${}^{206}_{82}Pb$ قد نتج عن تهافت ${}^{238}_{92}U$ و أن دور الإشعاع للأورنيوم هو $\tau = 4,5 \times 10^{9}\ ans$

- أوجد عمر هذه الصخرة.

الحل :

1/ حساب طاقة الربط : لدينا $E_L = \Delta m\ C^2$

و منه : $E_L(U) = [\,92\ m_p + 146\ m_N - m(U)\,] \Leftrightarrow E_L(^{238}_{92}U) = 1760,5\ Mev$

و منه تكون طاقة الربط لكل نوية هي : $E_N = \frac{E_L}{A} = \frac{1760,5}{238} = 7,4\ Mev$

و نفس الشيء نجد : $E_L(^{206}_{82}Pb) = 1526,46\ Mev$ ، $E_N(^{206}_{82}Pb) = 7,41\ Mev$

إذن يكون $^{206}_{82}Pb$ أكثر استقرارا من $^{238}_{92}U$

2/ أ – بتطبيق قانون انحفاظ الشحنة و العدد الإجمالي للكتلة نجد نحصل على : $x = 8\ ;\ y = 6$

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\ {}^{4}_{2}H + 6\ {}^{0}_{-1}e$$

ب/ الطاقة المحررة خلال التهافت هي :

$$E = \Delta m\ C^2 = [m(U) - m(Pb) - 8\ m(\alpha) - 6\ m(\beta)\,] \times 931,5 = -2,6\ Mev$$

3/ نحسب عدد الأنوية الموجودة في $m(Pb) = 10\ mg$

$$N_{Pb} = \frac{10\ mg}{m(Pb)} = \frac{10 \times 10^{-6}}{206,0385 \times 10^{-27}} = 2,93 \cdot 10^{19} \quad \text{نواة}$$

$$N_U = \frac{10^{-3}}{238;051 \times 1,66 \times 10^{-27}} = 2,5305 \cdot 10^{21} \quad \text{نواة}$$

* لدينا قانون التهافت $N = N_0\ e^{-\lambda t}$ و $\lambda = \frac{Ln2}{\tau}$

و بما أن الصخرة تحوي على كل من U و Pb و $N_0 = N_{Pb} + N_U$

$$N_U = (N_{Pb} + N_U)\ e^{-\lambda t} \quad \text{و} \quad \lambda = \frac{0,634}{4,5 \times 109} = 1,54 \times 10^{-10}\ ans^{-1}$$

$$Ln\frac{N_U}{N_{Pb} + N_U} = -\lambda\ t \Leftrightarrow t = \frac{-Ln(N_U/(N_{Pb} + N_U))}{\lambda} = \frac{-Ln(0,0114)}{1,54 \times 10^{-10}}$$

أي العمر التقريبي للصخرة : ..... $t = 7,46 \times 10^7\ ans$

التمرين السابع عشر :

تعتبر النوكليدة $^{212}_{83}Bi$ (البزموث) تتهافت إشعاعيا (α)

1/ أذكر قوانين الانحفاظ التي تخضع لها التفاعلات النووية.

2/ أكتب بالاعتماد على الجدول معادلة هذا التهافت و تعرف على $^{A}_{Z}X$ المتولدة .

الاسم	الرصاص	التاليم	الزئبق	الذهب
الرمز	$_{82}Pb$	$_{81}Tl$	$_{80}Hg$	$_{79}Au$

3/ أحسب الطاقة المتحررة خلال هذا التهافت .

4/ إذا علمت أن الطاقة الناتجة عن هذا التهافت تحول كليا إلى طاقة حركية (α)

- بيّن أن الطاقة الحركية $E_C(\alpha)$ للدقيقة α تعطى بالعبارة التالية $E_C(\alpha) = \dfrac{\Delta E}{1 + \dfrac{m(\alpha)}{m(Tl)}}$

نعطي : $m(Bi) = 211,9913\ u$ ، $m(Ti) = 207,9831\ u$ ، $m(\alpha) = 4,0015\ u$

الحل :

1/ قوانين الانحفاظ

1- مبدأ انحفاظ الشحنة
2- مبدأ انحفاظ العدد الكتلي
3- مبدأ انحفاظ (الكتلة ـ الطاقة)
4- مبدأ انحفاظ كمية الحركة

2/ كتابة معادلات التهافت :

$$Bi \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{Z}Tl$$

$$^{212}_{83}Bi \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{208}_{81}Tl$$

3/ الطاقة المتحررة :

$$\Delta E = \Delta m\ C^2 = [m(Bi) - m(\alpha) - m(Tl)] = 6,24\ Mev = 10^{-12}\ joule$$

4/ بما أن مبدأ انحفاظ كمية الحركة محقق إذن :

$$\vec{P}(\alpha) + \vec{P}(Tl) = \vec{0} \quad \Leftrightarrow \quad m_\alpha\ v_\alpha - m_{Tl}\ v_{Tl} = 0$$

بتربيع الطرفين : $(m_\alpha\ v_\alpha)^2 = (m_{Tl}\ v_{Tl})^2 \quad \Leftrightarrow m_\alpha\ E_c(\alpha) = m_{Tl}\ E_c(Tl)$

إذن : $E_c(\alpha) = \dfrac{m_{Tl}}{m_\alpha} E_c(Tl)$

و بما أن الطاقة الكلية لهذا التهافت هي :

$$E = E_c(\alpha) + E_c(Tl) = E_c(\alpha) + \frac{m_\alpha}{m_{Tl}} E_c(\alpha) = E_c(\alpha)\left(1 + \frac{m_\alpha}{m_{Tl}}\right)$$

مكتبة العلوم الفيزيائية

و منه : $E_c(\alpha) = \dfrac{E}{1 + \dfrac{m_\alpha}{m_{Tl}}}$ ، ت . ع : $E_c(\alpha) = 0{,}98\ E$

و هذا يعني أن 98% من الطاقة الناتجة تأخذها (α)

لتمرين الثامن عشـر :

أحسب الكتلة المتبقية من $20\ mg$ من نظير $^{35}_{16}S$ بعد $36{,}13$ عام ، إذا علمت أن نصف عمر $^{35}_{16}S$ هو $87{,}1$ عام .

الحل :

* حساب ثابت الإشعاع : $\tau = \dfrac{Ln2}{\lambda}$ أي : $\lambda = \dfrac{Ln2}{\tau} = \dfrac{0{,}693}{87{,}1} = 7{,}95 . 10^{-3}\ ans^{-1}$

* حساب الكتلة المتبقية بعد مضي $36{,}13\ ans$

لدينا : $N = N_0\ e^{-\lambda t}$ حيث N الكمية المتبقة ، N_0 الكمية الابتدائية

و منه : $N = 20\ e^{-7{,}95.10^{-3} \times 36{,}13} = 15\ mg$ أي : $N = 15\ mg$

لتمرين التاسع عشر :

لتكن النويدنين $^{226}_{88}Ra$ و $^{222}_{86}Rn$ ، $m(Ra) = 225{,}977\ u$ ،

$m(Rn) = 221{,}970\ u$

1/ عرّف طاقة الربط E_L للنواة .

2/ أحسب الربط لنواة Rn

3/ 1- قارن طاقة الربط بين Rn و Ra ، إذا علمت أن طاقة الربط لنواة الراديوم

$E(Ra) = 7{,}74\ Mev/nucleon$

2/3 – أوجد النويدة أكثر استقرارا .

1/4 - تهافت نويدة الراديون إلى نويدة الراديوم و يرافق هذا التهافت انطلاق إشعاع

- حدّد نوع هذا الإشعاع.

- أكتب معادلة هذا التهافت

2/4 - لتكن $N_0 = 10^{25}$ عدد نويدات الراديوم عند اللحظة $t = 0\ s$ و N عدد النويدات المتبقية عند اللحظة $t = \tau/2$ حيث τ دور الإشعاع للنويد.

- أحسب N

الحل :

1/ طاقة الربط لنواة ${}^{A}_{Z}X$ هي الطاقة اللازمة لفصل نويتها و هي في حالة سكون و نعبر عنها :

$$E_L({}^{A}_{Z}X) = [\, Zm_p + (A - Z)\, m_N - m(X)\,]C^2$$

2/ طاقة الربط لنواة Rn :

$$E_L({}^{222}_{86}Rn) = [\, 86m_p + (222 - 86)\, m_N - m(Rn)\,]C^2 = 1728{,}86\ Mev$$

3/ و منه طاقة الربط بالنسبة لنوية النواة الرادون :

$$E(Rn) = \frac{E_c(Rn)}{222} = \frac{1728{,}86}{222} = 7{,}788\ Mev$$

بما أن : $E(Rn) > E(Ra)$ إذن نواة الراديوم أكثر استقراراً

4 / 1 - الإشعاع المنطلق هو α $({}^{4}_{2}He)$: معادلة التهافت ${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{226}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

4 / 2 - لما : $t = \frac{\tau}{2}$

يكون :

$$N = N_0\, e^{-\lambda t} = N_0\, e^{-\lambda \frac{\tau}{2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$N = \frac{ln2}{\lambda} \Rightarrow \lambda\, N = ln2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

من (1) و (2) نجد :

$$N = N_0\, e^{-\frac{ln2}{2}} = 7{,}07 \times 10^{24} \text{ نويـــة}$$

$$N = 7{,}07 \times 10^{24} \text{ نويـــة}$$

التمرين العشـرون :

حدّد النيكليد X في المعادلات التالية ثم وازن المعادلة

1) ${}^{4}_{2}He + {}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{1}H$

2) ${}^{9}_{4}B + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{12}_{6}C$

3) ${}^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{17}_{8}O$

4) ${}^{23}_{11}Na + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{26}_{12}Mg$

5) ${}^{A}_{Z}X + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{57}_{27}Co + {}^{1}_{0}n$

6) ${}^{30}_{15}P \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{A}_{Z}X$

7) ${}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}H + {}^{A}_{Z}X$

8) ${}^{106}_{47}Ag \longrightarrow {}^{106}_{48}Cd + {}^{A}_{Z}X$

9) ${}^{A}_{Z}X + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{15}_{8}O + {}^{1}_{0}n$

10) ${}^{27}_{13}Al + {}^{0}_{0}\gamma \rightarrow {}^{A}_{Z}X + 2\,{}^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n$

11) ${}^{16}_{8}O + {}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{0}n$

12) ${}^{A}_{Z}X + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

الحل :

تحديد النيكليد X

1) $^{4}_{2}He + {}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{17}_{7}N + {}^{1}_{1}H$

2) $^{9}_{4}B + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{12}_{6}C$

3) $^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{17}_{8}O$

4) $^{23}_{11}Na + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{26}_{12}Mg$

5) $^{55}_{25}Mn + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{57}_{27}Co + {}^{1}_{0}n$

6) $^{30}_{15}P \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{1}e$

7) $^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}H + {}^{0}_{-1}e$

8) $^{106}_{47}Ag \longrightarrow {}^{106}_{48}Cd + {}^{0}_{-1}e$

9) $^{2}_{1}H + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{15}_{8}O + {}^{1}_{0}n$

10) $^{27}_{13}Al + {}^{0}_{0}\gamma \rightarrow {}^{24}_{11}Na + 2\,{}^{1}_{1}H + {}^{1}_{0}n$

11) $^{16}_{8}O + {}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{249}_{100}Fm + 5\,{}^{1}_{0}n$

12) $^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

لتمرين الواحد و العشرون :

يمكن تبسيط المعادلات النووية $^{A}_{Z}X\ (x\ ;y)\ {}^{A'}_{Z'}X'$

حيث تمثل القذيفة x و تمثل الجسيمة الناتجة y.

مثال : $^{24}_{12}Mg + {}^{2}_{1}d \longrightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{22}_{11}Na$ تبسيط كالتالي :

$^{24}_{12}Mg\ (d\ ;\alpha)\ {}^{22}_{11}Na$

* بالاعتماد على المثال السابق قم بتبسيط المعادلات المذكورة في التمرين .....

الحل :

1/ $^{14}_{6}C\ (\alpha\ ,\ {}^{1}_{1}H)\ {}^{17}_{7}N$	5/ $^{55}_{25}Mn\ (\alpha\ ,\ 2\,{}^{1}_{0}n)\ {}^{57}_{27}Co$	9/ $^{14}_{7}N\ ({}^{2}_{1}H\ ,\ {}^{1}_{0}n)\ {}^{15}_{8}O$
2/ $^{9}_{4}B\ (\alpha\ ,\ {}^{1}_{0}n)\ {}^{12}_{6}C$	6/ $^{30}_{15}P\ (\ ,\ {}^{0}_{1}e)\ {}^{30}_{14}Si$	10/ $Al\ (\gamma\ ,(H,\ n)Na$
3/ $^{14}_{7}N\ (\alpha\ ,\ {}^{1}_{1}H)\ {}^{17}_{8}O$	7/ $^{3}_{1}H\ (\ ,\ {}^{0}_{-1}e)\ {}^{3}_{2}He$	11/ $^{238}_{92}U\ ({}^{16}_{8}O\ ,5\,{}^{1}_{0}n)\ {}^{249}_{100}Fm$
4/ $^{23}_{11}N\ (\alpha\ ,\ {}^{1}_{1}H)\ {}^{26}_{12}Mg$	8/ $^{106}_{47}Ag\ (\ ,\ {}^{0}_{-1}e)\ {}^{106}_{48}Cd$	12/ $^{3}_{1}H\ ({}^{2}_{1}H\ ,\ {}^{1}_{0}n)\ {}^{4}_{2}He$

لتمرين الثاني و العشرين :

تتحول ذرة البولنيوم $^{210}_{84}Po$ إلى ذرة رصاص $^{206}_{82}Pb$ و تصدر جسيمة (α)

1/ أكتب معادلة التفاعل النووي الحادث

2/ أحسب قيمة الطاقة المتحررة بـ Mev و بالجول

* نعطي : $Pb = 206,0789\ u$ ، $Po = 210,0856\ u$

الحل :

أ/ كتابة المعادلة : $^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$

ب/ حساب الطاقة المتحررة :

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2 = [(206,0789 + 4,0026) - 210,0856] \cdot 931,5$$

$$= -3,812\ Mev = -5,904 \times 10^{-13}\ joule$$

و بما أن $(\Delta E < 0)$ إذن التفاعل ناشر للحرارة

التمرين الثالث و العشرون :

في تفاعل متسلسل تتحول ذرة الأورانيوم $^{238}_{92}U$ إلى ذرة بلوتنيوم $^{239}_{94}Pu$ وهذا وفق المراحل التالية :

المرحلة1 : يتحول الأورنيوم $^{238}_{92}U$ عند قذفه بنترون $(^{1}_{0}n)$ إلى نظير الأورنيوم $^{239}_{92}U$

المرحلة2 : يتلقى الأورنيوم $^{239}_{92}U$ انشطار من $\beta^-(^{0}_{-1}e)$ ليتحول إلى نواة $^{A}_{Z}X$

المرحلة 3 : تتلقى النواة $^{A}_{Z}X$ انشطار من $\beta^-(^{0}_{-1}e)$ فتنتج نواة $^{A'}_{Z'}X'$

المرحلة4 : تتلقى الواة $^{A'}_{Z'}X'$ انشطار من نوع $\alpha(^{4}_{2}He)$

أ/ بالاعتماد على قوانين الانحفاظ أكتب التفاعل النووي الحادث في كل مرحلة مع تحديد العنصرين $^{A}_{Z}X$ و $^{A'}_{Z'}X'$

ب/ أحسب مقدار الطاقة الناتجة المتحررة في كل تفاعل حادث .

الحل :

أ/ المرحلة1 : $^{238}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{239}_{92}U$

المرحلة 2 : $^{239}_{92}U \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{239}_{93}Np$ (النبتونيـــــوم)

المرحلة3 : $^{239}_{93}Np \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{239}_{94}Pu$ (البلوتونيـــــوم)

المرحلة4 : $^{239}_{94}Pu \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{235}_{92}U$ (الأورنيـــوم)

ب/ حساب الطاقة المتحررة : أنظر التمرين السابق

التمرين الرابع و العشرون :

أكمل التفاعلات النووية التالية ثم أحسب مقدار الطاقة المتحررة في كل تفاعل ، ثم أستنتج التفاعل الملص للحرارة و الناشر لها :

/1 $^{7}_{3}Li + \ldots \longrightarrow 2\ {}^{4}_{2}He$

/2 $^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + \ldots$

مكتبة العلوم الفيزيائية

الحل :

1/ $^{7}_{3}Li + {}^{1}_{1}H \longrightarrow 2\ {}^{4}_{2}He$

حساب الطاقة المتحررة : $\Delta E = \Delta m \cdot C^2$

$\Delta E = [\,2 \times 4,00260 - (\,1,00783 + 7,01601)\,]931,5$

$= -\,17,13\ Mev = -\,0,278 \cdot 10^{-11}\ joule$

بما أن $\Delta E < 0$ إذن التفاعل ناشر للحرارة

2/ $^{3}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

حساب الطاقة المتحررة : $\Delta E = \Delta m \cdot C^2$

$\Delta E = [\,(\,4,00260+1,00867\,) - (\,3,01605 + 2,01410\,]931,5$

$= -\,17,586\ Mev = -\,0,282 \cdot 10^{-11}\ joule$

بما أن $\Delta E < 0$ إذن التفاعل ناشر للحرارة

التمرين الخامس و العشرون :

يعطي $1\ g$ من $^{212}_{83}Bi$ حوالي 928.10^{18} تهافتا في $34,5\ mn$

1/ أوجد نصف عمر الـ $^{212}_{83}Bi$

2/ ما هو حجم الهليوم $^{4}_{2}He$ الناتج في زمن $1\ heure$ من $1g$ و هذا في الشروط النظامية ؟

الحل :

لدينا : $N = N_0\ e^{-\lambda t}$ .....(1) و $\tau = \dfrac{Ln2}{\lambda}$ .....(2)

من (1) و (2) نحصل على : $\lambda = -\dfrac{1}{t} Ln \dfrac{N}{N_0}$ و منه : $\tau = \dfrac{t \cdot Ln2}{Ln(N_0/N)}$

* حساب الكمية الابتدائية N_0 بعدد الذرات في الزمن $t = 34,5\ mn$

$$\left\{ \begin{array}{l} 212\ g \longrightarrow 6,023.10^{23}\ \text{ذرة} \\ 1\ g \longrightarrow N_0\ \text{ذرة} \end{array} \right. \Longrightarrow N_0 = 2839 \cdot 10^{18}\ atomes$$

* حساب الكمية المتهافتة N :

لدينا : $N_0 - N = 928 \cdot 10^{18}$ أي : $N = 1911 \times 10^{18}\ atomes$

* حساب دور نصف العمر τ :

$$\tau = \frac{34,5 \times 0,693}{Ln(2839.10^{18}/1911.10^{18})} = 60,78\ mn$$

و $\lambda = \frac{Ln2}{\tau} = 0,0114\ mn^{-1}$

2/ حساب حجم الهليوم الناتج في الساعة :

لدينا العلاقة : $P\,V = n\,R\,t$ أي : $V = \frac{n\,R\,T}{P}$

و لدينا كمية الهليوم الناتجة = كمية Bi المتهافتة

* حساب كمية Bi المتهافتة :

لدينا : $n = N_0 - N$ أي : $n = N_0\ (1 - e^{-\lambda t} e)$

و منه : $N_0 = \frac{m}{M} = 4,72 \times 10^{-3}\ mole$ (عدد المولات الابتدائية)

إذن : $n = N_0\ (1 - e^{-\lambda t}) = 4,72.10^{-3}\ (1 - e^{-0,0114 \times 60}) = 2,189\ mole$

و عليه : $V = \frac{n\,R\,T}{P} = \frac{2,189.10\text{-}3 \times 0,082 \times 273}{1} = 0,049\ l$

أي : ..... $V = 49\ ml$

لتمرين السادس و العشرون :

في إحدى الحفريات القائمة في مصر عثر على خشبة في قبر فرعوني (تابوت) بلغ نشاطنظير الكربون في هذا التابوت ^{14}C فيها $7,3\ dpm/g$ ، فإذا علمت أن نشاط عينة من الخشب الحديث يساوي $12,6\ dpm/g$، و أن دور النشاط الإشعاعي لنظير الكربون ^{14}C هو $\tau = 5590\ ans$

* ما هو عمر هذه الخشبة ؟

الحل :

نعتبر ما يلي : A_0 نشاط العينة الحديثة و A_1 نشاط العينة القديمة

لدينا : $A = \lambda\,N$ و منه : $\frac{A_0}{A_1} = \frac{N_0}{N_1} = \frac{N_0}{N_0\ e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t}$

بإدخال اللوغاريثم نحصل على : $Ln\frac{A_0}{A_1} = \lambda\ t \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda}\ Ln\frac{A_0}{A_1}$

و لدينا : $\tau = \frac{Ln2}{\lambda}$ و عليه : $t = \frac{\tau}{0,693}\ Ln\frac{A_0}{A_1} = \frac{5590}{0,693} Ln(\frac{12,6}{7,3})$

و منه : $t = 4422\ ans$ إذن عمر العينة الخشبية أربع و أربعين قرنا و 22 سنة .

التمرين السابع و العشرون

لتعيين حجم الدم في حيوان ، قام العلماء البيولوجيون بحقنه بمحلول يحوي نظير الصوديوم ^{24}Na ، و كان حجم الحقنة $1cm^3$ و بعد 6 ساعات من الحقن نزع العلماء $1cm^3$ من دم هذا الحيوان فبلغت فعالية الإشعاع فيه $1dpm$.

فإذا علمت أن الدور الإشعاعي للصوديوم المقدم هو $\tau = 18\,h$ و فعاليته $2.10^3\ dpm$.

* أحسب حجم دم الحيوان و هذا بإهمال حجم الحقنة بالمقارنة مع الحجم الكلي للدم ، و اعتبار بقاء الكمية المحقونة خلال فترة التجربة .

الحل :

حساب حجم دم الحيوان :

* حساب النشاطية الإشعاعية خلال $6h$: لدينا

$$A_{6h} = \lambda\, N_{6h} \qquad A_0 = \lambda\, N_0 \qquad (1)\ldots\ldots$$

و

$$N = N_0\, e^{-\lambda t} \qquad (2)\ldots\ldots\ldots$$

من (1) و (2) نجد : $A_{6h} = \lambda\, N_{6h} = \lambda\, N_0\, e^{-\lambda(6h)}$ و لدينا : $\lambda = \dfrac{Ln2}{\tau}$

و منه : $A_{6h} = A_0\, e^{-\lambda(6h)} = 2 \times 10^3 \,.\, e^{-(0,693/18)6} = 1587,40\ dpm$

و منه يكون حجم الدم :

$$\left.\begin{array}{ccc} 1\ cm^3 & \longrightarrow & 1\ dpm \\ x\ cm^3 & \longrightarrow & 1587,40\ dpm \end{array}\right\}$$

و يكون حجم دم الحيوان : $V = 1587,40\ cm^3 = 1,5874\ litre$

التمرين الثامن و العشرون :

تُقذف أنوية اليورانيوم $^{235}_{92}U$ في قلب مفاعل نووي بنترونات بطيئة ، فتنشطر وفق المعادلة التالية : $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{0}n + \text{طاقة}$

1/ عيّن كلا من A و Z ثم استنتج النواة الموافقة X .

2/ إذا علمت أن الطاقة المتحررة من انشطار نواة اليورانيوم أثناء التفاعل النووي السابق هي في حدود $(200\ Mev)$

أ/ أحسب الطاقة النووية المتحررة من انشطار $(1\ g)$ من $^{235}_{92}U$

ب/ إذا علمت أن احتراق $1\ mole$ من الفحم C (تفاعل كيميائي) ينتج مقدارا من الطاقة $(0,393\ Mjoules)$، فاحسب كتلة الفحم التي تعطي نفس الطاقة التي يعطيها انشطار $1g$ من $^{235}_{92}U$

3/ يمكن التحكم في الطاقة النووية السابقة في المفاعلات النووية و تحويلها من شكلها الحراري إلى شكلها الكهربائي بمردود 30%، ضمن هذه الشروط.

- أحسب كتلة اليورانيوم (235) التي تستهلكها المحطة الكهربائية النووية في يوم واحد علما أنها تعطي استطاعة متوسطة كهربائية تساوي $900\ MWatt$

يعطى : $C = 12\ g/mole$ ، $1MW = 10^6\ W$ ، $\mathcal{N} = 6,023 . 10^{23}$

الحل :

1/ بتطبيق قانون حفظ العدد الكتلي و العدد الشحني نجد : $A = 142$ ، $Z = 56$

و منه تكون النواة هي نواة الباريوم $^{142}_{56}B$

2/ أ- لدينا : 1 نواة $\xrightarrow{\text{تحرر}}$ $200.10^6\ ev$

$\mathcal{N}$ نواة $\xrightarrow{\text{تحرر}}$ $\mathcal{N}\ 200.10^6\ ev$

و عليه : $235g \xrightarrow{\text{تحرر}} \mathcal{N}\ 200.10^6\ ev$

$1\ g \xrightarrow{\text{تحرر}} E$

و منه : $E = \dfrac{\mathcal{N} . 1 . 2 . 10^8}{235} = 13,5 . 10^{29}\ ev = 8,21 . 10^{10}\ joules$

ب/ حساب كتلة الفحم m_c التي تحرر نفس الطاقة :

$12\ g \longrightarrow 0,393 . 10^6\ joules$

$m_C \longrightarrow 8,21 . 10^{10}\ joules$

و منه : $m_C = \dfrac{8,21 . 10^{10} . 12}{0,393 . 10^8} = 2,51 . 10^6\ g$ أي : $m_C = 2,51\ tonnes$

3/ حساب كتلة اليورانيوم : لنفرض أن E_{el} الطاقة الكهربائية و E_{ch} الطاقة الحرارية

لدينا : $E_{el} = \dfrac{30}{100} E_{ch}$ و $E_{el} = P \times t$

أي : $E_{el} = 900 \times 10^6 \times (24 \times 3600) = 7,78 \times 10^{13}\ joules$

و عليه تكون الطاقة الحرارية :

$$E_{ch} = \frac{E_{el} \times 100}{30} = \frac{7,78 . 10^{13} . 100}{30} = 2,6 . 10^{14}\ joules$$

و بما أن : $1\ g\ (^{235}_{92}U) \longrightarrow 8,21 . 10^{10}\ joules$

$m \longrightarrow 2,6 . 10^{14}\ joules$

أي أن كتلة اليورانيوم هي : $m = \dfrac{2,6 . 10^{14}}{8,21 . 10^{10}} = 3,17 . 10^3\ g$ $m_U = 3,17\ kg$

التمرين التاسع و العشرون

في تفاعل انشطاري لنواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ بواسطة نيترون $(^{1}_{0}n)$ نتج عنها نواة الموليبدنوم $^{95}_{42}Mo$ و نواة الانتانوم $^{139}_{57}La$ و تنطلق إشعاعات (β^-) و عدد من النيترونات ، و ينتج كذلك مقدار من الطاقة الحرارية .

1/ أكتب معادلة الانشطار التووي السابق.

2/ بإهمال كتلة الإلكترونات و إعطاء كتلة النيكلونات كما يلي : $^{1}_{0}n = 1,00866\ u$

$^{139}_{57}La = 138,9061\ u$, $^{235}_{92}U = 235,04390u$, $^{95}_{42}Mo = 94,90584\ u$

أحسب بالجول و Mev الطاقة المتحررة بالانشطار لنواة اليورانيوم، ثم لـ $1\ mole$ من نواة $^{235}_{92}U$

علما أن : $1\ u = 1,67 . 10^{-27}$ ، $C = 3 . 1^{8}\ m/s$

الحل :

1/ معادلة الانشطار :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{95}_{42}Mo + ^{139}_{57}La + 7\ ^{0}_{-1}\beta + 2\ ^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

2/ حساب الطاقة الناتجة : $\Delta E = \Delta m . C^2 = [(m_{Mo} + m_{La} + 2\ m_n) - (m_U + m_n)]C^2$

$$= [138,90614 + 94,90584 + 2,01732 - 235,04390 - 1,00866)\ (3 . 10^{8})^2 \times 1,67.10^{-27}$$

$\Delta E = -3,36 \times 10^{-11}\ joule$ بما أن $\Delta E < 0$ إذن تفاعل ناشر للحرارة

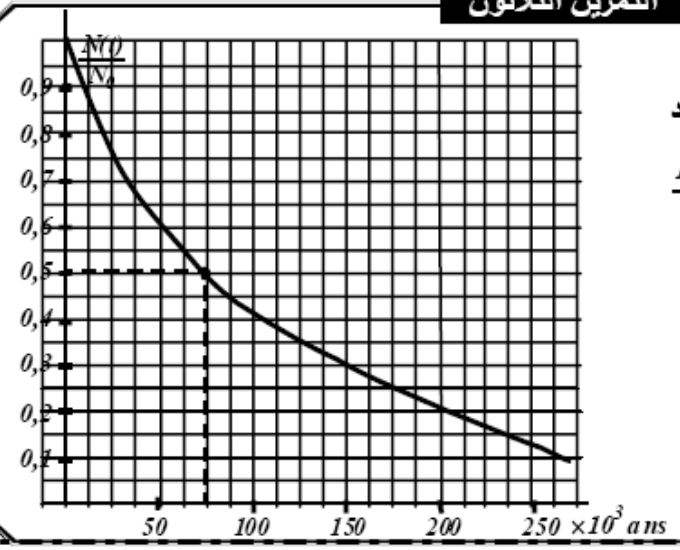
* حساب ΔE بـ Mev : $\Delta E = \Delta m \times 931,5 = -0,22326 \times 931,5 = -207,96\ Mev$

* حساب الطاقة المتحررة من $1\ mole$:

$1\ mole \longrightarrow \mathcal{N} = 6,023 . 10^{23}$

$\Delta E_{(1mole)} = \mathcal{N}\ \Delta E = 6,023 . 10^{23} \times 3,36 . 10^{-11} = -1,2525 . 10^{26}\ Mev$

التمرين الثلاثون



* يعطى منحنى تهافت الثريوم ^{230}Th بدلالة الزمن و N_0 (العدد الابتدائي للأنوية) أي $\frac{N(t)}{N_0} = f(t)$

1-1/ تتهافت نواة الثريوم $^{230}_{Z}Th$ إلى نواة $^{A'}_{28}Ra$ و ينتج عن ذلك إشعاع من نوع α

أ / ماذا تمثل α

ب/ أكتب معادلة تهافت السابق مع

مكتبة العلوم الفيزيائية

تحديد A' و Z .

1-2/ ماذا تعني بنصف العمر $t_{1/2}$ ، تاكد أن قيمة نصف العمر هو $7,5 . 10^4 \ ans$ من البيان

1-3/ أكتب معادلة تناقص الإشعاع ثم أحسب ثابت التهافت λ بـ ans^{-1}

1-4 / من بين العناصر التالية :

أ/ عمر النواة ب/ العدد الابتدائي للنواة N_0

جـ/ درجة الحرارة د/ طبيعة النواة

ما هو العنصر الذي يرتبط به نصف العمر .

1-5 / إذا علمت أن التريوم ^{230}Th ينتمي إلى عائلة اليورانيوم ^{238}U ، و هي عائلةتتألف من مجموعة الأنوية المتهافتة عبر سلسلة من التهافتات المستمرة إلى نواة الرصاص المستقرة ^{206}Pb ، فإذا كانت هذه بعض سلسلة التهافت :

$$^{230}_{92}U \xrightarrow{1} {}^{234}_{90}Th \xrightarrow{2} {}^{234}_{91}Pa \xrightarrow{3} {}^{234}_{Z_4}U \xrightarrow{4} {}^{230}_{z_5}Th$$

أ/ حدد قيمة Z_4 و Z_5 ثم حدد طبيعة الإشعاع الناتج في التحولين (1) و (2) .

ب/ أثبت أن $\frac{N(^{234}Th)}{N(^{238}U)}$ ثابتة .

الحل :

1-1 / تمثل α نواة الهليوم ^4_2He

* $^{230}_{Z}Th \longrightarrow {}^4_2He + {}^{A}_{88}Ra$ بتطبيق قانون انحفاظ لـ" سودي " نجد أن :

أ/ انحفاظ العدد الكتلي : $230 = 4 + A \Rightarrow A = 226$

ب/ انحفاظ العدد الشحني : $Z = 2 + 88 = 90$

و عليه تصبح المعادلة كالتالي : $^{230}_{90}Th \longrightarrow {}^4_2He + {}^{206}_{88}Ra$

1-2/ نعني بزمن نصف العمر هو المدة التي تتهافت فيها نصف الأنوية :

$t = t_{1/2} \Rightarrow N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$ ومن البيان نجد من أجل $\frac{N(t)}{N_0} = 0,5$ نجد أن

$$t_{1/2} = 7,5.10^4 \ ans$$

1-3/ عبارة التهافت هي : $N(t) = N_0 \ e^{-\lambda t}$

حساب λ : $\lambda = \frac{ln2}{t_{1/2}} = \frac{ln2}{7,5.10^4} = 9,2 . 10^{-6} \ ans$

1-4: العنصر الذي يتعلق بالدور (زمن نصف العمر) هو طبيعة النواة أي لكل نواة دور تتميز به.

1-5/ تحديد Z_4 و Z_5 :

أ/ المرحلة 1 (التهافت 1) $^{238}_{92}U \longrightarrow ^{234}_{90}Th + ^{A}_{Z}X$

بتطبيق قوانين الانحفاظ : $A = 4$ و $Z = 2$

إذن طبيعة الإشعاع الناتج هو من نوع α ($^{4}_{2}He$) أي : $^{238}_{92}U \longrightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$

تهافت 2) $^{234}_{90}Th \longrightarrow ^{234}_{91}Pa + ^{A}_{Z}X$

و منه نجد : $A = 0$ و $Z = -1$ و يكون الإشعاع هو من نوع β^- ($^{0}_{-1}e$)

* لدينا الأورانيوم $^{234}_{92}U$ أي أن $Z_4 = 92$ و عليه نجد $Z_5 = 90$

$$^{224}_{92}U \longrightarrow ^{230}_{90}Th + ^{4}_{2}He$$

ب/ إثبات ثابت النسبة :

لدينا : $N(t) = N_0\ e^{-\lambda t}$ و منه : $A = -\frac{dN(t)}{dt} = -\frac{d(N_0 e^{-\lambda t})}{dt} = \lambda\ N_0\ e^{-\lambda t}$

أي : $A = \lambda\ N(t)$

1/ من أجل ^{230}Th ، نعتبر λ_1 ثبت التهافت لهذه النواة $A(t) = \lambda_1\ N(Th)$

2/ من أجل ^{238}U ، نعتبر λ_2 ثبت التهافت لهذه النواة $A(t) = \lambda_2\ N(U)$

و في حالة التوازن بين الأورانيوم المتهافت و التريوم الناتج $\lambda_1 N(^{230}Th) = \lambda_2 N(^{238}U)$

و عليه نجد : $\frac{N(^{230}Th)}{N(^{238}U)} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \lambda$ إذن النسبة ثابتة

التمرين الواحد و الثلاثون

* دراسة الإشعاعات في عائلة اليورانيوم :

I/ تهافت الراديون : يحوي الهواء ^{222}Rn بكمية معتبرة ، و هذا الغاز يكون مشعا طبيعيا و الذي ينتج من تهافت الراديوم (من عائلة اليورانيوم) حسب المعادلة التالية

$$^{226}_{88}Ra \longrightarrow ^{222}_{86}Rn + ^{4}_{2}He$$

1-1/ أذكر نوع التهافت الإشعاعي في هذا التفاعل .

2-1 / أذكر العلاقة التي تعطي Δm للنواة $^{A}_{Z}X$ ذات الكتلة m_X ، ثم أحسب التغير في الكتلة لنواة الراديوم بوحدة الكتلة الذرية u

3-1 / أكتب العلاقة التي تعطي الطاقة ثم أحسبها .

4-1 / نعتبر كتلة الراديون $\Delta m\ (Rn)$ مساوية لـ $3,04 \times 10^{-27}\ kg$

أ/ عرّف طاقة الربط للنواة E_L .

ب/ أحسب بالجول طاقة الربط للراديون $E_L(Rn)$.

جـ/ تحقق من أن هذه الطاقة مساوية إلى $1,71 \times 10^3 \ Mev$.

د / استنتج طاقة الربط للنكليد E_L/A لنواة الراديوم بـ Mev .

5-1 / أحسب الطاقة الناتجة من تهافت الراديوم إلى الراديون بالجول و بـ Mev .

II / انشطار الأورانيوم : يوجد في الطبيعة نظيران من اليورانيوم $^{235}_{92}U$ و $^{238}_{92}U$

* في مركز نووي يتم قذف نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ فتنشطر إلى نواة الزركونيوم $^{99}_{40}Zr$ و التيليريوم $^{134}_{52}Te$

أ/ ماذا تعني كلمة نظير ؟ ب / أذكر تعريف الانشطار جـ/ أكتب معادلة هذا الانشطار

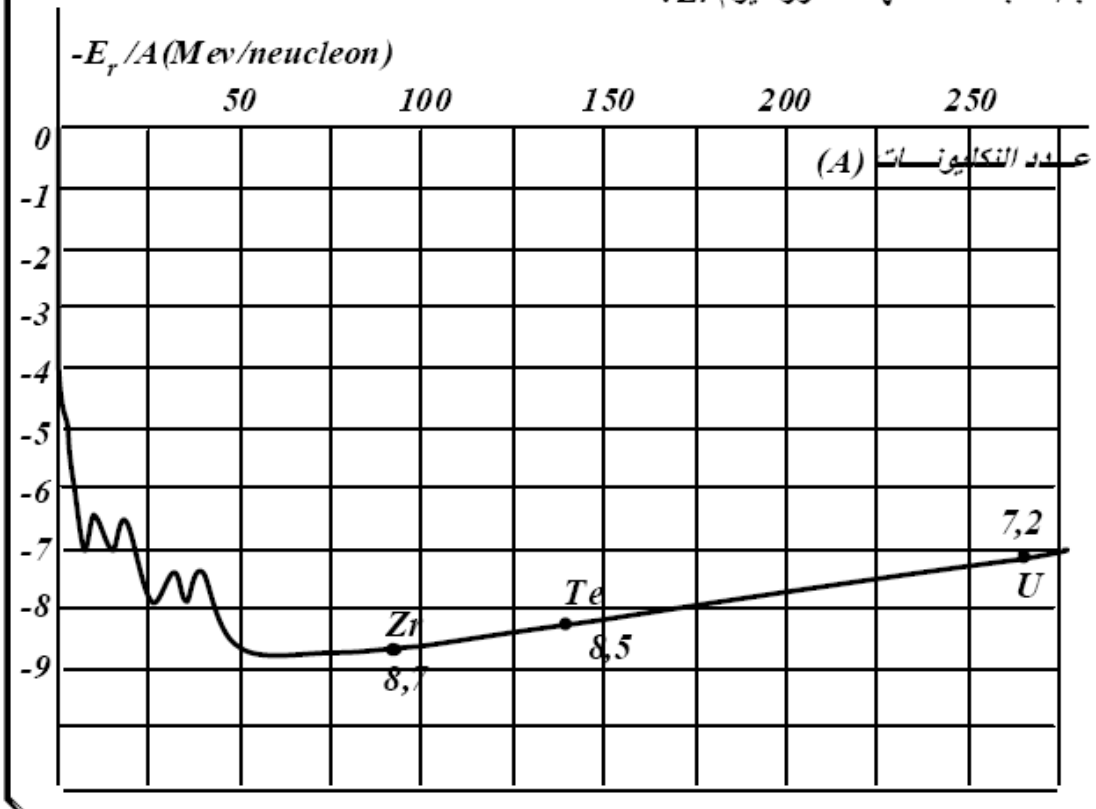
III / تم وضع النويات U ; Zr ; Te في المنحنى الأسفل ، بالاعتماد على هذا المنحنى :

1/ أوجد الطاقة الناتجة من انشطار نواة اليورانيوم

2 / تهافت نواة Zr الناتجة من انشطار اليورانيوم لتعطي لإشعاع β^- و نواة النيوبيوم Nb .

أ/ أذكر تعريف الإشعاع β^-

ب/ أكتب معادلة تهافت الزركنيوم Zr .



الحل : (من أجل معرفة المعطيات أنظر الدرس)

1-1 / الإشعاع الناتج عن التهافت هو الإشعاع α (^4_2He)

2-1 / العلاقة هي : $\Delta m = [\,(Z\,m_p + (A-Z)\,m_n - m_X\,]$

حساب كتلة التغير في Ra : $\Delta m(Ra) = [\,(Z\,m_p + (A-Z)\,m_n - m_{Ra}\,] = 1,881\ u$

3-1 / حساب طاقة الربط (Ra):

$$\Delta E = \Delta m\,.\,C^2 = 1,66\,.\,10^{-27} \times 1,881 \times (3\,.\,10^8)^2 = 2,8111.10^{-10}\ joule$$

4-1 / تعريف طاقة الربط : هي الطاقة الواجب إعطاءها لفصل نكليون من النواة و تعطى عبارتها كما يلي :

ب/ $E_L(Rn) = \Delta m\,.\,C^2 = 3,04\,.\,10^{-27} \times (3\,.\,10^8)^2 = 2,736 \times 10^{-10}\ joule$

جـ / حسب الطاقة بـ Mev : $E_L = \dfrac{2,736\,.\,10^{-10}}{1,6\,.\,10^{-13}} = 1,71 \times 10^3\ Mev$

د/ طاقة الربط للنكليون هي : $E_L = \dfrac{E_L}{A} = \dfrac{E_L(Rn)}{222} = 7,7\ Mev.nucléon$

5-1 / حساب الطاقة : $^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^4_2He$

$$\Delta E = [\,(m_{Rn} + m_{He}) - m_{Ra}\,]\,.\,C^2 = -8,97\,.\,10^{-13}\ joule$$

II / انشطار الأورانيوم :

أ/ النظير هو كل عنصر يتغير عدده الكتلي و يبقى العدد الشحني ثابتا .

ب/ تعريف الانشطار : عندما نقذف نواة غير مستقرة بقذيفة نترون أو غيرها ينتج عن ذلك نواتين أقل من النواة السابقة بحيث يكون قانون حفظ الكتلة محققا و كذلك قانون حفظ الشحن .

مثال : $^{235}_{92}U + {}^1_0n \longrightarrow {}^{99}_{40}Zr + {}^{134}_{52}Te + 3\,{}^1_0n$ و تنتج طاقة

III / $E_{Liberee} = 235\,E_L/A(U) - [\,99\,E_L/A(Zr) + 134\,E_L/A(Te)\,] < 0$

لأنها تنشر طاقة للوسط الخارجي

من البيان نجد : $\dfrac{E_L}{A(U)} = 7,2Mev/n$ ، $\dfrac{E_L}{A(Zr)} = 8,7\,Mev/n$ ، $\dfrac{E_L}{A(Te)} = 8,5Mev/n$

إذن : $E_{Liberee} = 235\times 7,2 - [\,99\times 8,7 + 134\times 8,5\,] = -3,1\times 10^2\ Mev$

2/ أ / الإشعاع β^- هو عبارة عن إلكترون $^0_{-1}e$

ب/ المعادلة : $^{99}_{40}Zr \longrightarrow {}^{99}_{41}Nb + {}^0_{-1}e$

VI – تحديد عمر الأرض :

1- دراسة عائلة اليورانيوم ^{238}U – الرصاص ^{206}Pb

نحن نعلم أن نواة اليورانيوم ^{238}U مشعة طبيعيا فهي تتهافت عبر سلسلة مستمرة من التهافتات إلى أن يعطي نواة الرصاص المستقرة، و ندرس هذا الموضوع مع عدم الأخذ بعين الاعتبار الإشعاع γ الناتج.

1 – 1 في المرحلة الأولى نواة اليورانيوم $(^{238}_{92}U)$ تشع إشعاعا من نوع α و نواة التوريوم $^{A}_{Z}Th$

أ/ ماذا نعني بقولنا نواة مشعة .

ب/ أكتب المعادلة النووية لتهافت $(^{238}_{92}U)$ إلى $^{A}_{Z}Th$ مع تحديد A و Z .

1-2 / ففي المرحلة الثانية تتهافت نواة التريوم $^{A}_{Z}Th$ بدورها إلى نواة $^{A'}_{Z'}Pa$ البروتاكتينيوم و ينطلق إشعاع من نوع $^{0}_{-1}e$

- أكتب معادلة التفاعل .

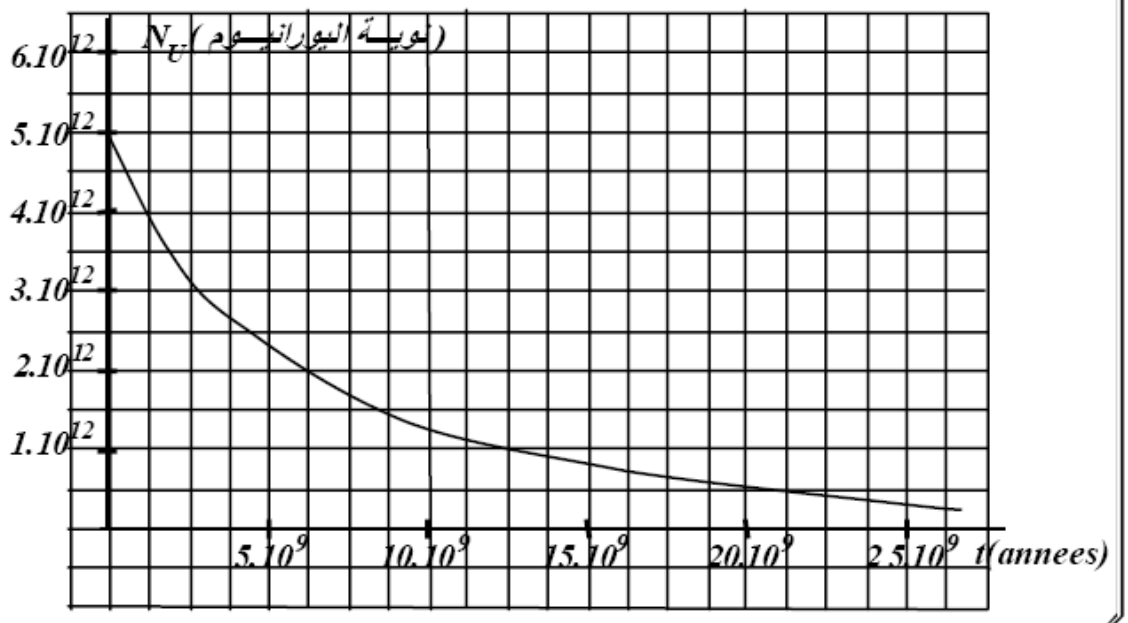
1-3 / نعطي معادلة تهافت نواة اليورانيوم إلى نواة الرصاص كالتالي :

$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{206}_{82}Pb + x\ ^{0}_{-1}e + y\ ^{4}_{2}He$$ ،

حدّد x و y .

2- لتحديد عمر الأرض نأخذ عينة من الصخور التي تتشكل من اليورانيوم ، ثم نقوم بدراسة تقص كتلة اليورانيوم مع مرور الزمن و تزايد كمية الرصاص الموازية لنواة اليورانيوم .

2-1/ نعطي منحنى يعبر عن عدد الأنوية ^{238}U بدلالة الزمن لهذه العينة من الصخور



أ/ استنتج من المنحنى الكمية الابتدائية $N_U(0)$ لأنوية اليورانيوم .

ب/ أستنتج من البيان ثابت الزمن τ للأورانيوم ^{238}U ثم أستنتج قيمة ثابت التهافت λ .

جـ / أكتب عبارة تغير عدد الأنوية $N_U(t)$ بدلالة الزمن و $N_U(0)$ ، ثم أحسب عدد الأنوية اليورانيوم المتبقية بعد مرور زمن قدره $t_1=1,5.10^9\ ans$ ، ثم تحقق من ذلك من البيان .

2-2 / إذا كانت كمية الرصاص الموجودة في العينة الصخرية في الزمن t_{terre} نرمز لها $N_{Pb}(terre)$ تساوي $2,5\times10^{12}\ atomes$

أ / أكتب العبارة التي تربط بين $N_U(terre)$ ، $N_U(0)$ ، $N_{Pb}(terre)$

ب / أحسب كمية $N_U(terre)$ لذرة اليورانيوم

جـ / أستنتج عمر العينة الصخرية أي عمر الأرض .

الحل :

1-1- أ/ نعني بالنواة المشعة النواة غير المستقرة و بالتالي فهي تصدر إشعاعات من نوع α أو β أو γ

1-1- ب / كتابة المعادلة $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{A}_{Z}Th + {}^{4}_{2}He$

و حسب انحفاظ النيكليونات و الشحنات نجد : $A = 238 - 4 = 234$ ، $Z=92-2=90$

إذن : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

1-2/ كتابة معادلة النووي : $^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$

$A' = 234$ ، $Z' = 91$ ، الإشعاع الناتج هو من نوع β^- (إلكترون)

1-3/ تحديد x و y

بتطبيق قانون حفظ الشحن و الكتل نجد:

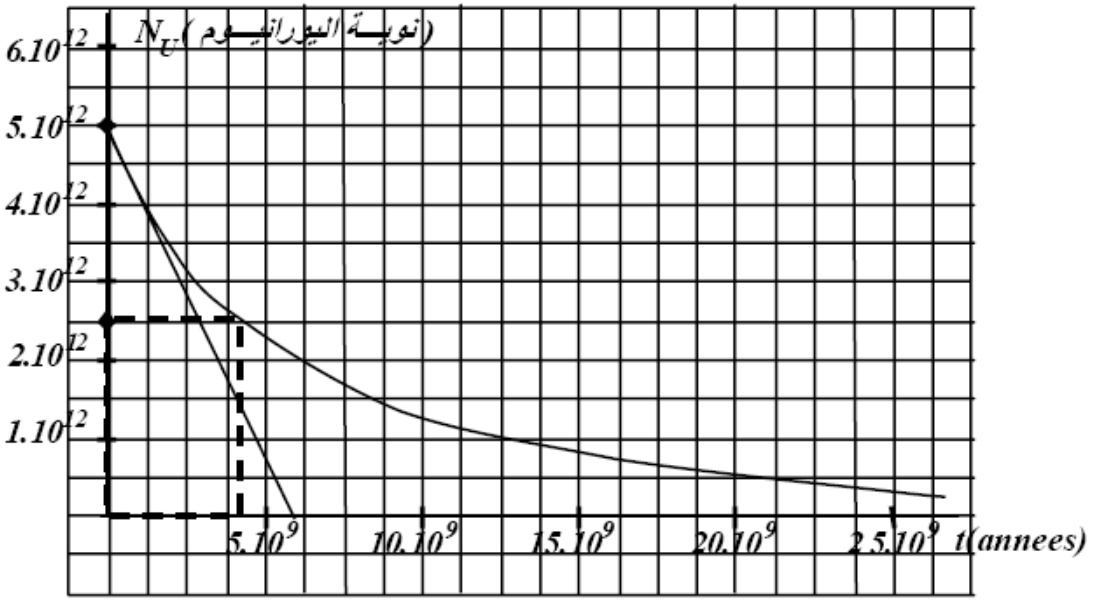
$$\begin{cases} 238 = 206 + x(0) + 4y \\ 92 = 82 - x + 2y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y = 8 \\ x = 6 \end{cases}$$

2-1- أ / الكمية الابتدائية :

من البيان نجد أن الكمية الابتدائية ($t = 0$) هي : نـواة $N_U(0) = 5\times10^{12}$

2 – 1 – ب / $N_U(t) = N_U(0)\, e^{-\lambda t} = N_U(0)\, e^{-t/T}$ حيث : $\lambda = \frac{1}{T}$

نقوم برسم المماس للمنحنى و الذي يمر من $N(0)$ ، نجد أن هذا المماس يقطع محور الزمن عند النقطة $T = 6,5\times10^9\ ans$



كما يمكن أن نحسب ثابت الزمن هذا انطلاقا من الدور :

$$t_{1/2} = T \cdot \ln 2 = 4{,}5 \cdot 10^9 \ ans \Rightarrow T = \frac{4{,}5 \cdot 10^9}{0{,}639} = 6{,}5 \cdot 10^9 \ ans$$

و عليه نجد أن ثابت التهافت λ : $\lambda = \frac{1}{T} = 1{,}5 \cdot 10^{-10} \ ans^{-1}$

2 – 1 – جـ / $N_U(t) = N_U(0)\, e^{-\lambda t} = N_U(0)\, e^{-t/\tau}$

و عليه نجد : نـواة $N_U(t_1) = 5{,}0 \times 10^{12} \exp(-1{,}5 \times 10^9 / 6{,}5 \times 10^9) = 4{,}01 \times 10^{12}$

2 – 1 – ب / نجد أن نصف العمر يكون عندما تتهافت نصف الكمية من المادة $N_U(t)/2$ و عليها نجد أن الزمن الموافق هو $\tau = t_{1/2} = 4{,}5 \times 10^9 \ ans$

2-2 – ا / $N_U(terre) = N_U(0) - N_{Pb}(terre)$

2 – 2 – ب / $N_U(terre) = 5 \times 10^{12} - 2{,}5 \times 10^{12} = 2{,}5 \times 10^{12}$ نواة

2 – 2 – جـ / إذن نستنتج أن عمر الأرض يمكن تحديدها كما يلي :

$N_U(terre) = N_U(0)\, e^{-t_{terre}/T}$ بإدخال اللوغاريثم : $\ln \frac{N_U(t_{terre})}{N_U(0)} = -\frac{t_{terre}}{T}$

و منه : $t_{terre} = -T \ln \frac{N_U(t_{terre})}{N_U(0)} = 4{,}5 \times 10^9 \ ans$

أي أن عمر الأرض هو : . . . . . $t_{terre} = 4{,}5 \times 10^9 \ ans$

المصطلحات العلمية وفق البرنامج التعليمي المغربي	المصطلحات العلمية وفق البرنامج التعليمي الجزائري
التناقص	التهافت
النشاط الإشعاعي a	النشاطية الإشعاعية (سرعة الانحلال) الفعالية $\mathscr{A}$
ثابتة النشاط الإشعاعي λ	ثابتة التهافت
النويدة $^{A}_{Z}X$	النوكليدة $^{A}_{Z}X$
عمر النصف : الدور الإشعاعي	نصف العمر : الدور الإشعاعي
أيونات	شوارد (مفرد : شريد)