حل التمرين الأول

أ- دراسة تركيب النواة

1- $^{14}_{6}C \rightarrow \begin{cases} A=14 \\ Z=6 \end{cases} \Rightarrow N=A-Z=8$

2- تعريف النظير :هي ذرات لنفس العنصر لها نفس العدد الكتلي و تختلف في العدد الذري .

3- معنى نشط إشعاعيا : عنصر غير مستقر تحدث له مجموعة من التفككات يرافق هذه التفككات إنبعاث إشعاعات من النواة $(\alpha, \beta^-, \beta^+, \gamma)$.

ب- التفاعلات النووية :

1- قوانين الإنحفاظ (قوانين صودي) :

$$\begin{cases} 14+1=A+1 \\ 7+0=Z+1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A=14 \\ Z=6 \end{cases}$$

إذن : $^{14}_{6}X_1 \equiv ^{14}_{6}C$

3-

أ- معادلة التفاعل :

$$^{A}_{Z}X_1 \rightarrow ^{A'}_{Z'}X_2 + ^{-1}_{0}e$$

$$^{14}_{6}C \rightarrow ^{A'}_{Z'}X_2 + ^{-1}_{0}e$$

$$\begin{cases} A'=14 \\ Z'=7 \end{cases} \Rightarrow ^{14}_{6}C \rightarrow ^{14}_{7}N + ^{-1}_{0}e$$

ب- إسم العنصر هو : الأزوت : $^{14}_{7}N$

ج- قانون التناقص الإشعاعي :

1- زمن نصف العمر : هي المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف العدد الإبتدائي من الأنوية المشعة .

2- المقادير :

$N(t)$: عدد الأنوية المشعة المتبقية (الغير المتفككة)

N_0 : عدد الأنوية المشعة الإبتدائية

λ : ثابت النشاط الإشعاعي .

3- عبارة λ :

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$$

- وحدته :

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \left[\frac{1}{\tau}\right] = \frac{1}{[\tau]} = \frac{1}{T}$$

$$\lambda(S^{-1})$$

4 ـ قيمة λ :

لدينا :

$$t_{1/2} = 5570ans = 1,75.10^{11}s$$

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} = 3,92.10^{-12}s$$

د – التأريخ بواسطة الكربون 14 :

$$A(t) = 7,16dés / \min$$

$$A(0) = 13,6dés / \min$$

2ـ حساب t :

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow A(t)/A_0 = e^{-\lambda t}$$

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

$$t = -\frac{1}{1,23.10^{-4}}\ln(7,16/13,6) = 929,05ANS$$

حل التمرين الثاني

أ ـ تصدر جسيمات β^- لأن $^{137}_{55}Cs$ عنصر مشع (غير مستقر)

ـ إشعاعات γ : لأن النواة الناتجة في حالة إثارة (تملك طاقة زائدة) .

ب ـ معادلة التفاعل :

$$^{137}_{55}Cs \rightarrow ^{A}_{Z}Y^{*} + ^{0}_{-1}e$$

$$\begin{cases} A = 137 \\ Z = 56 \end{cases}$$

$$^{A}_{Z}Y \equiv ^{137}_{56}Ba$$

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

2ـ

أ ـ عدد الأنوية في العينة :

نعلم أن :

$$1mol \rightarrow N_A = 6,02.10^{23}$$

$$n_0 = \frac{m_0}{M} = \frac{10^{-6}}{137} \rightarrow N_0$$

$$\Rightarrow N_0 = \frac{10^{-6}}{137}6,02.10^{23} = 4,39.10^{15}$$

ب ـ قيمة نشاط هذه العينة A_0 :

$$A_0 = \lambda N_0 = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}N_0 = \frac{N_0}{\tau} = 3,21.10^{6}bq$$

3-

أ- حساب النشاط بعد 6 أشهر :

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$t = 6mois = 1,5552.10^7 s$$

$$A(6mois) = 3,21.10^6 e^{-1,5552.10^7 / 43,3.365.24.3600}$$

$$= 3,17.10^6 Bq$$

ب- النسبة المؤوية :

$$\frac{A_0 - A(t)}{A_0}.100\% = 1,24\%$$

4- حساب المدة الزمنية اللازمة لانعدام النشاط الإشعاعي :

$$A(t) = 0,01 A_0 = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow 0,01 = e^{-\lambda t}$$

$$\ln(0,01) = -\lambda t = -t/\tau$$

$$t = 4,6.\tau \cong 5.\tau$$

ملاحظة : يمكن تعميم هذه النتيجة على جميع الأنوية المشعة .

حل التمرين الثالث :

1-

- 226 العدد الكتلي (عدد النكليونات)
- 88 العدد الذري (العدد الشحني)

2- معادلة التفكك :

$$^{234}_{92}U \rightarrow ^{230}_{90}Th + ^{A}_{Z}p$$

$$\begin{cases} 234 = A + 230 \\ 92 = Z + 90 \end{cases} \Rightarrow A = 4; Z = 2 \quad ^{232}_{88}Ra \rightarrow ^{A}_{Z}Y + ^{4}_{2}He$$

$$^{234}_{92}U \rightarrow ^{230}_{90}Th + ^{4}_{2}He$$

$$\begin{cases} 226 = A + 4 \\ 88 = Z + 2 \end{cases} \Rightarrow A = 222; Z = 86$$

$$^{232}_{88}Ra \rightarrow ^{222}_{86}Rn + ^{4}_{2}He$$

3- حساب زمن النصف :

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0,69}{1,36.10^{-11}} = 5,07.10^{10} s$$

4-

أ- زمن نصف العمر : هي المدة الزمنية اللازمة لتفكك نصف العدد الإبتدائي من الأنوية المشعة $N(t_{1/2}) = N_0/2$.

ب- العلاقة بين N و m :

$$\begin{cases} 1mol \rightarrow N_A = 6,02.10^{23} \\ n = \dfrac{m}{M} \rightarrow N \end{cases}$$

$$N = \frac{m}{M}.N_A \Rightarrow m = \frac{M}{N_A}.N = \frac{M}{N_A}N_0.e^{-\lambda t}$$

$$m = \frac{\cancel{M}}{\cancel{N_A}}\frac{m_0}{\cancel{M}}.\cancel{N_A}.e^{-\lambda t} = m_0.e^{-\lambda t}$$

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

نلاحظ أن : $t = n \cdot t_{1/2}$ وعليه تصبح العلاقة السابقة من الشكل : $m(t) = \dfrac{m_0}{2^n}$

ـ إكمال الجدول :

t	t_0	$t_{1/2}$	$2t_{1/2}$	$3t_{1/2}$	$4t_{1/2}$	$5t_{1/2}$
M(mg)	m_0	$m_0/2$	$m_0/4$	$m_0/8$	$m_0/16$	$m_0/32$

ج ـ كتلة العينة المتفككة عند $t = 5\tau$:

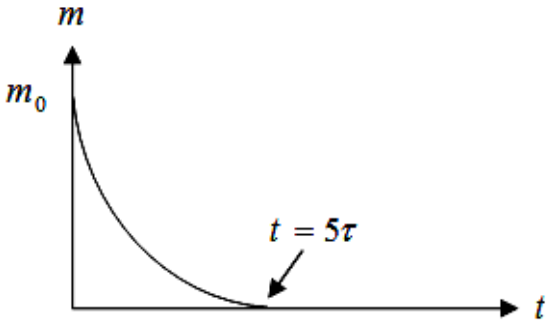
$$m(t_0) = m_0.e^{-\lambda t}$$

لدينا : $t = 5\tau \Rightarrow m(5\tau) = m_0.e^{-5\tau/\tau} \approx 0$

$$m_{\text{متفككة}} = m_0 - m(5\tau) = m_0$$

ملاحظة : عند اللحظة $t = 5\tau$ يكون نشاط العينة معدوما .

د – رسم البيان (دالة أسية متناقصة) :



حل التمرين الرابع:

1ـ مكونات $^{235}_{92}u$:

$$\begin{cases} A = 235 \\ Z = 92 \end{cases} \Rightarrow N = A - Z = 143$$

2ـ حساب Δm :

$$\Delta m = m_{Nucleon} - m_{noyau} = Z.m_p + N.m_n - m\left(^{235}_{92}u\right)$$

$$\Delta m = 92(1,00728) + 143(1,00866) - 234,99332$$

$$\Delta m = 1,91482u$$

$$\begin{cases} 1u \rightarrow 1,66.10^{-27}Kg \\ 1,91482u \rightarrow m(Kg) \end{cases} \Rightarrow m(Kg) = 3,1786.10^{-27}$$

3ـ حساب E_l بـ $(ev);(joule)$:

$$E_l = \Delta m.c^2 = 1,91482.931,5 = 1783,65483Mev$$

$$\begin{cases} 1Mev \rightarrow 10^6 ev \\ 1783,65483Mev \rightarrow E_l(ev) \end{cases} \Rightarrow E_l(ev) = 1,783.10^9$$

$$\begin{cases} 1Mev \rightarrow 1,6.10^{-19} joule \\ 1783,65483Mev \rightarrow E_l(joule) \end{cases} \Rightarrow E_l(joule) = 2,85.10^{-4}$$

حل التمرين الخامس:

1ـ نوع التفاعل : هو تفاعل إنشطار (قذف نواة ثقيلة بنيترون)

2ـ إيجاد كل من A و Z :

$$\begin{cases} 235+1 = A+94+3.1 \\ 92+0 = Z+54+0 \end{cases} \Rightarrow A = 138; Z = 38$$

3ـ حساب الطاقة المتحررة بـ Mev :

$$E_{lib} = \Delta m\, c^2 = (m_i - m_f)c^2$$
$$= [m(u) + m(n)] - [m(Sr) + m(Xe) + 3.m(n)]$$
$$= 0,19318u$$
$$E_{lib} = 0,19318.931,5 = 179,947Mev$$

4ـ حساب الطاقة المتحررة من إنشطار واحد كيلوغرام من اليورانيوم :

$$\begin{cases} 1noyau\left(^{235}u\right) \rightarrow 179,947Mev \\ N(1Kg) \rightarrow E_{lib} \end{cases}$$

تحديد N :

$$\begin{cases} 1mol \rightarrow N_A = 6,02.10^{23} Noyaux \\ n = \dfrac{m}{M} = \dfrac{10^3}{235} \rightarrow N = 2,56.10^{24} Noyaux \end{cases}$$

$$E_l(Mev) = 179,947.2,56.10^{24}$$
$$= 4,6.10^{26} Mev = 7,36.10^{13} joule$$

4ـ حساب الطاقة الكهربائية الناتجة لتحويل 30% :

$$E_{ele} = 0,3.E_{lib} = 2,208.10^{13} joule$$

5ـ

$$\begin{cases} 4.10^{10} joule \rightarrow 1tonne \\ 7,36.10^{13} joule \rightarrow m \end{cases} \Rightarrow m = 1840tonnes$$

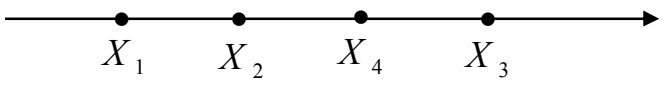
حل التمرين السادس:

1ـ ترتيب الأنوية من حيث الاستقرار :

ـ نقول عن نواة أنها مستقرة إذا كانت النواة تملك طاقة ربط لكل نوكليون كبيرة .

و عليه :

$$\frac{E_l(X_3)}{A_3} \succ \frac{E_l(X_4)}{A} \succ \frac{E_l(X_2)}{A_2} \succ \frac{E_l(X_1)}{A_1}$$



2ـ X_1 نواة قابلة للإندماج لأنها نواة خفيفة .

3ـ X_4 نواة قابلة للإنشطار لأنها نواة ثقيلة .

4ـ حساب $E_l(X_3)$:

$$-\frac{E_l(X_3)}{A_3} = -8 \Rightarrow E_l(X_3) = 8.190 = 1520Mev$$

$$E_l(X_3) = \Delta m\, c^2 \Rightarrow \Delta m = 1520/931{,}5 = 1{,}6317u$$

حل التمرين السابع :

1 – أ) العدد 95 يمثل العدد الكتلي و العدد 40 يمثل العدد الذري أو الشحني .

ب) كلمة مشع تعني أن أنوية هذا العنصر قابلة للتفكك مصدرة إشعاعات فهي غير مستقرة .

جـ) معادلة التفكك : ${}^{95}_{40}Zr \rightarrow {}^{95}_{41}Nd + {}^{0}_{-1}e(\beta^-)$

2 – أ) نوع هذا التفاعل : تفاعل انشطار .

ب) الطاقة المحررة إثر تحول نواة من اليورانيوم : لدينا علاقة الطاقة

$$E_{lib} = (m_i - m_f)xC^2$$

$$= (234.99333 - 94.88604 - 137.90067 - 2x\,1.00866)x\,931.5$$

$$\Rightarrow E = 0.1893x931.5 = 176.33295Mev$$

جـ) حساب الطاقة المحررة الكلية لـ ($897g$ من اليورانيوم) :

يجب أولا معرفة عدد الأنوية في العينة :

نواة $N = \frac{m.N_A}{M} = \frac{897x6.02x10^{23}}{235} = 2.3x10^{24}$

لدينا : $E_T = E_{lib}xN \Rightarrow E_T = 176.33295x2.30x10^{24} = 4.0151x10^{26}Mev$

د) تظهر هذه الطاقة على شكل طاقة حركية و حرارية .

هـ) المدة الزمنية لاشتغال الغواصة :

لدينا من علاقة الاستطاعة : $P = \frac{E_T}{\Delta t}$ و منه نجد :

$$\Delta t = \frac{E_T}{P} = \frac{4.051x10^{26}x1.6x10^{-13}}{25x10^6} = 2.59x10^6\,S \approx 30\,jours$$

و) نستنتج أن المجموعة الثانية هي التي وصلت إلى النتائج الصحيحة .

حل التمرين الثامن :

1ـ قوانين الإنحفاظ (قوانين صودي) :

$$\begin{cases} 235+1=139+94+a \\ 92+0=Z+39 \end{cases}$$

2ـ

$$\begin{cases} a=3 \\ z=53 \end{cases} \text{ إذن } \qquad {}^{139}_{53}X \equiv {}^{139}_{53}I$$

3ـ النقص الكتلي :

$$\Delta m = m_{Nucleon} - m_{noyau} = Z.m_p + N.m_n - m\left({}^{235}_{92}u\right)$$
$$\Delta m = 92(1,00728) + 143(1,00866) - 234,99332$$
$$\Delta m = 1,91482u$$

4ـ الطاقة المتحررة عن انشطار نواة اليورانيوم 235 .

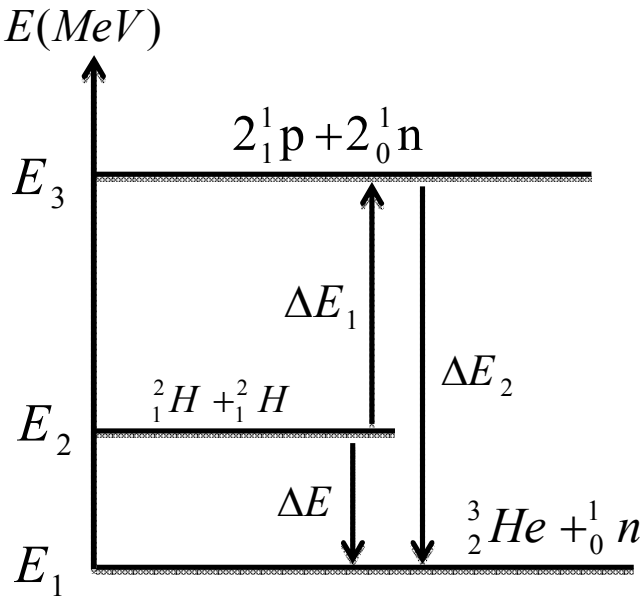
$$E_{lib} = \Delta m.c^2 = (m_i - m_f).c^2$$
$$= \left[m(u) + m(n)\right] - \left[m(I) + m(Y) + 3.m(n)\right]$$
$$= 0,188920u$$
$$E_{lib} = 0,188920.931,5 = 175,97Mev$$

5ـ الطاقة المتحررة عند إنشطار 100 غرام من اليورانيوم :

$$\begin{cases} 1mol \rightarrow N_A = 6,02.10^{23} Noyaux \\ n = \dfrac{m}{M} = \dfrac{100}{235} \rightarrow N = 2,56.10^{23} Noyaux \end{cases}$$
$$1Noyaux \rightarrow E_{lib} = 175,97Mev$$
$$2,56.10^{23} Noyaux \rightarrow E'_{lib} = 4,5.10^{25} Mev$$

6ـ أ ـ إكمال العادلة : ${}^2_1H + {}^2_1H \rightarrow {}^3_2He + {}^1_0n$

بـ أكمل مخطط الحصيلة الطاقوية أدناه.



$$E_1 = \left[m\left({}^4_2He\right) + m\left({}^1_0n\right)\right]\cdot c^2$$
$$= (3,00728 + 1,00866)\cdot 931,5 = 3740,848Mév$$

$$E_2 = \left[2\cdot m\left({}^2_1He\right)\right]\cdot c^2$$
$$= (2\cdot 2,01355)\cdot 931,5 = 3751,243Mév$$

$$E_3 = \left[2\cdot m\left({}^1_1p\right) + 2\cdot m\left({}^1_0n\right)\right]\cdot c^2$$
$$= (2\cdot 1.00866 + 2\cdot 1.00728)\cdot 931,5 = 3755,696$$

جـ

$$\Delta E_1 = E_3 - E_2 = 2\cdot E_l({}^2_1H)$$
$$\Delta E_2 = E_1 - E_3 = -E_l({}^3_2He)$$
$$\Delta E = E_1 - E_2 = 2\cdot E_l({}^2_1H) - E_l({}^3_2He)$$

د- الطاقة المتحررة عند الإلتحام :

$$E_{lib} = \Delta m\, c^2 = \left(m_i - m_f\right).c^2 = \left|E_1 - E_2\right| = 10,3955 Mev$$

ـ عدد أنوية الدوتريوم الموجودة في 100 غرام من الدتريوم :

$$N = \frac{m}{M} N_A = \frac{100}{2} 6,02.10^{23} = 3,01.10^{25} Noyaux$$

لدينا :

إتحاد نواتين من الدوتريوم تحرر $\longleftarrow$ $E_{lib} = 10,3955 Mev$

$3,01.10^{25} Noyaux$ $\longleftarrow$ $E'_{lib} = 1,71.10^{26} Mev$

هـ- نلاحظ أن الطاقة المتحررة من 100 غرام من تفاعل الإندماج أكبر من الطاقة الناتجة من نفس الكتلة في تفاعل الإنشطار.

ـ تفاعل الإندماج ينتج طاقة أكبر من تفاعل الإنشطار .

حل التمرين التاسع:

1. أ- عين مكونات نواة اليورانيوم 234 : (92 بروتون ، 142 نيترون)

ب . حساب بالـ $Mév$ طاقة الربط E_l للنواة $^{234}_{92}U$:

$$E_l\left(^{234}_{92}u\right) = \left(Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m\left(^{234}_{92}u\right)\right) \cdot c^2$$

$$= \left(92 \cdot 1.00728 + 142 \cdot 1.00866 - 234,04094\right) \cdot 931,5$$

$$E_l\left(^{234}_{92}u\right) = 1731,230 Mév$$

ج . معادلة تفكك نواة $^{234}_{92}U$ إلى نواة $^{230}_{90}Th$ مع ذكر القوانين المستعملة و مبينا نمط التفكك.

$$^{234}_{92}U \rightarrow ^{230}_{90}Th + ^{A}_{Z}p$$

$$\begin{cases} 234 = A + 230 \\ 92 = Z + 90 \end{cases} \Rightarrow A = 4; Z = 2$$

$$^{234}_{92}U \rightarrow ^{230}_{90}Th + ^{4}_{2}He$$

2 . أ . لنعبر بدلالة λ, N_0, t عن :

-عدد أنوية اليورانيوم $^{234}_{92}U$ غير المتفككة (المتبقية) الموجودة في عينة من الصخور البحرية : $N\left(^{234}_{92}U\right) = N_0.e^{-\lambda t}$

-عدد أنوية الثوريوم $^{230}_{90}Th$ الناتجة عن التفكك و الموجودة في نفس العينة :

$$N\left(^{230}_{90}Th\right) = N_0 - N\left(^{234}_{92}U\right) = N_0 - N_0 e^{-\lambda t} = N_0(1 - e^{-\lambda t})$$

ب . إثبات أن $r = (e^{\lambda t} - 1)$:

$$r = \frac{N\left(^{230}_{90}Th\right)}{N\left(^{234}_{92}U\right)} = \frac{\cancel{N_0} \cdot (1 - e^{-\lambda t})}{\cancel{N_0} \cdot e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t} - 1$$

ج . لنعبر عن اللحظة t بدلالة r و $t_{1/2}$:

لدينا مما سبق: $r = e^{\lambda t} - 1 \Leftarrow e^{\lambda t} = r + 1$

بإدخال اللوغاريتم النبيري بين طرفي العلاقة السابقة نجد : $\ln\left(e^{\lambda t}\right) = \ln(r+1)$ و منه :

$$\lambda \cdot t = \ln(r+1) \Rightarrow t = \frac{\ln(r+1)}{\lambda} = \frac{t_{1/2} \cdot \ln(r+1)}{\ln 2}$$

3. عمر هذه الصخرة البحرية :

$$t = \frac{t_{1/2} \cdot \ln(r+1)}{\ln 2} = \frac{2,455.10^5 \cdot \ln(0,4+1)}{\ln 2} = 1,197 \cdot 10^5 ans$$

4 . لا يمكن التأريخ في هذه الحالة بالكربون 14 لماذا لأن : $t = 1,197 \cdot 10^5 ans > 40000 ans$

تمارين إضافية

حل التمرين الأول:

1 .أ . تعين قيمتي x و y بتطبيق قانوني الإنحفاظ :

$$\begin{cases} 238 = 241 + x \\ 92 = 94 - y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 3 \\ y = 2 \end{cases}$$

ب. معادلة التفكك النووي للبلوتونيوم وتحدد قيمتي العددين A و Z :

$$^{241}_{94}Pu \rightarrow {}^{A}_{Z}Am + {}^{0}_{-1}e$$

$$\begin{cases} 241 = A + 0 \\ 94 = Z - 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 241 \\ y = 95 \end{cases}$$

$$^{241}_{94}Pu \rightarrow {}^{241}_{95}Am + {}^{0}_{-1}e$$

جـ. حساب قيمة طاقة الربط لكل نيوكليون (نوية) مقدرة بـ MeV لنواتي $^{241}_{94}Pu$ و $^{A}_{Z}Am$ ثم استنتج أيهما أكثر استقرارا:

ـ حساب طاقة الربط :

$$\begin{cases} E_l\left(^{241}_{94}Pu\right) = \left(Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m\left(^{241}_{94}Pu\right)\right) \cdot c^2 \\ E_l\left(^{241}_{95}Am\right) = \left(Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m\left(^{241}_{95}Am\right)\right) \cdot c^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_l\left(^{241}_{94}Pu\right) = \left(92 \cdot m_p + 147 \cdot m_n - m\left(^{241}_{94}Pu\right)\right) \cdot c^2 = 1818,4743 Mév \\ E_l\left(^{241}_{95}Am\right) = \left(95 \cdot m_p + 146 \cdot m_n - m\left(^{241}_{95}Am\right)\right) \cdot c^2 = 1817,7197 Mév \end{cases}$$

ـ حساب طاقة الربط لكل نوكليون :

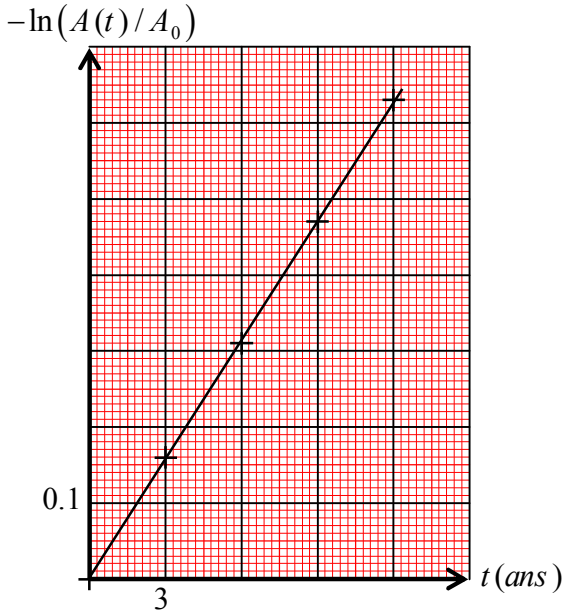
$$\begin{cases} \dfrac{E_l\left(^{241}_{94}Pu\right)}{241} = 7,5455 Mév \ / \ nucl \\ \dfrac{E_l\left(^{241}_{95}Am\right)}{241} = 7,5424 Mév \ / \ nucl \end{cases}$$

بما أن : $\dfrac{E_l\left(^{241}_{94}Pu\right)}{241} > \dfrac{E_l\left(^{241}_{95}Am\right)}{241}$ فان نواة $^{241}_{94}Pu$ أكثر استقرارا من نواة $^{241}_{95}Am$

2. أ. البيان $-\ln\dfrac{A(t)}{A_0}=f(t)$

$t\,(ans)$	0	3	6	9	12
$-\ln\left(A(t)/A_0\right)$	0	0,162	0,314	0,478	0,634

ب. عبارة المقدار $-\ln\dfrac{A(t)}{A_0}$ بدلالة λ و t:



$$A(t)=A_0e^{-\lambda\cdot t}\Rightarrow A(t)/A_0=e^{-\lambda\cdot t}$$
$$-\ln\left(A(t)/A_0\right)=\lambda\cdot t\ \ ....(01)$$

جـ. تعين بيانيا قيمة ثابت التفكك λ :

البيان $-\ln\dfrac{A(t)}{A_0}=f(t)$ عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ

معادلته من الشكل : $-\ln\left(A(t)/A_0\right)=a\cdot t\ \ ....(02)$

حيث a :يمثل معامل توجيه البيان .

بالمطابقة بين (01) و (02) نجد أن $a=\lambda$

$$a=\lambda=0.05\,ans^{-1}$$

ـ زمن نصف عمر البلوتونيوم ^{241}Pu :
$$t_{1/2}=\frac{\ln(2)}{\lambda}=\frac{0,69}{0,05}=13,8ans$$

حل التمرين الثاني:

1. كتابة معادلة هذا التفكك: $^3_1H\rightarrow{}^A_ZY+\beta^-$ حسب قانون الانحفاظ لصودي :
$$\begin{cases}3=A+0\\1=z-1\end{cases}$$

إذن : $(A=3\ ;\ z=2)$ $^A_ZY\equiv{}^3_2He$ ومنه $^3_1H\rightarrow{}^3_2He+\beta^-$

2. التعبير عن $\ln(N)$ بدلالة $t\ ;\ t_{1/2}\ ;\ N_0$:باستعمال قانون التناقص الإشعاعي $N(t)=N_0e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}t}$

بإدخال اللوغاريتم النبيري بين طرفي العلاقة نجد $\ln(N)=\ln(N_0)-\dfrac{\ln(2)}{t_{1/2}}\cdot t\ \ .....(01)$

3. عدد الأنوية N_0 في العينة:من البيان عند اللحظة $(t=0)$ ، $\ln(N_0)=50\Rightarrow N_0=e^{50}=4,45\cdot10^{21}$

4. زمن نصف العمر $t_{1/2}$ لنواة التريتيوم ^3_1H :

ـ العبارة البيانية : البيان $\ln(N)=f(t)$ عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته $\ln(N)=A+B\cdot t$ حيث

B يمثل ميل المستقيم $\left(ans^{-1}\right)$ $B=\dfrac{\Delta(\ln N)}{\Delta t}=\dfrac{48,75-50}{22-0}=-0,0568$

إذن : $\ln(N)=A-0,0568\cdot t\ .....(02)$ بالمطابقة بين العلاقتين 01 النظرية و 02 البيانية طرفا لطرف نجد :

$B=\dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}=0,0568$ ومنه : $t_{1/2}=12,2ans$