البكالوريا الأسبوعي الثاني في مادة العلوم الفزيائية

(الوحدة الثانية: التحولات النووية)

التمرين الأول:

نواة الصوديوم $^{24}_{11}Na$ إشعاعية النشاط وينتج عن تفككها نواة المغنزيوم $^{24}_{12}Mg$

1- ماذا يمثّل العددان 24 ، 11، و كيف تسمى النواة $^{24}_{12}Mg$ ؟

2- عرّف مايلي: أ- نواة مشعة ، ب- نظير ، جـ- نواة مستقرة.

3- أكتب معادلة تفكك نواة الصوديوم ، وحدّد طبيعة الإشعاع.

4- أكتب قانون التناقص الإشعاعي و جد المعادلة التفاضلية للتناقص الإشعاعي.

5- يعبر عن النشاط الإشعاعي بالعلاقة $A = -\frac{dN}{dt}$. أثبت أنّ $A = A_0.e^{-\lambda.t}$ مع تعيين عبارة A_0.

6- عرّف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ و جد العلاقة بين ثابت النشاط الإشعاعي λ و $t_{1/2}$.

7- أحسب ثابت النشاط الإشعاعي لهذه النواة علما أن نصف عمر الصوديوم 24 هو $t_{1/2} = 15h$

8- بيّن أنّه في اللحظة $t = n.t_{1/2}$ (n عدد صحيح) تحقق الكتلة المتبقية العلاقة $m(t) = \frac{m_0}{2^n}$. و أثبت أنّ الزمن الموافق لـ $N = \frac{N_0}{8}$ من الأنوية المتبقية هو $t = 3.t_{1/2}$.

9- نعتبر عينة من الصوديوم 24 كتلتها m و نشاطها A. عبّر عن m بدلالة A, λ, N_A و الكتلة المولية M للصوديوم.

10- أحسب قيمة m من أجل نشاط قيمته $3,7.10^{10}$ Bq.

11- احسب الزمن الذي تكون فيه الكتلة المتبقية من الصوديوم 24 تساوي 0,1% من كتلته الإبتدائية.

$N_A = 6,023 .10^{23}$

التمرين الثاني:

نريد دراسة مدة اشتغال غواصة نووية يستهلك مفاعلها طاقة قدرها $25\times10^6\,J$ خلال ثانية و ذلك بفضل تحويله لكتلة $m = 897\,g$ من اليورانيوم 235 حيث يحدث فيه التفاعل النووي المنمذج بالمعادلة:

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{95}_{40}Zr + {}^{138}_{x}Te + y.{}^{1}_{0}n + \gamma$$

1- ما اسم هذا التفاعل النووي؟ وازن المعادلة بإيجاد قيمة x و y .

2- قارن بين استقرار النواتين $^{95}_{40}Zr$ و $^{138}_{x}Te$.

3- أحسب بـ MeV ثمّ بالجول الطاقة المحررة من التفاعل السابق لنواة اليورانيوم.

4- أحسب الطاقة المحررة بـ MeV ثم بالجول لكتلة $m = 897g$.

5- على أي شكل تظهر هذه الطاقة؟

6- أحسب المدة الزمنية لاشتغال الغواصة بـ jours.

بعطى:

$m(^1_0n) = 1,00866\,u$ ، $m(^1_1p) = 1,00728\,u$ $1\,u = 931,5\,MeV/c^2$ ، $1\,MeV = 1,6\,.\,10^{-13}\,J$ ، $N_A = 6,023\,.10^{23}$

$m(^{235}_{92}U) = 234,99333\,u$, $m(^{95}_{40}Zr) = 94,88604\,u$, $m(^{138}_{x}Te) = 137,90067\,u$

التمرين الأول:

1- العدد الكتلي: $A = 24 - 1$ — 0,25
عدد البروتونات $= Z = 11$ — 0,25
النواة الأبن $= {}^{24}_{12}Mg$ — 0,25

* نواة مشعة هي كل نواة غير مستقرة تحاول في لحظة ما تغير تركيبها
* نظير = ذرات لنفس العنصر تتوافق في نفس عدد البروتونات (Z) وتختلف في عدد النترونات — 0,25
* نواة مستقرة = نواة تحافظ على استقرارها — 0,25

2- الأبن / ب

3- ${}^{24}_{11}Na \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}^{A}_{Z}X$

باستعمال قوانين صودي
$Z = 11 - 12 = -1$ ، $A = 24 - 24 = 0$

${}^{0}_{-1}X \rightarrow {}^{0}_{-1}e \rightarrow \beta^-$ — 0,5

0,5 ${}^{24}_{11}Na \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + \beta^-$

4- قانون التناقص: $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ — 0,25

ومنه $\frac{dN}{dt} = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$ ، $N(t)$

0,5 $\frac{dN}{dt} + \lambda N = 0$

5- $A = -\frac{dN}{dt} = +\lambda N_0 e^{-\lambda t}$

نضع $A_0 = +\lambda N_0$ ومنه — 0,25

0,5 $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$

6- زمن نصف العمر هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية

عند $t = t_{1/2}$: $N = \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}}$

$-\lambda t_{1/2}$

$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ ومنه $-\ln 2 = -\lambda \cdot t_{1/2}$

$\lambda = \frac{\ln 2}{15} = 0,046\ h^{-1}$

$\lambda : 4,6.10^{-2}\ h^{-1}$

7- قانون التناقص باستعمال الكتلة A

$m = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$

عند $t = n.t_{1/2}$: $m = m_0 \cdot e^{-\lambda . n t_{1/2}}$

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

$= m_0 e^{(-\ln 2)^n} = m_0 e^{(\ln \frac{1}{2})^n}$

$= m_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n = \frac{m_0}{2^n}$

ومنه $m = \frac{m_0}{2^n}$ — 1

عند $t = 3t_{1/2}$ نجد $m = \frac{m_0}{8}$

0,5 $m = \frac{M}{N_A} \cdot N$ و

ومنه $\frac{M}{N_A} \cdot N = \frac{M}{N_A} \cdot \frac{N_0}{8}$

ومنه 0,5 $N = \frac{N_0}{8}$

$m = \frac{M}{N_A} \cdot N$
$N = \frac{A}{T}$
$\Big\} \Rightarrow m = \frac{M.A}{N_A . \lambda}$ 0,5 — 9

10- تحويل λ إلى s^{-1}

0,5 $\lambda = \frac{4,6.10^{-2}}{3600} = 12,8.10^{-6}\ s^{-1}$

0,5 $m = 1,15.10^{+} \#$

11- $m = m_0 e^{-\lambda t}$ ومنه $\frac{m}{m_0} = e^{-\lambda t}$

أي $t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{m_0}{m}$

0,5 $t = \frac{1}{4,6.10^{-2}} \cdot \ln \frac{m_0}{\frac{0,1}{100} . m_0}$

0,5 $t = 150,17\ h$

التمرين الثاني:

1- التفاعل هو إستطار نووي كما باستعمال قوانين الإنحفاظ (صودي)

0,5 $y = 3$ ومنه $235+1 = 95+138+y$

0,5 $x = 52$ ومنه $92 = 40 + x$

0,5 $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{95}_{40}Zr + ^{138}_{52}Te + 3\,^{1}_{0}n + \delta$

2- المقارنة بين استقرار النواتين: نحسب طاقة الربط للنوية لكل نواة $\left(\frac{E_l}{A}\right)$

0,5 $E_l = [Z.m_p + (A-Z).m_n - m(^A_Z X)].c^2$

$E_l(Zr) = [(40 \times 1,00728) + ((95-40) \times 1,00866) - 94,88604]\,931,5$

0,5 $E_l(Zr) = 821,07999\ MeV$

0,5 $\frac{E_l(Zr)}{A} = \frac{E_l(Zr)}{95} = 8,6429\ MeV/nl$

وبالمثل نجد:

0,5 $E_l(Te) = 1138,8985\ MeV$

0,5 $\frac{E_l(Te)}{A} = 8,1528\ MeV/nl$

0,5 نلاحظ أن $\frac{E_l(Zr)}{A} > \frac{E_l(Te)}{A}$ ومنه

0,5 النواة الأكثر استقرارا هي $^{95}_{40}Zr$

3- $E_{lib} = (m_{\text{نواتج}} - m_{\text{متفاعلات}}).c^2$ 0,5

$E_{lib} = [m(Zr) + m(Te) + 2m(n) - m(U)]c^2$

$E_{lib} = [94,88604 + 137,90006 + (2 \times 1,00866) - 234,99333]\,931,5$

0,5 $E_{lib} = -176,33295\ MeV$

قيمة الطاقة المحررة: $176,33295\ MeV$ والإشارة (-) دليل على أن التفاعل تحرر طاقة.

4- $\Delta E = N.|E_{lib}| = \frac{m.N_A}{M}|E_{lib}|$

$\Delta E = \frac{897.6,023.10^{23}}{235}.176,33295$

0,5 $\Delta E = 4,05859.10^{26}\ MeV$

0,5 $\Delta E = 4,05859.10^{26}.1,6.10^{-13}$

0,5 $\Delta E = 6,4937.10^{13}\ J$

5- تفسير هذه الطاقة على شكل طاقة حركية تكتسبها الجسيمات الناتجة

6- $25.10^6\ J \longrightarrow 1s$

$6,4937.10^{13}\ J \longrightarrow t$ ك

$t = 2,59748.10^6\ s$

$t = \frac{2,59748.10^6}{3600 \times 24} = 30$

1 $t = 30\ J$