✓ التمرين الأول:

I. اليورانيوم 238 $(^{238}_{92}U)$ نظير مشع، يتفكك عبر عدة تفككات متتالية α و β^- إلى النظير المستقر من الرصاص $(^{206}_{82}Pb)$

وفق المعادلة النووية التالية $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\alpha + y\beta^-$

1- عرف أنماط الاشعاعات الناتجة عن تفكك اليورانيوم 238

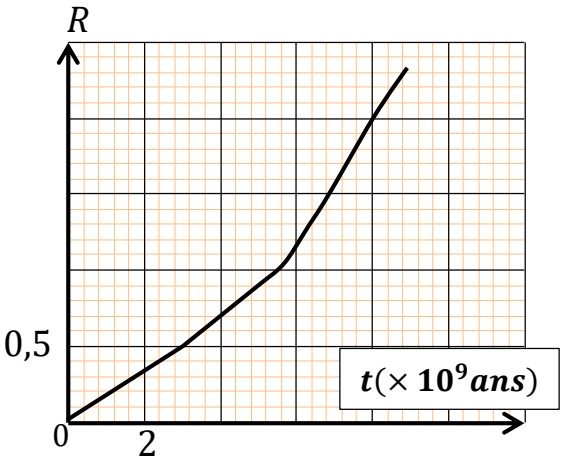
2- بتطبيق قانوني الإنحفاظ، حدد قيمة كل من x و y

3- بين أن كتلة الرصاص الناتجة في اللحظة t تعطى بالعلاقة:

$$m_{pb}(t) = 0{,}866.m_{0(U)}.\left(1 - e^{-\lambda.t}\right)$$

حيث $m_{0(U)}$ كتلة اليورانيوم 238 الابتدائية و λ ثابت التفكك.

4- المنحنى في الشكل المقابل يعطي تغيرات النسبة $R(t) = \frac{m_{pb}(t)}{m_U(t)}$ بدلالة الزمن



4- أ- أكتب عبارة النسبة R بدلالة λ و t

4- ب باستعمال العلاقة السابقة والمنحنى البياني حدد قيمة $t_{1/2}$ ثم إستنتج قيمة λ .

5- تحتوي صخرة معدنية، عند لحظة القياس t_m على كتلة $m_U = 10g$ من اليورانيوم 238 وعلى $m_{pb} = 0{,}1g$ من الرصاص 206.

5- أ- أثبت أن عبارة عمر الصخرة المعدنية عند لحظة القياس t_m يعطى بالعلاقة:

$$t_m = \frac{t_{1/2}}{ln2} ln(1 + 1{,}155.R)$$

5- ب- أحسب بالسنوات عمر الصخرة.

II. إن قذف نواة اليورانيوم 238 $(^{238}_{92}U)$ بنيترونات يعطي نواة البلوتونيوم 241 $(^{241}_{94}Pu)$ وفق المعادلة النووية التالية:

$$^{238}_{92}U + x\,^1_0n \longrightarrow {}^{241}_{94}Pu + y\beta^-$$

1- بتطبيق قانوني الإنحفاظ، حدد قيمة كل من x و y

2- تتفكك نواة البلوتونيوم 241 $(^{241}_{94}Pu)$ تلقائيا لتعطي نواة الأميركيوم $(^{241}_{95}Am)$ أكتب معادلة التفكك المنمذج لهذا التحول النووي محددا نمط الاشعاع الناتج.

3- عينة من البلوتونيوم 241 كتلتها $m_0 = 1mg$ عند اللحظة $t = 0$ تم قياس نشاطها الاشعاعي في لحظتين مختلفتين :

$t_1 = 3ans$ وجد $A_1 = 3{,}40.10^9Bq$ و $t_2 = 5ans$ وجد $A_2 = 3{,}08.10^9Bq$

3- أ- أحسب قيمة λ ثم قيمة A_0

4- أحد نظائر البلوتونيوم القابل للانشطار هو البلوتونيوم 239 $(^{239}_{94}Pu)$ تنمذج أحد التفاعلات الممكنة بالمعادلة النووية التالية: $^{239}_{94}Pu + {}^1_0n \longrightarrow {}^{102}_{42}\text{Mo} + {}^{135}_{52}Te + 3\,^1_0n$

4- أ- عرف تفاعل الانشطار النووي.

4- ب- أحسب الطاقة المحررة من انشطار نواة واحدة من البلوتونيوم 239

III. أحد المفاعلات النووية يستعمل كوقود نووي البلوتونيوم 239 لإنتاج الطاقة الكهربائية، يستهلك كتلة صافية يوميا قدرها $m = 3Kg$ من هذا النظير بمردود طاقوي $r = 35\%$

1- أحسب الطاقة الحرارية E_T الناتجة عن انشطار كل الكتلة m ثم إستنتج استطاعة هذا المفاعل النووي.

المعطيات:

الجسيم أو النواة	^1_0n	$^{102}_{42}\text{Mo}$	$^{135}_{52}Te$	$^{239}_{94}Pu$
الكتلة (u)	1,0087	101,8873	134,8879	239,0006

$1u = 931{,}5MeV/C^2$ ، $N_A = 6{,}023.10^{23}mol^{-1}$ ، $1MeV = 1{,}3.10^{-13}J$

$M(^{238}_{92}U) = 238g.mol^{-1}$ ، $^{206}_{82}$ $^{-1}$ ، $1ans = 365{,}25jours$

✓ التمرين الثاني:

I. في قلب مفاعل نووي من نوع PWR يخضع اليورانيوم 235 $\left({}^{235}_{92}U\right)$ إلى تحول انشطاري ذي المعادلة المنمذجة التالية:

$$ {}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{139}_{x}Xe + y\,{}^{1}_{0}n $$

يحرر انشطار نواة واحدة من اليورانيوم ${}^{235}_{92}U$ طاقة $\Delta E = -177{,}5\ MeV$

1- حدد قيمتي كل من x و y

2- أوجد طاقتي الربط لكل من النواتين ${}^{94}_{38}Sr$ و ${}^{235}_{92}U$ ثم قارنهما من حيث الاستقرار

3- إستنتج طاقة الربط لنواة ${}^{139}_{x}Xe$

4- حدد الكتلة المستهلكة من اليورانيوم 235 خلال يوم واحد في قلب المفاعل النووي علما أن استطاعته المتوسطة تقدر ب $P = 900MW$ وبمردود طاقوي $r = 35\%$

5- نواتج هذا التفاعل النووي المشع تتحول الى أنوية أخرى مشعة، من بين هذه البقايا نجد السترانسيوم 90 $\left({}^{90}_{38}Sr\right)$ و السيزيوم 137 $\left({}^{137}_{55}Cs\right)$ نشاطها الاشعاعي β^- زمن نصف عمر ${}^{90}_{38}Sr$ هو $t_{1/2} = 25ans$ وزمن نصف عمر ${}^{137}_{55}Cs$ هو $t_{1/2} = 30{,}4ans$

5- أ- أكتب معادلة التفكك لكل من النواتين ${}^{137}_{55}Cs$ و ${}^{90}_{38}Sr$

5- ب- أحسب نشاط عينة كتلتها $m = 10mg$ من ${}^{90}Sr$

المعطيات:

الجسيم أو النواة	${}^{235}_{92}U$	${}^{90}_{38}Sr$	${}^{1}_{0}n$	${}^{1}_{1}p$
الكتلة (u)	234,9935	93,895	1,0087	1,0073

$1u = 931{,}5MeV/C^2$ ، $N_A = 6{,}023.10^{23}mol^{-1}$ ، $1MeV = 1{,}3.10^{-13}J$

${}_{37}\mathrm{Rb}$ ، ${}_{38}\mathrm{Sr}$ ، ${}_{39}\mathrm{Y}$ ${}_{55}Cs$ ${}_{56}\mathrm{Ba}$; $1ans = 365{,}25jours$

✓ التمرين الثالث:

I. تتحول نواة الكوريوم $\left({}^{243}_{96}Cm\right)$ المشعة الى نواة $\left({}^{239}_{94}Pu\right)$

1- أكتب معادلة التحول النووي الحادث

2- تحتوي عينة من الكوريوم 243 $\left({}^{243}_{96}Cm\right)$ عند اللحظة $t = 0$ عل كتلة $m_0 = 10g$ من الكوريوم 243 $\left({}^{243}_{96}Cm\right)$

عند اللحظة t تتفكك كتلة m' منها وتبقى كتلة m

2- أ- أوجد عبارة m' بدلالة m_0 ، λ ، t.

2- ب- أوجد العلاقة النظرية التي تعطي $\frac{dm'}{dt}$ بدلالة m ، λ

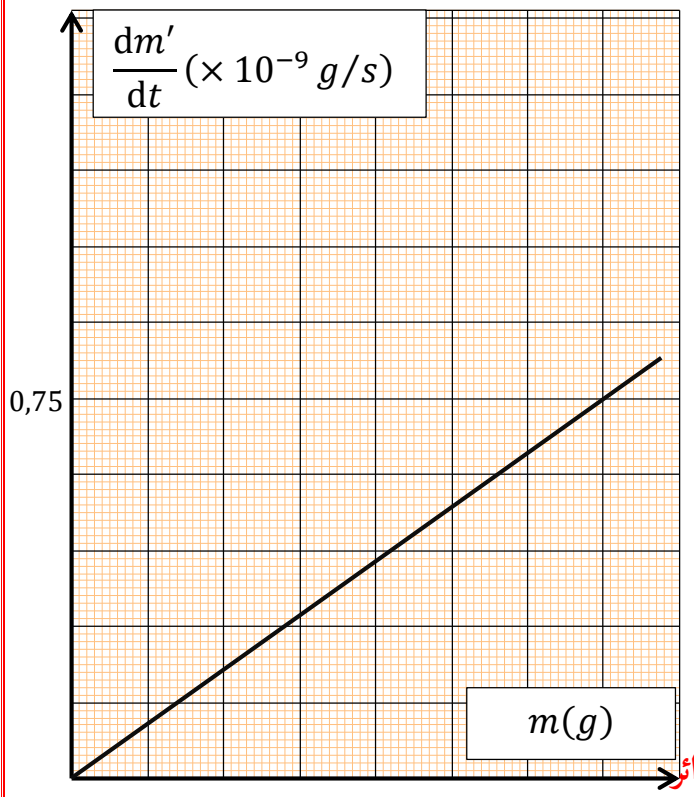
3- يمثل البيان المقابل منحنى الدالة $\frac{dm'}{dt} = f(m)$

اعتمادا على البيان والعلاقة النظرية أوجد

أ- قيمة ثابت التفكك λ

ب- عرف زمن نصف العمر $t_{1/2}$ وأوجد قيمته.

ت- أحسب عند $t = 3t_{1/2}$ عدد الأنوية المتبقية في العينة



II. تفاعل الاندماج النووي تفاعل ناشر للحرارة، ولكن إنجازه يطرح عدة صعوبات تقنية من بينها ضرورة تسخين الخليط إلى درجة حرارة عالية جدا تفوق 100 مليون درجة لضمان انطلاق التفاعل.

من بين تفاعلات الاندماج اندماج النظيرين ${}^{2}_{1}H$ ${}^{3}_{1}H$ والذي يعطي نواة الهيليوم ${}^{4}_{2}He$ ونيترون.

1- اشرح لماذا يتم تسخين الخليط إلى تلك درجة الحرارة

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

2- أكتب معادلة الاندماج النووي بين النظيرين الدوتيريوم ^2_1H و التريسيوم ^3_1H .

3- أحسب ب (MeV) ثم بالجول (J) الطاقة التي يحررها هذا التفاعل.

4- يوجد الدوتيريوم ^2_1H بوفرة في مياه المحيطات، حيث يقدر الاحتياط العالمي منه ب $4,6 \times 10^{16} Kg$ وهو غير مشع أما التريسيوم ^3_1H يمكن الحصول عليه انطلاقا من العنصر ^A_ZX بعد قذفه بنترون حسب المعادلة التالية:

$$^A_ZX + {}^1_0n \longrightarrow {}^4_2He + {}^3_1H$$

4- أ- حدد رمز النواة ^A_ZX من بين الأنوية التالية: $_5B$ ، $_4Be$ ، $_3Li$ ، $_2He$.

4- ب- أحسب الطاقة الناتجة عن استهلاك كتلة $m = 1Kg$ من الدوتيريوم ^2_1H

4- ج- الاستهلاك النووي من الطاقة الكهربائية يقدر ب $E = 4 \times 10^{20} J$ باعتبار مردود تحول الطاقة الحرارية الى الطاقة الكهربائية هو $r = 33\%$ أحسب بالسنوات المدة الزمنية اللازمة لاستهلاك المخزون العالمي من الدوتيريوم.

المعطيات:

الجسيم أو النواة	^1_0n	^2_1H	^3_1H	^4_2He
الكتلة (u)	1 , 00866	2,01355	3,0155	4,0015

$1u = 931{,}5MeV/C^2$ ، $N_A = 6{,}023.10^{23} mol^{-1}$ ، $1MeV = 1{,}3.10^{-13} J$

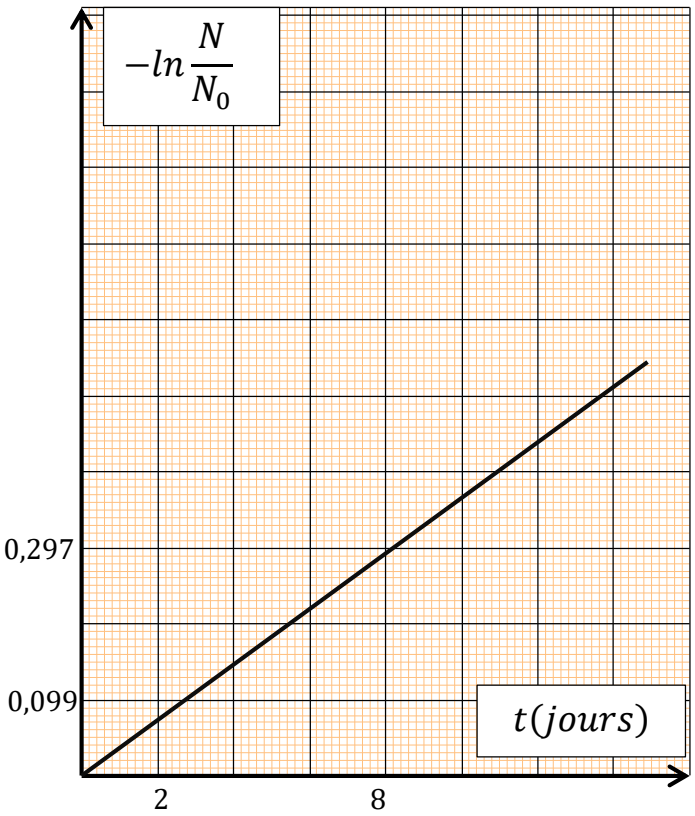
✓ التمرين الرابع:

نواة الثوريوم $(^{227}_{90}Th)$ نظير مشع لعنصر الثوريوم، تعطي خلال تفككها اشعاع α

1- أكتب معادلة تفكك $^{227}_{90}Th$ ثم حدد النواة المولدة من خلال الأنوية التالية: $_{92}U$ ، $_{91}Pa$ ، $_{89}Ac$ ، $_{88}Ra$ ، $_{87}Fr$

2- أحسب عدد الأنوية N_0 في عينة كتلتها $m_0 = 10^{-3} mg$.

3- إذا كان N_0 عدد أنوية الثوريوم النشطة اشعاعيا في اللحظة $t = 0$ و N عدد الأنوية النشطة اشعاعيا المتبقية عند اللحظة t . يمثل البيان الموالي تغيرات $-ln\frac{N}{N_0}$ بدلالة الزمن t.



3- أ- أكتب معادلة البيان أعط عبارة التناقص الاشعاعي.

3- ب- أكتب عبارة التناقص الاشعاعي.

3- ج – بالاعتماد على السؤالين السابقين حدد ثابت التفكك λ وزمن نصف العمر $t_{1/2}$

د-أحسب عدد الأنوية المتبقية عند اللحظة $t = 3t_{1/2}$

المعطيات:

$N_A = 6{,}023.10^{23} mol^{-1}$

حل سلسلة التمارين

✓ حل التمرين الأول:

1- تعريف أنماط الاشعاعات الناتجة:

نمط الاشعاع α: هو انبعاث نواة الهليوم $({}^{4}_{2}He)$ الناتجة عن التحول التلقائي للأنوية الثقيلة.

نمط الاشعاع β^-: هو إصدار إلكترون ${}^{0}_{-1}e$ (يفسر بتحول نترون إلى بروتون)

2- تحديد قيمة كل من x و y:

بتطبيق قانون صودي:

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

3- إثبات العلاقة

نعلم أن

$$\begin{cases} N_U(t) = N_{0(U)} e^{-\lambda.t} \\ N_U(t) = N_{0(U)} - N_{Pb}(t) \end{cases}$$

$$\Rightarrow N_{0(U)} - N_{Pb}(t) = N_{0(U)} e^{-\lambda.t}$$

$$\Rightarrow N_{Pb}(t) = N_{0(U)} - N_{0(U)} e^{-\lambda.t}$$

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

نعلم ان $N = \frac{m}{M} N_A$ بالتعويض في العلاقة السابقة نجد

$$\Rightarrow \frac{m_{Pb}(t)}{M({}^{206}_{82}Pb)} N_A = \frac{m_{0(U)}}{M^{238}_{92}U} N_A\left(1 - e^{-\lambda.t}\right)$$

$$\Rightarrow m_{Pb}(t) = \frac{M({}^{206}_{82}Pb)}{M^{238}_{92}U} m_{0(U)}\left(1 - e^{-\lambda.t}\right)$$

$$\Rightarrow m_{Pb}(t) = \frac{206}{238} m_{0(U)}\left(1 - e^{-\lambda.t}\right)$$

$$m_{Pb}(t) = 0{,}866.\, m_{0(U)}\left(1 - e^{-\lambda.t}\right)$$

4- أ- كتابة عبارة النسبة R بدلالة λ و t

$$\begin{cases} m_{Pb}(t) = 0{,}866.\, m_{0(U)} .\, (1 - e^{-\lambda.t}) \\ m_U(t) = m_{0(U)} e^{-\lambda.t} \end{cases}$$

بالقسمة نجد

$$R(t) = \frac{0{,}866.\, m_{0(U)} .\, (1 - e^{-\lambda.t})}{m_{0(U)} e^{-\lambda.t}}$$

$$\Rightarrow R(t) = 0{,}866.\left(1 - e^{-\lambda.t}\right).e^{+\lambda.t}$$

$$\Rightarrow R(t) = 0{,}866.\left(e^{+\lambda.t} - e^{0}\right)$$

$$R(t) = 0{,}866.\left(e^{+\lambda.t} - 1\right)$$

4- ب- تحديد قيمة $t_{1/2}$ ثم استنتاج قيمة λ

$$\begin{cases} R(t_{1/2}) = 0{,}866.\left(e^{+\lambda.t_{1/2}} - 1\right) \\ t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda} \end{cases}$$

$$\Rightarrow R(t_{1/2}) = 0{,}866.\left(e^{+\lambda\frac{ln2}{\lambda}} - 1\right)$$

$$\Rightarrow R(t_{1/2}) = 0{,}866.\left(e^{ln2} - 1\right)$$

$$\Rightarrow R(t_{1/2}) = 0{,}866.\,(2 - 1)$$

$$R(t_{1/2}) = 0{,}866$$

بإسقاط القيمة 0,866 على البيان من ثم على محور التراتيب نجد $t_{1/2} = 4{,}5.10^{9} ans$

قيمة λ

$$\lambda = \frac{ln2}{t_{1/2}} = \frac{ln2}{4{,}5.10^{9}} = 1{,}5403.10^{-10} ans^{-1}$$

5- أ- إثبات العلاقة أن عمر الصخرة يعطى بالعلاقة:

$$t_m = \frac{t_{1/2}}{ln2} ln(1 + 1{,}155.R)$$

من علاقة السؤال 4-أ

$$R = 0{,}866.\left(e^{+\lambda.t} - 1\right)$$

$$\Rightarrow \frac{R}{0{,}866} = e^{+\lambda.t_m} - 1$$

$$\Rightarrow \frac{R}{0{,}866} + 1 = e^{+\lambda.t_m}$$

$$\Rightarrow ln\left(\frac{R}{0{,}866} + 1\right) = \lambda.t_m$$

$$\Rightarrow ln(1{,}155R + 1) = \frac{ln2}{t_{1/2}}.t_m$$

$$t_m = \frac{t_{1/2}}{ln2} ln(1{,}155R + 1)$$

5- ب-حساب بالسنوات عمر الصخرة.

$$R(t_m) = \frac{m_{Pb}(t_m)}{m_U(t_m)} = \frac{0{,}1}{10} = 1$$

$$t_m = \frac{4{,}5.10^{9}}{ln2} ln(1{,}155.1 + 1)$$

$$t_m = 4{,}9846 \times 10^{9} ans$$

الجزء الثاني

1- تحديد قيمة كل من x و y:

بتطبيق قانون صودي:

$$\begin{cases} 238 + x = 241 \Leftrightarrow x = 3 \\ 92 = 94 - y \Leftrightarrow y = 6 \end{cases}$$

2- كتابة معادلة تفكك نواة ${}^{241}_{94}Pu$ إلى نواة ${}^{241}_{95}Am$

$${}^{241}_{94}Pu \longrightarrow {}^{241}_{95}Am + {}^{A}_{Z}X$$

بتطبيق قانون صودي:

$$\begin{cases} 241 = 241 + A \Leftrightarrow A = 0 \\ 94 = 95 + Z \Leftrightarrow Z = -1 \end{cases} \Leftrightarrow {}^{0}_{-1}e$$

ومنه نمط الاشعاع الصادر هو β^-

3- أ- أحسب قيمة λ ثم قيمة A_0

$$\begin{cases} A_1 = A_0 e^{-\lambda.t_1} \\ A_2 = A_0 e^{-\lambda.t_2} \end{cases} \xrightarrow{\text{بالقسمة}} \frac{A_1}{A_2} = \frac{A_0 e^{-\lambda.t_1}}{A_0 e^{-\lambda.t_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = e^{-\lambda.t_1}.e^{+\lambda.t_2} = e^{\lambda(t_2-t_1)}$$

$$ln\left(\frac{A_1}{A_2}\right) = \lambda(t_2-t_1) \Leftrightarrow \lambda = \frac{1}{(t_2-t_1)} ln\left(\frac{A_1}{A_2}\right)$$

$$\lambda = \frac{1}{(t_2-t_1)} ln\left(\frac{A_1}{A_2}\right) = \frac{1}{5-3} ln\left(\frac{3,40.10^9}{3,08.10^9}\right)$$

$$\lambda = 0,049422 ans^{-1}$$

حساب قيمة A_0

$$\begin{cases} A_0 = \lambda.N_0 \\ N_0 = \frac{m_0}{M(^{241}_{94}Pu)} N_A \end{cases} \Leftrightarrow A_0 = \lambda \frac{m_0}{M(^{241}_{94}Pu)} N_A$$

$$\Rightarrow A_0 = \frac{0,049422}{365,25 \times 24 \times 3600} \frac{10^{-23}}{241} 6,023.10^{23}$$

$$A_0 = 3,91 \times 10^9 Bq$$

4- أ- تعريف تفاعل الانشطار النووي.

هو تفاعل نووي مفتعل يحدث عند قذف نواة ثقيلة انشطارية بنترون بطيء فيؤدي إلى انقسامها إلى نواتين أخف أكثر استقرار مع إصدار نترونات وتحرير طاقة كبيرة.

4- ب- أحسب الطاقة المحررة

$$E_{lib} = \Delta m.C^2$$

$$= \left[m(^{239}_{94}Pu) - m(^{102}_{42}Mo) - m\left(^{135}_{52}Te\right) - 2m_n\right]C^2$$

$$E_{lib} = (239,0006 - 101,8873 - 134,8879 - 2.1,0087)931,5$$

$$E_{lib} = 193,752\ MeV$$

الجزء الثالث

1- حساب الطاقة الحرارية E_T

$$E_T = N \times E_l = \frac{m}{M(^{239}_{94}Pu)} N_A \times E_l$$

$$E_T = \frac{3.10^3}{239} 6,023.10^{23} \times 193,752$$

$$E_T = 14,6481.10^{26} MeV$$

استطاعة هذا المفاعل

$$P = \frac{E_e}{\Delta t} \Leftrightarrow P = \frac{r.E_T}{100 \times \Delta t} \Rightarrow \begin{cases} r = \frac{E_e}{E_T}.100 \end{cases}$$

$$P = \frac{35 \times 14,6481.10^{26} \times 1,6.10^{-13}}{100 \times 24 \times 3600}$$

$$P = 9,494.10^8 W$$

✓ حل التمرين الثاني:

1- تحديد قيمة كل من x و y:

بتطبيق قانون صودي:

$$\begin{cases} 235 + 1 = 94 + 139 + y \Leftrightarrow y = 3 \\ 92 = 38 + x \Leftrightarrow x = 54 \end{cases}$$

2- طاقتي الربط لكل من النواتين $^{94}_{38}Sr$ و $^{235}_{92}U$

$$\frac{E_l(^A_Z X)}{A} = \frac{[Z_{mp} + (A-Z)m_n - m(^A_Z X)]C^2}{A}$$

$$\frac{E_l(^{235}_{92}U)}{235} = \frac{[92.1,0073 + 143.1,0087 - 234,9935]931,5}{235} =$$

$$\frac{E_l(^{235}_{92}U)}{235} = 7,6MeV/nucléon$$

$$\frac{E_l(^{94}_{38}Sr)}{94} = \frac{[38.1,0073 + 56.1,0087 - 93,895]931,5}{94} =$$

$$\frac{E_l(^{94}_{38}Sr)}{94} = 8,6MeV/nucléon$$

بما أن $\frac{E_l(^{94}_{38}Sr)}{94} > \frac{E_l(^{235}_{92}U)}{235}$ فإن نواة $^{94}_{38}Sr$ أكثر استقرار من نواة $^{235}_{92}U$

3- استنتاج طاقة الربط لنواة $^{139}_{x}Xe$

$$\Delta E = E_l(^{235}_{92}U) - E_l(^{94}_{38}Sr) - E_l(^{139}_{x}Xe)$$

$$-177,5 = 7,6.235 - 8,6.94 - E_l(^{139}_{x}Xe)$$

$$E_l(^{139}_{x}Xe) = 1155,1MeV$$

4- حساب كتلة اليورانيوم المستهلكة في يوم واحد

$$\begin{cases} E_e = P.\Delta t \\ E_T = \frac{E_e}{r}.100 \end{cases} \Leftrightarrow E_T = \frac{P.\Delta t}{r}.100$$

$$E_T = N \times E_l = \frac{m}{M(^{235}_{92}U)} N_A \times \Delta E$$

$$E_T = \frac{m}{M(^{235}_{92}U)} N_A \times \Delta E = \frac{P.\Delta t}{r}.100$$

$$m = \frac{M(^{235}_{92}U).P.\Delta t}{r.N_A.\Delta E}.100$$

$$m = \frac{235 \times 900.10^6 \times 24 \times 3600 \times 100}{35 \times 6{,}023.10^{23}.177{,}5 \times 1{,}6.10^{-13}}$$

$$m = 3000g = 3Kg$$

5- أ- كتابة معادلة التفكك لكل من النواتين $^{137}_{55}Cs$ و $^{90}_{38}Sr$

معادلة التفكك النووي لنواة $^{137}_{55}Cs$

$$^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z}X$$

من قانوني صودي نجد $A = 137$ و $Z = 56$ ومنه

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

معادلة التفكك النووي لنواة $^{90}_{38}Sr$

$$^{90}_{38}Sr \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z}X$$

من قانوني صودي نجد $A = 90$ و 39 ومنه

$$^{90}_{38}Sr \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{90}_{39}Y$$

5- ب- حساب نشاط عينة كتلتها $m = 10mg$ من $^{90}_{38}Sr$

$$A = \lambda.N = \frac{ln2}{t_{1/2}} \times \frac{m}{M} N_A$$

$$A = \frac{ln2}{25 \times 365 \times 24 \times 3600} \times \frac{10 \times 10^{-3}}{90} N_A$$

$$A = 5{,}88 \times 10^{10} Bq$$

✓ حل التمرين الثالث:

1- كتابة معادلة التحول النووي الحادث:

$$^{243}_{96}Cm \longrightarrow {}^{241}_{94}Pu + {}^{A}_{Z}X$$

من قانوني صودي نجد:

$$\begin{cases} 243 = 241 + A \Leftrightarrow A = 4 \\ 96 = 94 + Z \Leftrightarrow Z = 2 \end{cases} \Rightarrow {}^{4}_{2}He$$

$$^{243}_{96}Cm \longrightarrow {}^{241}_{94}Pu + {}^{4}_{2}He$$

2- أ- إيجاد عبارة m' بدلالة m_0 ، λ ، t.

$$\begin{cases} m = m_0 e^{-\lambda.t} \\ m = m_0 - m' \end{cases} \Rightarrow m' = m_0 - m_0 e^{-\lambda.t}$$

$$m' = m_0\left(1 - e^{-\lambda.t}\right)$$

2- ب- أوجد العلاقة النظرية

نشتق عبارة m' بالنسبة للزمن نجد

$$\frac{dm'}{dt} = \lambda.m_0 e^{-\lambda.t} = \lambda.m$$

3- أ- قيمة ثابت التفكك λ

معادلة البيان هي $\frac{dm'}{dt} = a.m$

بالمطابقة بين العلاقة النظرية وعلاقة البيان نجد

$$\lambda = a = \frac{0 - 0{,}75 \times 10^{-9}}{0 - 1} = 75 \times 10^{-11} s^{-1}$$

3- ب- تعريف زمن نصف العمر

هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية المشعة.

$$t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda} = \frac{ln2}{75 \times 10^{-11}} = 9{,}24.10^8 s$$

3- ت- حساب عند $t = 3t_{1/2}$ عدد الأنوية المتبقية في العينة.

$$N(3t_{1/2}) = \frac{N_0}{2^3} = \frac{m_0}{2^3.M} N_A$$

$$N(3t_{1/2}) = \frac{10}{8 \times 243} 6{,}023.10^{23}$$

$$N(3t_{1/2}) = 3{,}1 \times 10^{21} Noyaux$$

الجزء الثاني

1- يتم تسخين الخليط غلى درجة حرارة عالية جدا تفوق 100 مليون درجة حتى يتم التغلب على قوة التنافر الكهربائي الحادث بين النواتين

2- معادلة الاندماج النووي

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

3- حساب الطاقة التي يحررها هذا التفاعل:

$$E_{lib} = \Delta m.C^2$$

$$E_{lib} = [m(^{2}_{1}H) - m(^{3}_{1}H) - m(^{4}_{2}He) - m(^{1}_{0}n)]C^2$$

$$E_{lib} = (2{,}01355 + 3{,}0155 - 4{,}0015 - 1{,}00866)931{,}5$$

$$E_{lib} = 17{,}6MeV$$

$$E_{lib} = 17{,}6.1{,}6.10^{-13} = 2{,}82.10^{-12} J$$

4- أ- حدد رمز النواة $^{A}_{Z}X$

من قانوني صودي نجد:

$$\begin{cases} A + 1 = 7 \Leftrightarrow A = 6 \\ Z = 2 + 1 \Leftrightarrow Z = 3 \end{cases} \Rightarrow {}^{6}_{3}X$$

ومنه النواة هي $^{6}_{3}Li$

4- ب-حساب الطاقة الناتجة عن استهلاك كتلة $m = 1Kg$ من الدوتيريوم ^2_1H

عدد أنوية الدوتيريوم المتواجدة في $1Kg$ هي

$$N(^2_1H) = \frac{m}{M}N_A = \frac{10^3}{2}6{,}023.10^{23} = 3{,}012.10^{26}Noyaux$$

ومنه الطاقة المحررة هي

$$E = N(^2_1H).E_{lib} = 3{,}012.10^{26} \times 2{,}82.10^{-12} = 8{,}5 \times 10^{14}J$$

4- ج- حساب بالسنوات المدة الزمنية اللازمة لاستهلاك المخزون العالمي من الدوتيريوم

أولا نحسب الطاقة المحررة عند استهلاك المخزون العالمي من الدوتيريوم

$$E_T = 4{,}6 \times 10^{16}.E = 4{,}6 \times 10^{16} \times 8{,}5 \times 10^{14} = 3{,}91 \times 10^{31}J$$

ثانيا نحسب الطاقة الكهربائية الناتجة عند استهلاك المخزون العالمي من الدوتيريوم

$$r = \frac{E_e}{E_T}.100 \Leftrightarrow E_e = E_T \times r \times 100 = 3{,}91 \times 10^{31} \times \frac{35}{100}.100 = 1{,}29 \times 10^{31}J$$

ومنه المدة اللازمة هي

$$t = \frac{E_e}{E'} = \frac{1{,}29 \times 10^{31}}{4 \times 10^{20}} = 32{,}25 \times 10^9 ans$$