حل التمرين 1

1. واد الاستقرار : يحتوي على الأنوية المستقرة (غير مشعة).
2. العنصر النظير للعنصر X في المخطط :
من المخطط $(N-Z)$ لدينا : $Z=4$ ، $A=Z+N=4+6=10$
ومنه العنصر النظير للعنصر X هو : ${}^{10}_{4}Be$
3. ـ النواة ${}^{A}_{Z}X$: غير مستقرة .
ـ التعليل : لا تقع في واد الاستقرار .
4. معادلة التفكك : ${}^{10}_{4}Be \to {}^{10}_{5}B + {}^{0}_{-1}e$ ، نوع النشاط الذي يحدث لها β^- $\left({}^{0}_{-1}e\right)$
5. ـ حساب الطاقة المحررة عن تفكك النواة ${}^{A}_{Z}X$ $\left({}^{10}_{4}Be\right)$:

النقص في الكتلة Δm :

$$\Delta m = m(B) - m(Be)$$
$$\Delta m = 10{,}0102 - 10{,}0113 = -0{,}0011u$$

الطاقة المحررة : $E = \Delta m.c^2$

$$E = 0{,}0011 \times 931{,}5 \quad , \quad \boxed{E \approx 1{,}02 MeV}$$

ـ الطاقة المحررة عن تفكك $0{,}1g$ من $\left({}^{10}_{4}Be\right)$:

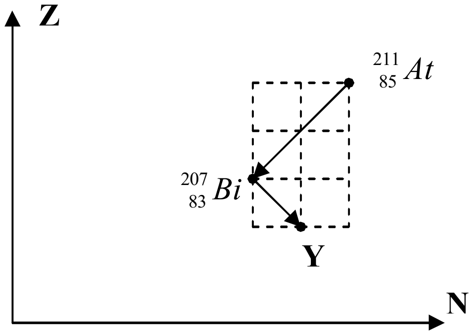
لدينا : $E' = \left(\dfrac{0{,}1}{10} \times 6.023 \times 10^{23}\right) \times 1{,}02$, $E' = \left(\dfrac{m}{M_{(Be)}}.N_A\right).E$

$$\boxed{E' \approx 9{,}8 \times 10^{9}\, j} \qquad \boxed{E' \approx 6{,}1 \times 10^{22}\, MeV}$$

6. أنواع النشاطات الإشعاعية الممثلة بأسهم في الشكل -2 :
ـ النشاط (1) : عبارة عن تفكك α ، لأن :
(Z ينقص بـ 2 و N ينقص بـ 2 $\left({}^{2}_{4}He\right)$).
ـ النشاط (2) : عبارة عن تفكك β^+ ، لأن :
(Z ينقص بـ 1 و N يزداد بـ 1 ، أي تحول بروتون إلى نيوترون).
ـ النشاط (2) : عبارة عن تفكك β^- ، لأن :
(Z يزداد بـ 1 و N ينقص بـ 1 ، أي تحول نيوترون إلى بروتون).

حل التمرين 2

1. ـ كتابة معادلة التفكك : ${}^{211}_{85}At \to {}^{A}_{Z}X + {}^{4}_{2}He$.
ـ النواة الإبن : ${}^{A}_{Z}X$ ($Z=83$ ، $A=207$).
ومنه : ${}^{211}_{85}At \to {}^{207}_{83}Bi + {}^{4}_{2}He$
ـ موقع X على المخطط : (الشكل -1).
حيث : في النمط α ينقص عدد كل من البروتونات
و النيوترونات بـ 2 .



الشكل -1

2. حساب زمن نصف عمر ${}^{211}_{85}At$:
ـ حساب λ :
لدينا : $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ، حيث $N = N_0 - 2{,}7 \times 10^{15}$ ، $t = 1h$.

$$N_0 = m_0.\frac{N_A}{M_{(At)}} \quad , \quad N_0 = 10^{-5} \times \frac{6{,}023 \times 10^{23}}{211} \quad , \quad N_0 = 28{,}5 \times 10^{15}\, atomes$$

حساب N : $N = 25{,}8\times10^{15}\, atomes$, $N = 28{,}5\times10^{15} - 2{,}7\times10^{15}$

وبتطبيق العلاقة : $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{t}.\ln\frac{N_0}{N}$

نجد : $\lambda \approx 9{,}95\times10^{-2}\, h^{-1}$, $\lambda = \frac{1}{1}.\ln\frac{28{,}5}{25{,}8}$

ومنه : $t_{1/2} \approx \frac{0{,}693}{0{,}0995}$, $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

$$\boxed{t_{1/2} \approx 6{,}96h}$$

3. نمط تفكك X :

ـ بما أن عدد البروتونات نقص بـ 1 إذن نمط التفكك هو β^+ .

4. حساب نشاط العينة في اللحظة $t' = 4.\frac{\ln 2}{\lambda}$:

حيث : $A_0 = 2{,}0\times10^9\, Bq$ و λ الثابت الإشعاعي للنظير X.

لدينا : $A = A_0 e^{-\lambda t}$

في اللحظة t' : $A = A_0 e^{-\lambda\left(4.\frac{\ln 2}{\lambda}\right)}$, $A = A_0 e^{-\lambda t'}$

ومنه : $A = \frac{A_0}{2^4}$

تطبيق عددي : $\boxed{A = 12{,}5\times10^7\, Bq}$, $A = \frac{2{,}0\times10^9}{2^4}$

حل التمرين 3

1. تركيب نواة النظير $^{131}_{53}I$: ($Z = 53$ ، $N = 78$).

حيث : $Z = 53$ ، $N = A - Z = 131 - 53 = 78$

2. عدد الأنوية في العينة $(m = 1ug)$ هو : $N_0 = 4{,}6\times10^{15}$

لدينا : $N_0 = m.\frac{N_A}{M_{(I)}}$

تطبيق عددي : $\boxed{N_0 = 4{,}6\times10^{15}}$, $N_0 = \left(1\times10^{-6}\right)\frac{6{,}023\times10^{23}}{131}$

3. ـ الجسيمة β^- تمثل : $^{0}_{-1}e$ ، ـ معادلة تفكك اليود : $^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$.

النواة الإبن : $^{A}_{Z}X$ ($Z = 54$ ، $A = 131$) ، أي : $^{131}_{54}Xe$.

ـ حساب ثابت النشاط الإشعاعي λ للنظير $^{131}_{53}I$:

لدينا : $\boxed{\lambda = 1{,}0\times10^{-6}\, s^{-1}}$ $\lambda = 8{,}66\times10^{-2}\, j^{-1}$, $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{8}$

ـ من بين المنحنيات، الذي يوافق المنحنى $N = f(t)$ لهذا النظير : المنحنى (ب) .

التبرير : يتوافق مع زمن نصف العمر $t_{1/2} = 8\, jours$

4. حساب قيمة نشاط العينة في اللحظة $t = 4h$:

لدينا : $A_0 = \lambda.N_0 = 1{,}0\times10^{-6}\times4{,}6\times10^{15} = 4{,}6\times10^9$, $A = A_0.e^{-\lambda t}$

ومنه : $\boxed{A \approx 4{,}5\times10^9\, Bq}$ $A = 4{,}6\times10^9.e^{-10^{-6}\times4\times3600} = 4{,}6\times10^9.e^{-0{,}0144}$

حل التمرين 4

1. المقصود بـ :
أ) عنصر مشع : هو عنصر إحدى ذراته أو أكثر غير مستقرة ، تتفكك نواتها تلقائيا بواسطة تحول نووي إلى أنوية أخرى .
ب) للعنصر نظائر : أي هناك مجموعة من الذرات تنتمي لنفس العنصر ، لها نفس العدد الذري Z و تختلف في العدد الكتلي A .
2. كتابة معادلة التفاعل المنمذج للتحول النووي الحاصل :

$$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{A}_{Z}Pb + ^{4}_{2}He$$

حيث :

$$210 = A + 4 \Rightarrow A = 206$$
$$84 = Z + 2 \Rightarrow Z = 82$$

2. أ) حساب ثابت النشاط الإشعاعي λ :

لدينا :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{138 \times 86400}$$

$$\boxed{\lambda = 5,8 \times 10^{-8} s^{-1}}$$

ب) حساب N_0 :

$$A_0 = \lambda N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$$

تطبيق عددي :

$$N_0 = \frac{10^8}{5,8 \times 10^{-8}} \quad , \quad \boxed{N_0 = 1,7 \times 10^{15}}$$

ج) حساب المدة الزمنية التي يصبح فيها عدد أنوية العينة مساويا ربع ما كان عليه في اللحظة $t = 0$:

لدينا :

$$N = N_0 . e^{-\lambda t}$$

لتكن t' اللحظة التي يكون عندها $N = \frac{N_0}{4}$:

$$\frac{N_0}{4} = N_0 . e^{-\lambda t'} \Rightarrow t' = \frac{\ln 4}{\lambda}$$

$$\boxed{t' = 276 j}$$

حل التمرين 5

1. أ) ـ النشاط الإشعاعي : هو متوسط عدد التفككات خلال وحدة الزمن .
ـ زمن نصف العمر : هو المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف الكمية الأصلية للنوى المشعة المتواجدة في عينة .

ب) إكمال الجدول :

في اللحظة $t = 0$ ، النشاط $A_0 \approx 22,7 \times 10^{-2} Bq$

$t(.......)$	0	$t_{1/2}$	$2t_{1/2}$	$3t_{1/2}$	$4t_{1/2}$	$5t_{1/2}$
$A(t)(10^{-2} Bq)$	22,7	11,3	5,7	2,8	1,4	0,7

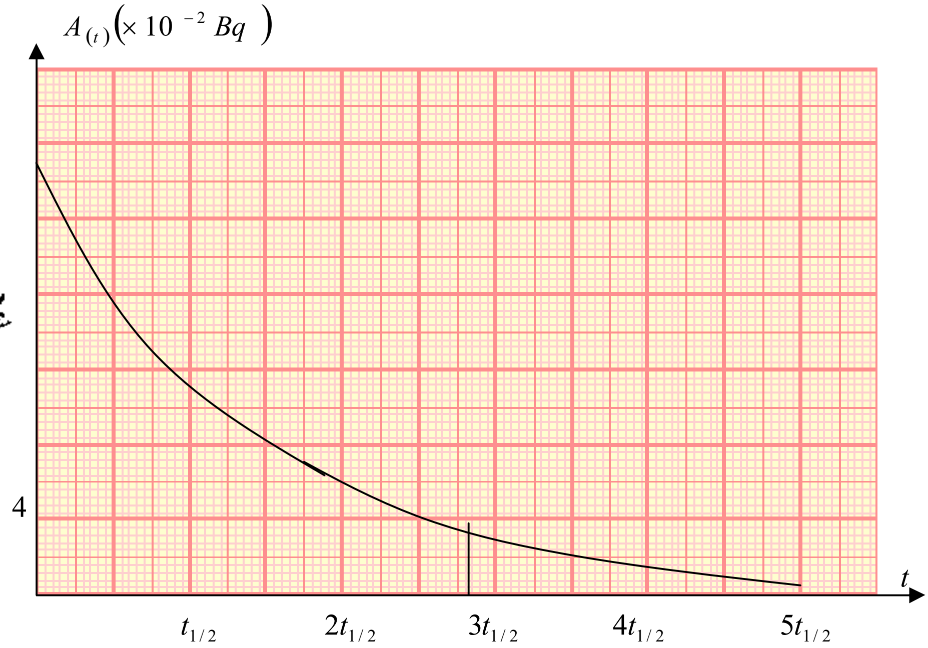
حيث : $A = A_0 e^{-\lambda t}$

في اللحظة $t_{1/2}$: $A = A_0 e^{-\lambda t_{1/2}} = A_0 e^{-\ln 2} = A_0 e^{\ln \frac{1}{2}} = A_0 \times \frac{1}{2} = \frac{A_0}{2}$

في اللحظة $2t_{1/2}$: $A = \frac{A_0}{2^2}$ ، وهكذا ... .

ج) رسم البيان $A = f(t)$:

سلم الرسم : $2cm \to t_{1/2}$ ، $1cm \to 4\times10^{-2}\,Bq$



2. تعيين عمر العينة انطلاقا من المنحنى $A = f(t)$:

لدينا : $A = \dfrac{110}{3600} \approx 3{,}1\times10^{-2}\,Bq$ ، نقرأ على البيان القيمة الموافقة $\approx 2{,}85 t_{1/2}$

ومنه عمر العينة : $\boxed{t \approx 15875 ans}$, $t = 2{,}85 \times 5570$

3. نبين أن العمر t (مقدر بالسنوات)، يمكن حسابه من العلاقة $t = -8036 \ln \dfrac{A}{A_0}$:

لدينا : $A = A_0 . e^{-\lambda t}$ ، ومنها نستنتج $t = -\dfrac{1}{\lambda} . \ln \dfrac{A}{A_0}$

وبتعويض عبارة $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$ ، نجد : $\boxed{t = -\dfrac{t_{1/2}}{\ln 2} . \ln \dfrac{A}{A_0}}$ ، $t_{1/2} = 5570 ans$

أي : $\boxed{t = -8036 \ln \dfrac{A}{A_0}}$

عمر العينة : $\boxed{t \approx 16104 ans}$, $t = -8036 \ln \dfrac{110/60}{13.6}$

ـ في حدود أخطاء القراءة البيانية ، نعتبر العمرين متقاربين .

4. حساب عدد الأنوية المشعة في اللحظة السابقة t :

لدينا : $N_{(t)} = \dfrac{A_{(t)}}{\lambda} = \dfrac{t_{1/2}}{\ln 2} . A_{(t)}$

تطبيق عددي : $N_{(t)} = \dfrac{5570 \times 365 \times 24 \times 3600}{0{,}693} \times 3{,}1\times10^{-2}$

ومنه : $\boxed{N_{(t)} \approx 8\times10^{9}}$

حل التمرين 6

1. كتابة معادلة تفكك النواة $^{227}_{90}Th$: $^{227}_{90}Th \rightarrow ^{A}_{Z}X + ^{4}_{2}He$

النواة المتولدة (الابن) : $^{223}_{88}Ra$

$227 = A + 4 \Rightarrow A = 223$

$90 = Z + 2 \Rightarrow A = 88$

2. حساب عدد الأنوية N_0 الموجودة في عينة من التوريوم كتلتها m_0 :

لدينا : $N_0 = m_0 . \dfrac{N_A}{M_{(Th)}}$

تطبيق عددي : $N_0 = 10^{-6} \times \dfrac{6,023 \times 10^{23}}{227}$

$$\boxed{N_0 \approx 2,7 \times 10^{23}}$$

3. أ) عبارة قانون التناقص الإشعاعي :

$$\boxed{N = N_0 . e^{-\lambda t}}$$

ب) زمن نصف العمر : $t_{1/2}$ لعينة هو المدة التي تتفكك خلالها نصف الأنوية المشعة .

ج) تحديد :

ـ ثابت النشاط الإشعاعي λ :

من العلاقة النظرية لدينا : $-\ln \dfrac{N}{N_0} = \lambda t$

من البيان : $-\ln \dfrac{N}{N_0} = at + b$

حيث : $\lambda = a$ ، $b = 0$

ومنه :

$\lambda = a = \dfrac{(3,5 - 0) \times 0,198}{(4,5 - 0) \times 4}$

$$\boxed{\lambda = 3,85 \times 10^{-2} \, j^{-1}}$$

ـ زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

لدينا : $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$

تطبيق عددي : $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{3,85 \times 10^{-2}}$

$$\boxed{t_{1/2} \approx 18 \, jours}$$

حل التمرين 7

1. أ) تعيين x و y : $^{238}_{92}U \rightarrow x\,^{4}_{2}He + y\,^{0}_{-1}e + ^{206}_{82}Pb$

لدينا :

$$238 = 4x + 0 + 206 \Rightarrow x = 8$$
$$92 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 6$$

$x = 8$	$y = 6$

ب) قانون التناقص الإشعاعي : $\boxed{N = N_0.e^{-\lambda t}}$

ج) إثبات أن الزمن الذي يكون فيه عدد الأنوية المتبقية $\frac{N_0}{16}$ هو $t = 4t_{1/2}$:

لدينا :

$$N = N_0.e^{-\lambda t}$$
$$\frac{N_0}{16} = N_0.e^{-\lambda t}$$
$$\ln 16 = \lambda t \quad , \quad 4\ln 2 = \lambda t$$

ومنه :

$$t = \frac{4\ln 2}{\lambda} \quad , \quad \frac{\ln 2}{\lambda} = t_{12}$$

$$\boxed{t = 4t_{1/2}}$$

د) عدد أنوية الرصاص المتشكلة في اللحظة t :

لدينا :

$$N_{pb}(t) = N_{U(0)} - N_{U_{(t)}}$$
$$= N_{U(0)} - N_{U(0)}e^{-\lambda t}$$

ومنه :

$$N_{pb(t)} = N_{U(0)}\left(1 - e^{-\lambda t}\right)$$

2. أ) حساب الطاقة المتحررة من التفاعل السابق E:

لدينا : $E = \Delta m.C^2$

حيث : $\Delta m = m_U - \left(8m_{He} + 6m_e + m_{pb}\right)$

تطبيق عددي : $\Delta m = 238.0003 - \left(8 \times 4.0015 + 6 \times 0.00054 + 205.9295\right)$

$$\Delta m = 0.05556u$$

ومنه : $E = 0.05556 \times 931.5$

$$\boxed{E \approx 52MeV}$$

ب) حساب الطاقة الناتجة عن إنشطار $1g$ من اليورانيوم E_1:

لدينا : $E_1 = N.E = \left(\frac{1 \times 6{,}023 \times 10^{23}}{238}\right) \times 52$

ومنه : $\boxed{E_1 \approx 1{,}3 \times 10^{23} MeV}$

ج) حساب كتلة اليورانيوم المستهلكة خلال 30 يوم من تنقل الغواصة :

لدينا : الطاقة الناتجة في الغواصة $E_2 = P.t$

تطبيق عددي :

$$E_2 = \left(25 \times 10^6\right)\left(30 \times 24 \times 3600\right)$$

$$E_2 \approx 6{,}48 \times 10^{13} J$$

حيث : $E_1 \approx 1{,}3 \times 10^{23} \times 1{,}6 \times 10^{-13} \approx 2{,}1 \times 10^{10} j$

ومنه الكتلة المستهلكة : $m = E_2 / E_1$

تطبيق عددي : $m = \frac{6{,}48 \times 10^{13}}{2{,}1 \times 10^{10}}$

$$\boxed{m \approx 3kg}$$

حل التمرين 8

1. كتابة معادلة التفكك : ${}^{108}_{47}Ag \rightarrow {}^{108}_{48}Cd + {}^{0}_{-1}e$

2. أ) عبارة N بدلالة N_0 ، λ ، t : $N = N_0.e^{-\lambda.t}$

ب) زمن نصف العمر :

ـ تعريفه : هو المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف الكمية الابتدائية للنوى المشعة المتواجدة في عينة .

ـ علاقته بـ λ : $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$

ج) وحدة λ باستعمال التحليل البعدي : $[\lambda] = \dfrac{[\ln 2]}{[t_{1/2}]} = \dfrac{1}{[T]} = [T]^{-1}$

3. أ) نبين أن $A = \lambda.N$:

لدينا :
$$A = -\frac{dN}{dt} = -\left(-\lambda.N_0 e^{-\lambda.t}\right)$$
$$= \lambda.N_0 e^{-\lambda.t}$$
$$= \lambda.N$$

ب) إيجاد العلاقة النظرية بين $\ln(n_1)$ و λ ، Δt ، N_0 ، t :

لدينا : $A = -\dfrac{dN}{dt} = \lambda.N_0 e^{-\lambda.t}$

أي : $\dfrac{n_1}{\Delta t} = \lambda.N_0 e^{-\lambda.t}$

ومنه : $n_1 = \lambda.N_0.\Delta t.e^{-\lambda.t}$

وبأخذ اللوغاريتم النيبيري للطرفين :
$$\ln(n_1) = -\lambda t + \ln(\lambda.N_0.\Delta t)$$

ج) استنتاج قيمتي $t_{1/2}$ ، N_0 :

ـ استنتاج قيمة $t_{1/2}$:

بالتطابق بين العلاقة النظرية : $\ln(n_1) = -\lambda t + \ln(\lambda.N_0.\Delta t)$

ومعادلة البيان : $\ln(n_1) = at + b$

نجد : $\lambda = -a$ ، حيث a يمثل ميل المنحنى البياني $\ln(n_1) = f(t)$

ومنه : $\lambda \approx -\dfrac{(\ln 390 - \ln 256)}{200 - 100}$, $\lambda \approx 4,2 \times 10^{-3} s^{-1}$

$t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$, $t_{1/2} \approx \dfrac{\ln 2}{4,2 \times 10^{-3}}$, $t_{1/2} \approx 165 s$

ـ استنتاج قيمة N_0 :

من التطابق بين العلاقة النظرية ومعادلة البيان السابقتين :

نجد أيضا : $b = \ln(\lambda.N_0.\Delta t)$ ، حيث b تمثل نقطة تقاطع البيان مع محور التراتيب .

ومنه : $\lambda.\Delta t.N_0 = e^b$

أي : $N_0 = \dfrac{e^b}{\lambda.\Delta t}$

تطبيق عددي : $N_0 = \dfrac{e^{6,4}}{4,2 \times 10^{-3} \times 0,50}$, $N_0 \approx 2,9 \times 10^5\, noyaux$

حل التمرين 9

1. زمن نصف العمر $t_{1/2}$:

أ) تعريفه : نصف العمر $t_{1/2}$ لعينة هو المدة التي تتفكك خلالها نصف الأنوية المشعة .

ب) قيمته (من البيان) : نقرأ من البيان $t_{1/2} \approx 2{,}2\times10^{3}s$ ، أي $\boxed{t_{1/2} \approx 2200s}$

2. أ) عبارة $t_{1/2}$ بدلالة λ : من العلاقة $N = N_0 e^{-\lambda t}$

لدينا : $\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t}$ ، أي : $\frac{1}{2} = e^{-\lambda t}$ وبإدخال اللوغاريتم النيبيري على الطرفين نحصل على

العبارة المطلوبة : $\boxed{t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}}$

ب) حساب قيمة λ ثابت التفكك لـ $^{A}_{Z}X$:

لدينا : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{2200}$, $\boxed{\lambda \approx 3{,}1\times10^{-4}s^{-1}}$

3. تعيين النواة $^{A}_{Z}X$: من قيمة زمن نصف العمر $t_{1/2} \approx 2200s$ الأقرب إلى القيمة المدونة في الجدول، نستنتج أن النواة $^{A}_{Z}X$ هي $^{38}_{17}Cl$.

4. كتابة معادلة التفاعل المنمذج لتحول النواة $^{35}_{17}Cl$ إلى $^{A}_{Z}X$:

$$^{35}_{17}Cl + 3^{1}_{0}n \rightarrow {}^{38}_{17}Cl$$

5. حساب :

أ) طاقة الربط للنواة $^{A}_{Z}X$: $^{38}_{17}Cl$

لدينا : $E_l = \Delta m.c^2$

حيث : $\Delta m = \left[\left(Zm_p + (A-Z)m_n\right) - m\left(^{A}_{Z}X\right)\right]$

$$\Delta m = \left[(17\times1{,}00728 + 21\times1{,}00866) - 37{,}96011\right]$$

$$\Delta m = 0{,}34551u$$

أي : $E_l = 0{,}34551\times1{,}66\times10^{-27}\times\left(3\times10^{8}\right)^2$

$$E_l \approx 5{,}16\times10^{-11}\,j$$

طاقة الربط للنواة $^{38}_{17}Cl$:

بـ eV : $E_l = \frac{5{,}16\times10^{-11}}{1{,}6\times10^{-19}}$, $\boxed{E_l \approx 3{,}22\times10^{8}eV}$

بـ MeV : $E_l \approx 3{,}22\times10^{2}MeV$ $\boxed{E_l \approx 322MeV}$

ب) طاقة الربط لكل نوية :

لدينا : طاقة الربط لكل نوية هي $\frac{E_l}{A}$

ومنه : بـ eV : $\frac{E_l}{A} = \frac{3{,}22\times10^{8}}{38}$, $\boxed{\frac{E_l}{A} \approx 8{,}47\times10^{6}eV}$

بـ MeV: $\frac{E_l}{A} = \frac{322}{38}$ $\boxed{\frac{E_l}{A} \approx 8{,}47MeV}$

حل التمرين 10

1. أ) قوانين الانحفاظ المعتمدة لموازنة تفاعل التفكك : ـ قانون انحفاظ العدد الكتلي .
ـ قانون انحفاظ العدد الذري .

ب) النواة ${}_{Z}^{A}X$ المتشكلة : ${}_{84}^{210}Po \rightarrow {}_{Z}^{A}X + {}_{2}^{4}He$

لدينا :

$$210 = A + 4 \Rightarrow A = 206$$
$$84 = Z + 2 \Rightarrow Z = 82$$

ومنه : النواة ${}_{Z}^{A}X$ المتشكلة هي ${}_{82}^{206}Pb$.

ج) حساب الطاقة المتحررة من تفكك نواة Po : ${}_{84}^{210}Po \rightarrow {}_{82}^{206}X + {}_{2}^{4}He$

ـ بالجول :

$$E_{lib} = \Delta m.c^2$$
$$E_{lib} = (206,0385 + 4,0039 - 210,0482) \times 1,66 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$\boxed{E_{lib} \approx -8,7 \times 10^{-13}\, j}$$

ـ بـ MeV :

$$E_{lib} \approx -0,0058 \times 931 \quad , \quad \boxed{E_{lib} \approx -5,4 MeV}$$

2. أ) ـ إكمال الجدول :

$t(jour)$	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
$\frac{N(t)}{N_0}$	...	0.90	0.82	0.74	0.67	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.37
$-\ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right)$	...	0,10	0,20	0,30	0,40	0,51	0,60	0,69	0,80	0,92	0,99

ـ تمثيل البيان $-\ln\left(\frac{N(t)}{N_0}\right) = f(t)$

ب) العلاقة التي تتفق مع المحددة بيانيا هي :

$$N = N_0.e^{-\lambda t}$$

ج) استنتاج قيمة المقدار λ : (أنظر في الصفحة الموالية)

من العلاقة النظرية $N = N_0.e^{-\lambda t}$ لدينا : $-\ln\frac{N_{(t)}}{N_0} = \lambda t..........(1)$

و من البيان : $-\ln\frac{N_{(t)}}{N_0} = at + b..........(1)$

بالمطابقة بين العلاقتين (1) و (2) : $b = 0$ ، $a = \lambda$ (a : ميل البيان) .

ومنه : $a = \lambda = \frac{2\times 0,2}{4\times 20}$, $\boxed{\lambda = 5\times 10^{-3}\, j^{-1}}$

λ : ثابت النشاط الإشعاعي ، وحدته في الجملة الدولية هي : s^{-1}

د) استنتاج قيمة ثابت الزمن τ : $\tau = \frac{1}{\lambda}$

$\tau = \frac{1}{5\times 10^{-3}}$, $\boxed{\tau = 2\times 10^{2}\, j}$

ه) إيجاد قيمة زمن نصف العمر $t_{1/2}$ لـ : ${}^{210}_{84}Po$

لدينا : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

تطبيق عددي : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{5\times 10^{-3}}$, $\boxed{t_{1/2} \approx 138,6\, jours}$

و) حساب كتلة البولونيوم ${}^{210}Po$ الباقية خلال $414\, jours$ بعينة تحتوي عند $t = 0$ على $20g$:

ـ أعطي : $t_{1/2} \approx 138\, jours$

لدينا : $m = m_0.e^{-\lambda t}$

$$m = m_0.e^{-\lambda t} = m_0.e^{-\frac{t}{t_{1/2}}.\ln 2}$$

تطبيق عددي : $m = m_0.e^{-\frac{414}{138}.\ln 2} = m_0.e^{-3\ln 2} = m_0.e^{\ln\frac{1}{2^3}} = \frac{m_0}{2^3} = \frac{m_0}{8}$

أي : $m = \frac{20}{8}$, $\boxed{m = 2,5g}$

حل التمرين 11

1. أ) ـ إصدار الإشعاع β^- يعني تحول نيترون إلى بروتون داخل النواة المشعة وفق المعادلة :

$${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e\left(\beta^-\right)$$

ـ سبب إصدار النواة لإشعاعات γ هو : أن النواة الإبن عادة تكون في حالة مثارة و بإصدارها للإشعاع γ تتخلص من الطاقة الزائدة لتنتقل إلى حالتها الأساسية .

ب) كتابة معادلة التفاعل المنمذج للتحول النووي :

$${}^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{-1}e + \gamma$$

2. حساب :

أ) عدد الأنوية N_0 الموجودة في العينة : $N_0 = m\times\frac{N_A}{M_{(Cs)}}$

تطبيق عددي : $N_0 = 1,0\times 10^{-6}\times\frac{6,023\times 10^{23}}{137}$, $\boxed{N_0 \approx 4,40\times 10^{15}}$

ب) قيمة النشاط الإشعاعي للعينة : $A_0 = \lambda.N_0 = \frac{N_0}{\tau}$

تطبيق عددي : $A_0 = \frac{4,40\times 10^{15}}{43,3\times 365\times 24\times 3600}$, $\boxed{A_0 \approx 3,2\times 10^{6}\, Bq}$

3. أ) مقدار النشاط الإشعاعي (بعد ستة أشهر) :

لدينا : $A = A_0 . e^{-\lambda t} = A_0 . e^{-\frac{t}{\tau}}$

تطبيق عددي : $A = 3{,}2 \times 10^6 \times e^{-\frac{6}{43.3 \times 12}}$

$$\boxed{A \approx 3{,}16 \times 10^6\, Bq}$$

ب) حساب النسبة المئوية لأنوية السيزيوم المتفككة :

ليكن $N^/$ عدد الأنوية المتفككة : $N^/ = N_0 - N$

النسبة المئوية : $\frac{N^/}{N_0} \times 100 = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100$ ، حيث : $N = \frac{A}{\lambda} = A \times \tau$

تطبيق عددي : $N \approx 3{,}16 \times 10^6 \times 43{,}3 \times 365 \times 24 \times 3600 \approx 4{,}32 \times 10^{15}$

ومنه : $\frac{N^/}{N_0} \times 100 = \frac{(4{,}40 - 4{,}32) \times 10^{15}}{4{,}40 \times 10^{15}} \approx 1{,}8$

4. أ) لحظة انعدام النشاط :

لدينا : $A = 1\% A_0 \Rightarrow \frac{1}{100} = e^{-\frac{t}{\tau}}$

بأخذ الوغاريتم النيبيري للطرفين : $\ln 100 = \frac{t}{\tau}$

ومنه : $t = \tau \ln 100$, $\boxed{t \approx 5\tau}$

ب) هذه النتيجة عامة لأي نواة مشعة .

حل التمرين 12

1. تعيين قيمتي Z و x :

$$ {}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{94}_{Z}Sr + {}^{140}_{54}Xe + x\,{}^{1}_{0}n \qquad (1)$$

لدينا : $235 + 1 = 94 + 140 + x \Rightarrow x = 2$

$92 = Z + 54 \Rightarrow Z = 38$

2. أ) حساب النقص في الكتلة Δm لليورانيوم ${}^{235}U$:

لدينا : $E_l(U) = \Delta m_{(u)} . 931{,}5$, $\Delta m_{(u)} = \frac{E_l(U)}{931{,}5}$

حيث : $\frac{E_l}{A}({}^{235}U) = 7{,}59 \Rightarrow E_l(U) = 7{,}59 A = 7.59 \times 235$, $E_l(U) \approx 1784 MeV$

ومنه : $\Delta m_{(u)} = \frac{1784}{931{,}5}$, $\boxed{\Delta m_{(u)} \approx 1{,}91519 u}$

ب) حساب بـ MeV الطاقة المحررة في التفاعل (1) :

لدينا : $E_{lib} = E_l(U) - E_l(Sr) - E_l(Xe)$

تطبيق عددي : $E_{lib} = 1784 - 807{,}5 - 1160$

$$\boxed{E_l = -183{,}5 MeV}$$

3. أ) كتابة معادلة التفكك : ${}^{140}_{54}Xe \rightarrow {}^{140}_{55}Cs + {}^{0}_{-1}e + \gamma$

ـ الجسيمات الناتجة : β^- ، γ

ب) القيمة المناسبة لطاقة التماسك لكل نوكليون للنواة Cs هي :

ـ التعليل :

حل التمرين 13

I /

1. المقصود بالعبارات التالية :

أ) طاقة ربط النواة : هي الطاقة اللازمة لتماسك النويات .

ب) وحدة الكتلة (u) : $1u = \frac{1}{12} m_{(^{12}C)} = \frac{1}{N_A} = 1{,}66 \times 10^{-27} kg$

2. كتابة عبارة طاقة ربط النواة لليورانيوم 235 بالوحدة MeV :

$$E_l = \Delta m.c^2$$
$$E_l = \left(Zm_p + (A-Z)m_n - m_X\right).c^2$$

3. حساب طاقة ربط النواة لليورانيوم 235 بالوحدة MeV :

$$E_l = (92 \times 1{,}0073 + 143 \times 1{,}0087 - 234{,}9935) \times 931$$

$$\boxed{E_l \approx 1790 MeV}$$

4. إكمال فراغات الجدول :

أنوية العناصر	^2_1H	^3_1H	^4_2He	$^{14}_6C$	$^{14}_7N$	$^{94}_{38}Sr$	$^{140}_{54}Xe$	$^{235}_{92}U$
(كتلة النواة) $M(u)$	2.0136	3.0155	4.0015	14.0065	14.0031	93.8945	139.8920	234.9935
$E(MeV)$ **(طاقة ربط النواة)**	2.23	8.57	28.41	99.54	101.44	810.50	1164.75	1790
$E/A(MeV)$ **(طاقة الربط لكل نيوكليون)**	1.11	2,85	7.10	7,11	7.25	8.62	8,32	7,62

5. ـ النواة الأكثر استقرارا : $^{94}_{38}Sr$

التعليل : توافق طاقة ربط لكل نوية أكبر في الجدول ($8{,}62 MeV$) .

II/

1. التعبير عن كل تحول نووي بمعادلة نووية موزونة :

أ) $^{14}_{6}C \rightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e$

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

ج) $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{140}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2^{1}_{0}n$

2. وصف التحولات النووية :

أ) إشعاعي .

ب) إندماج .

ج) إنشطار .

3. حساب الطاقة المحررة بـ MeV :

ـ من تفاعل الانشطار : $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{140}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2^{1}_{0}n$

بتطبيق القانون : $E_{lib} = |\Delta m|.c^2$

$$\boxed{E_{lib} \approx 184{,}6 MeV}$$

ـ من تفاعل الاندماج : $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$

بتطبيق نفس القانون : $E_{lib} = |\Delta m|.c^2$

$$\boxed{E_{lib} \approx 17{,}6 MeV}$$

حل التمرين 14

1. أ) زمن نصف العمر $t_{1/2}$: هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية في عينة مشعة .

ب) إثبات أن : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

لدينا : $N = N_0 . e^{-\lambda t}$

عند $t = t_{1/2}$ يكون : $N = \frac{N_0}{2}$ ، ومنه $\frac{N_0}{2} = N_0 . e^{-\lambda t_{1/2}}$ ، أي $\frac{1}{2} = . e^{-\lambda t_{1/2}}$

بأخذ اللوغاريتم النيبيري للطرفين : $-\ln 2 = -\lambda . t_{1/2}$

ومنه المطلوب : $\boxed{t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}}$

2. حساب عدد أنوية ^{14}C في القطعة الخشبية لحظة العثور عليها ، وليكن N_{14} :

لدينا : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$, $A = \lambda . N \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda}$

ومنه : $N_{14} = A . \frac{t_{1/2}}{\lambda}$

تطبيق عددي : $N_{14} = \frac{1,4}{60} \times \frac{5730 \times 365 \times 24 \times 3600}{\ln 2}$, $\boxed{N_{14} \approx 6,1 \times 10^9}$

3. حساب عدد أنوية ^{12}C في القطعة المماثلة ، وليكن N_{12} :

لدينا : $m' = 51\% m = 295 \times \frac{51}{100} = 150,45 mg$, $N_{12} = m' . \frac{N_A}{M_{(^{12}C)}}$

تطبيق عددي : $N_{12} = 150,45 \times 10^{-3} \times \frac{6 \times 10^{23}}{12}$, $\boxed{N_{12} \approx 7,5 \times 10^{21}}$

4. حساب عمر القطعة الخشبية التي عثر عليها :

لدينا : $t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A}{A_0}$

أي : $t = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{(N_{14})}{(N_{14})_0}$

حيث : $N_{14} \approx 6,1 \times 10^9$

و : $\frac{N_{14}}{N_{12}} = \frac{(N_{14})_0}{N_{12}} \approx 1,3 \times 10^{-12}$

ومنه عدد أنوية الكربون 14 لحظة اقتطاع القطعة من الشجرة :

$$(N_{14})_0 \approx 7,5 \times 10^{21} \times 1,3 \times 10^{-12} \approx 9,7 \times 10^9$$

تطبيق عددي : $t = -\frac{5730}{\ln 2} \times \ln \frac{6,1 \times 10^9}{9,7 \times 10^9}$

أي : $t = -\frac{5730}{\ln 2} \times \ln \frac{6,1}{9,7}$

$$\boxed{t \approx 3835 ans}$$

حل التمرين 15

1. تركيب نواة الكربون 14 : ـ عدد البروتونات $Z=6$

ـ عدد النيوترونات $N=A-Z=14-6=8$

2. أ) تحديد النواة $^{A}_{Z}y_1$: $^{14}_{7}N+^{1}_{0}n\rightarrow ^{A}_{Z}y_1+^{1}_{1}H$

لدينا : $14+1=A+1\Rightarrow A=14$

$7=Z+1\Rightarrow Z=6$

ومنه : النواة $^{A}_{Z}y_1$ هي $^{14}_{6}C$

ب) ـ كتابة معادلة التفكك النووي الموافق : $^{14}_{6}C\rightarrow ^{A}_{Z}y_2+^{0}_{-1}e$

حيث :

$A=14$

$6=Z-1\Rightarrow Z=7$

ـ اسم العنصر y_2 : الأزوت $^{14}_{7}N$

3. أ)

$N(t)$: عدد الأنوية غير المتفككة في العينة في اللحظة t .

N_0 : عدد الأنوية غير المتفككة في اللحظة $t=0$.

λ : ثابت التفكك الإشعاعي .

ب) إثبات أن : $\lambda=\dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$

لدينا : $N=N_0.e^{-\lambda t}$

عند $t=t_{1/2}$: $\dfrac{N_0}{2}=N_0.e^{-\lambda t_{1/2}}$

أي : $\dfrac{1}{2}=e^{-\lambda t_{1/2}}$

بأخذ اللوغاريتم النيبيري للطرفين : $\ln 2=\lambda.t_{1/2}$

ومنه : $\boxed{\lambda=\dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}}$

ج) وحدة λ باستعمال التحليل البعدي :

لدينا : $[\lambda]=\dfrac{1}{[T]}=[T]^{-1}$

أي أن وحدة قياس λ هي مقلوب وحدة الزمن (s^{-1}) .

د) حساب القيمة العددية للمقدار λ المميز للكربون 14 :

لدينا : $\lambda=\dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$

تطبيق عددي : $\lambda=\dfrac{\ln 2}{5570}$, $\lambda\approx 1{,}24\times 10^{-4}\,ans^{-1}$

و : $\lambda\approx\dfrac{\ln 2}{5570\times 365\times 24\times 3600}$, $\boxed{\lambda\approx 3{,}9\times 10^{-12}\,s^{-1}}$

4. ـ عبارة $A(t)$ بدلالة A_0 و λ و t : $A(t)=-\dfrac{dN}{dt}\Rightarrow A(t)=A_0.e^{-\lambda t}$

ـ حساب عمر قطعة الخشب القديم :

لدينا : $t=-\dfrac{t_{1/2}}{\lambda}.\ln\dfrac{A}{A_0}$

تطبيق عددي : $t=-\dfrac{5570}{\ln 2}.\ln\dfrac{11{,}3}{13{,}7}$, $\boxed{t\approx 1489ans}$

ـ سنة قطع الشجرة التي انحدرت منها : سنة $2000-1489\approx 511$