

تصحيح تمارين حول التناقص الإشعاعي والنوى والكتلة والطاقة

**التمرين 10 أو التمرين 2 في السلسلة 2**

1 - التعرف على الدقيقتين  $\alpha$  و  $\beta$  : دقيقة الهيليوم  ${}^4_2\text{He}$

$\beta^-$  إلكترون :  ${}^0_{-1}e$

حسب قانون سودي :

$$238 = 206 + 4x + 0 \Rightarrow x = 8$$

$$92 = 82 + 2x - y \Rightarrow y = 6$$

2 - عمر الصخرة بالسنين :

حسب المعادلة الحصيلة للتفاعل أنه في اللحظة تحتوي الصخرة على 1g من الأورانيوم وهذه

الكتلة تمثل نوى الأورانيوم المتبقية عند اللحظة t . أي أن  $N(U) = \frac{N_A}{M(U)} \cdot m(U)$  وتحتوي على

10mg من الرصاص 206 ، هذه الكتلة تمثل  $N'(Pb)$  النوى المتكونة خلال اللحظة t أي أن

$$N'(Pb) = \frac{N_A}{M(Pb)} \cdot m'(Pb) \quad \text{وبالتالي فإن عدد النوى الموجودة في اللحظة } t=0 \text{ هي :}$$

$$N_0(U) = N_r(U) + N_{desin}(U)$$

$$N_{desin}(U) = N_r(Pb)$$

$$N_0(U) = N_r(U) + N_r(Pb)$$

$$N_0(U) = \frac{N_A}{M(U)} \cdot m + \frac{N_A}{M(Pb)} \cdot m'$$

$$N_0(U) = N_A \left( \frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)} \right)$$

بالنسبة للأورانيوم 238 المتبقي نطبق قانون التناقص الإشعاعي :

$$N(t) = N_0(U)e^{-\lambda t} \Rightarrow N(t) = \left( \frac{N_A}{M(U)} \cdot m + \frac{N_A}{M(Pb)} \cdot m' \right) e^{-\lambda t}$$

$$N_A \frac{m}{M(U)} = N_A \left( \frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)} \right) e^{-\lambda t}$$

$$\frac{m}{M(U)} = \left( \frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)} \right) e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \Rightarrow \frac{m}{M(U)} = \left( \frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)} \right) e^{-\left(\frac{\ln 2}{t_{1/2}}\right)t}$$

$$\frac{\frac{m}{M(U)}}{\left( \frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)} \right)} = e^{-\left(\frac{\ln 2}{t_{1/2}}\right)t} \Rightarrow \ln \frac{\frac{m}{M(U)}}{\left( \frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)} \right)} = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t$$

$$t = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times \left( \ln \frac{\left( \frac{m}{M(U)} + \frac{m'}{M(Pb)} \right)}{\frac{m}{M(U)}} \right) \Rightarrow t = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times \left( \ln \left( 1 + \frac{m' M(U)}{m M(Pb)} \right) \right)$$

تطبق عددي :

$$t = 7,45 \cdot 10^7 \text{ans}$$

**التمرين 12 : تطبيقات في مجال الطب بكالوريا 2008 أو التمرين 5 السلسلة 1**



نطبق قانون سودي :



نطبق قانون سودي :

طبيعة التحول النووي :  $\beta^-$

**1 - 2 حساب ثابتة النشاط الإشعاعي  $\lambda$  :**

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 1,28 \cdot 10^{-5} \text{s}^{-1}$$

**2 - حساب حجم الدم المفقود إثر حادثة سير :**

**2 - 1 تحديد  $n_1$  كمية الصوديوم  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  المتبقية في دم الشخص المصاب :**

حسب قانون التناقص الإشعاعي ، عند اللحظة  $t_1 = 3\text{h}$  عدد النوى المتبقية في دم الشخص هي :

$$N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1} \quad \text{حيث } N_0 \text{ عدد النوى عند اللحظة } t=0 \quad \text{ونعلم أن } N_0 = n_0 N_A = C_0 V_0 N_A \quad \text{أي أن :}$$

$$n_1 = n_0 e^{-\lambda t_1} = C_0 V_0 e^{-\lambda t_1}$$

$$n_1 = 4,35 \cdot 10^{-6} \text{mol} \quad \text{تطبيق عددي :}$$

**2 - 2 نشاط العينة  $a_1$  :**

$$a_1 = \lambda N_1 = \lambda N_A n_1$$

$$a_1 = 3,35 \cdot 10^{13} \text{Bq}$$

**2 - 3 استنتاج حجم  $V_p$  للدم المفقود :**

## التحولات النووية

عند اللحظة  $t_1$  لدينا حسب السؤال السابق:  $n_1 = C_1 \cdot V_1$  بحيث أن  $V_1 = V_0 + V_{\text{reste}}$   
ولدينا كذلك  $n_2 = C_2 \cdot V_2$  بحيث أن  $V_2$  حجم الدم الذي تم تحليله وبما أننا استعملنا نفس الدم فإن

$$V_{\text{reste}} = \left( \frac{n_1}{n_2} \right) V_2 - V_0 \quad \text{وبالتالي لدينا:} \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_0 + V_{\text{reste}}}{V_2} \quad \text{أي أن} \quad C_1 = C_2$$

$$V_{\text{reste}} = 4,135\ell$$

$$V_p = V_T - V_{\text{reste}} = 0,865\ell \quad \text{حجم الدم المفقود}$$

**التمرين 14 : بكالوريا 2009 الدورة العادية مسلك العلوم الفيزيائية أو التمرين 4 في السلسلة 2**

**1 – تفتت نويدة الكلور 36**

$$1 - 1 \text{ تركيب نويدة الكلور } {}_{17}^{36}\text{Cl}$$

عدد البروتونات:  $Z = 17$

عدد النوترونات:  $A = Z + N$  أي أن  $N = A - Z$  وبالتالي فإن  $N = 19$

1 – 2 حساب بال MeV طاقة الربط لنواة الكلور:

$$E_\ell = (Zm_p + Nm_n - m({}_{17}^{36}\text{Cl})) \cdot c^2$$

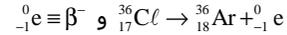
تطبيق عددي:

$$E_\ell = (17 \times 1,0073 + 19 \times 1,0087 - 35,9590) \times c^2$$

$$E_\ell = 0,330u \times c^2$$

ونعلم أن  $1u = 931,5 \text{ MeV} / c^2$  أي أن  $E_\ell = 308 \text{ MeV}$

1 – 3 معادلة التفتت:



طبيعة النشاط  $\beta^-$

**2 – تأريخ فرشاة مائية ساكنة**

النشاط الإشعاعي عند اللحظة  $t$  لعينة من المياه الطبيعية السطحية:  $a_1 = 11,6 \cdot 10^{-6} \text{ Bq}$

النشاط الإشعاعي لعينة أخرى لها نفس الحجم من المياه الجوفية الساكنة:  $a_2 = 1,19 \cdot 10^{-6} \text{ Bq}$

حسب المعطيات فإن النشاط الإشعاعي للمياه الطبيعية السطحية ثابت أي أن  $a_0 = a_1$  عند اللحظة  $t = 0$

النشاط الإشعاعي لعينة من المياه الجوفية يخضع للقانون التناقص الإشعاعي بحيث أن:

عند اللحظة  $t_2$  بحيث أن  $t_2 - t_0 = t_2$  وهي عمر الفرشاة المائية الجوفية

المدرسة:

$$a_2 = a_1 e^{-\lambda t_2} \quad \text{بحيث أن} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \quad \text{أي أن} \quad a_2 = a_1 e^{-\frac{t_2 \ln 2}{t_{1/2}}}$$

## التحولات النووية

$$\frac{a_2}{a_1} = e^{-\frac{t_2 \ln 2}{t_{1/2}}} \Rightarrow \ln \left( \frac{a_2}{a_1} \right) = -\frac{t_2 \ln 2}{t_{1/2}}$$

$$t_2 = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \left( \frac{a_1}{a_2} \right)$$

$$t_2 = \frac{3,01 \cdot 10^5}{\ln 2} \ln \left( \frac{11,7 \cdot 10^{-6}}{1,19 \cdot 10^{-6}} \right) = 992540 \text{ ans} \quad \text{تطبيق عددي:}$$

**التمرين 16 بكالوريا الدورة العادية 2008 علوم رياضية أو التمرين 6 في السلسلة 2**

**1 – دراسة نواة الأورانيوم 234**

1 – 1 تركيب نواة الأورانيوم 234:  $Z = 92$  و  $N = A - Z = 142$

1 – 2 حساب طاقة الربط  $E_\ell$  لنواة الأورانيوم 234

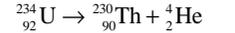
$E_\ell = \Delta m \cdot c^2$  حيث  $\Delta m$  تمثل النقص الكتلي لنواة الأورانيوم:

$$\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - m({}_{92}^{234}\text{U}) = 1,85858u$$

$$\Delta m = 1,85858 \times 931,5 = 1731,267 \text{ MeV} / c^2$$

$$E_\ell = 1731,267 \text{ MeV}$$

**1 – 3 معادلة التفتت لنويدة الأورانيوم 234**



طبيعة النشاط الإشعاعي  $\alpha$

**2 – دراسة التناقص الإشعاعي**

**2 – 1 عدد نوى الطوريوم 230 عند اللحظة t**

عند اللحظة  $t=0$  تتوفر الصخرة على  $N_0$  نويدة من الأورانيوم 234.

عند اللحظة  $t$  تعتبر  $N_1$  عدد النويدات المتبقية في الصخرة و  $N_2$  عدد النوى المتفتتة من الأورانيوم 234.

$$N_0 = N_1 + N_2 \Rightarrow N_2 = N_0 - N_1$$

حسب معادلة التفتت فإن كل نواة الأورانيوم خلال تفتتها تعطي نواة الطوريوم أي أن عدد النوى

المتفتتة من الأورانيوم هو نفسه عدد النوى الطوريوم المتكونة. إذن  $N_2 = N(\text{Th})$

$$N(\text{Th}) = N_0 - N_1(U) \Rightarrow N(\text{Th}) = N_0 - N_0 \exp(-\lambda t)$$

$$N(\text{Th}) = N_0 (1 - \exp(-t \ln 2 / t_{1/2}))$$

**2 – 2 تعبير t بدلالة r و t<sub>1/2</sub>**

## التحولات النووية

$$m_0 = \frac{5 \times 10^3 \times 3,9 \times 86400 \times 222}{6,02 \times 10^{23} \times \text{Ln}2} = 8,96 \times 10^{-13} \text{ g} \quad \text{تطبيق عددي}$$

2 - حساب عدد الأيام اللازمة لكي تصبح قيمة النشاط الإشعاعي تساوي الحد الأقصى  
:  $a_{\max} = 300 \text{ Bq/m}^3$

حسب قانون التناقص الإشعاعي لدينا :  $a_{\max} = a_0 e^{-\lambda \Delta t}$  بحيث أن  $\Delta t$  المدة الزمنية التي سيصل فيها النشاط الإشعاعي قيمته القصوى

$$\frac{a_{\max}}{a_0} = e^{-\lambda \Delta t}$$

$$\ln \left( \frac{a_{\max}}{a_0} \right) = -\frac{\ln 2 \times \Delta t}{t_{1/2}}$$

$$\Delta t = -\frac{t_{1/2}}{\text{Ln}2} \ln \left( \frac{a_{\max}}{a_0} \right)$$

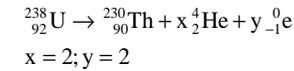
$$\Delta t = -\frac{3,9}{\text{Ln}2} \ln \left( \frac{300}{5000} \right) = 15,83 \text{ jours} \quad \text{تطبيق عددي}$$

## التمرين 20: تاريخ الترسبات البحرية أو التمرين 6 السلسلة 1

1 -

1 - 1 معادلة التحول النووي :

نطبق قانون صودي :



1 - 2 نبيين أن  $\frac{N({}_{90}^{230}\text{Th})}{N({}_{92}^{238}\text{U})}$  تكون ثابتة :

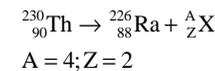
حسب المعطيات للعينتين من الأورانيوم والثوريوم نفس النشاط ، أي أن

$$a({}_{90}^{230}\text{Th}) = a({}_{92}^{238}\text{U})$$

$$\lambda \cdot N({}_{90}^{230}\text{Th}) = \lambda' \cdot N({}_{92}^{238}\text{U})$$

$$\frac{N({}_{90}^{230}\text{Th})}{N({}_{92}^{238}\text{U})} = \frac{\lambda'}{\lambda} = \text{Cte}$$

2 - معادلة التفاعل النووي :



أي أن كبيعة الإشعاع المنبعث : نوى الهيليوم ، دقائق  $\alpha$  وبالتالي فالمعادلة النووية هي كالتالي :

## التحولات النووية

$$r = \frac{N(\text{Th})}{N(\text{U})} = \frac{N_0(1 - \exp(-t \cdot \text{Ln}2 / t_{1/2}))}{N_0 \exp(-t \cdot \text{Ln}2 / t_{1/2})} = \frac{1}{\exp(-t \cdot \text{Ln}2 / t_{1/2})} - 1$$

$$r + 1 = \frac{1}{\exp(-t \cdot \text{Ln}2 / t_{1/2})} \Rightarrow \exp(-t \cdot \text{Ln}2 / t_{1/2}) = \frac{1}{r + 1}$$

$$\text{Ln}(\exp(-t \cdot \text{Ln}2 / t_{1/2})) = -\text{Ln}(r + 1)$$

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

تطبيق عددي :  $t = 120000 \text{ ans}$

## التمرين 19 : بكالوريا 2010 الدورة العادية مسلك العلوم الفيزيائية أو التمرين 8 السلسلة 2

### 1 - نغنت نويذة الأورانيوم 238

1 - 1 تركيب نويذة  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$  :

عدد البروتونات :  $Z = 86$

عدد النوترونات :  $N = A - Z = 136$

1 - 2 حساب طاقة الربط لنواة  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$

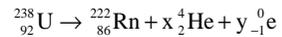
$$E_c = \left[ (Zm_p + Nm_n) - m({}_{86}^{222}\text{Rn}) \right] \times c^2$$

$$E_c = \left[ (86 \times 1,0073 + 136 \times 1,0087) - 221,970 \right] \times 931,5 \text{ MeV}$$

$$\boxed{E_c = 1715 \text{ MeV}}$$

1 - 3 تحديد عدد التفتتات من نوع  $\alpha$  ومن نوع  $\beta^-$  :

نطبق قانون صودي بالنسبة للمعادلة النووية :



$$238 = 222 + 4x \Rightarrow \boxed{x = 4}$$

$$92 = 86 + 8 - y \Rightarrow \boxed{y = 2}$$

### 2 - التحقق من جودة الهواء داخل مسكن

1 - 2 حساب كتلة الرادون في كل متر مكعب عند  $t_0$  :

$$\text{لدينا } a_0 = \lambda N_0 \text{ و } \frac{N_0}{N_A} = \frac{m_0}{M} \text{ أي أن } \frac{a_0 \times M}{\lambda \times N_A}$$

من جهة أخرى :  $\lambda = \frac{\text{Ln}2}{t_{1/2}}$  ومنه فإن كتلة الرادون عند اللحظة  $t_0$  في المتر المكعب هي :

$$\boxed{m_0 = \frac{a_0 \times t_{1/2} \times M}{N_A \times \text{Ln}2}}$$

2 \_ نشاط عينة من البولونيوم 210

1 \_ 2 عرف بنشاط عينة مشعة وأعط وحدتها في النظام العالمي للوحدات .  
2 \_ 2 يعطي قياس عدد التفتتات الناتجة عن عينة من التبغ (tabac) خلال 10min ، والذي يكافئ سيجارة واحدة، 60 تفتت . أحسب a نشاط هذه العينة .

3 \_ عمر نصف عنصر البولونيوم 210

عمر نصف عنصر البولونيوم 210 :  $t_{1/2} = 138 \text{ jour}$

1 \_ 3 عرف بعمر نصف لعنصر إشعاعي النشاط  
2 \_ 3 أحسب الثابتة الإشعاعية لعنصر البوبونيوم 210 باليوم والثانية  
3 \_ 3 عند تدخين سيجارة يكون المدخن قد استهلك  $N_0$  نواة من البولونيوم 210 .  
أ \_ أحسب  $N_0$  عدد النوى المستهلكة عند تدخين سيجارة واحدة .

ب \_ بالنسبة لشخص يدخن سيجارة واحدة في اليوم ، أحسب المدة الزمنية اللازمة لكي يصبح فيها عدد نوى البولونيوم 210 المتبقية 21500 .  
3 \_ 4 تعتبر أن البولونيوم 210 يكون عديم النشاط عندما تصبح  $a = 9,66.10^{-7} \times a_0$  . ما هي المدة الزمنية اللازمة لكي يصبح فيها البولونيوم 210 عديم النشاط ؟ أعط النتيجة باليوم والسنة . نعطي :  
(1an = 365jour)

3 \_ 5 ما هو استنتاجك بالنسبة لشخص يدخن عشر سجائر في اليوم ؟

4 \_ تأثير البولونيوم على صحة الإنسان

يتفتت البولونيوم 210 المستهلك عن طريق السجائر في جسم الإنسان . ما هو تأثير دقائق  $\alpha$  على الخلايا الحية في جسم الإنسان ؟

التصحيح:

1 \_ 1 تفتت نواة البولونيوم 210 :

1 \_ 1 تركيب نواة البولونيوم 210 : عدد لبروتونات  $Z = 84$  وعدد النوترونات  $N = A - Z = 176$   
1 \_ 2 تعريف بظاهرة النشاط الإشعاعي : النشاط الإشعاعي تحول نووي تلقائي غير مرتقب في الزمن ، تتحول خلاله نواة الأصل إلى نواة متولدة أو إلى حالة إثارة أقل طاقة .

المعادلة النووية للتفتت :  ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + {}^4_2\text{He}$  ، طبيعة الدقيقة المنبعثة هي نوى الهيليوم

2 \_ 2 نشاط عينة من البولونيوم 210 :

2 \_ 1 تعريف بنشاط عينة : نشاط عينة  $a(t)$  هو عدد النوى المتفتتة في وحدة الزمن .

وحدتها في النظام العالمي للوحدات : السيمنس ( S )

2 \_ 2 حساب نشاط العينة a من التبغ والذي يكافئ سيجارة واحدة :

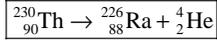
$$a = \frac{|\Delta N|}{\Delta t} \text{ بحيث أن } |\Delta N| \text{ هو عدد التفتتات خلال } \Delta t : a = \frac{60}{10 \times 60} = 0,1 \text{ Bq}$$

3 \_ 3 عمر نصف البولونيوم 210

3 \_ 1 تعريف لعمر النصف لنشاط إشعاعي : هو المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف عدد نوى العينة .

3 \_ 2 حساب الثابتة الإشعاعية  $\lambda$  : لدينا  $\lambda = \frac{\text{Ln}2}{t_{1/2}}$  أي أن  $\lambda = 5,81 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1} = 5,02 \times 10^{-3} \text{ jour}^{-1}$

3 \_ 3 حساب عدد النوى البولونيوم 210 الموجودة في سيجارة واحدة :



3 \_ لتتحقق مبيانيا من أن عمر نصف الثوريوم 230 هو  $t_{1/2} = 7,5 \times 10^4 \text{ ans}$

نعلم أن  $t_{1/2}$  هي المدة الزمنية اللازمة لكي تفتت نصف العينة عند  $t = 0$  حسب المنحنى فإن

وأن  $f(0) = 1$  لكي تفتت نصف العينة  $f(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2N_0} = \frac{1}{2}$  يقابلها في المبيان

$$t_{1/2} = 75 \times 10^3 \text{ ans} = 7,5 \times 10^4 \text{ ans}$$

4 \_ حساب عمر الجزء المأخوذ من القاعدة السفلى للأسطوانة :

بما ان تركيز الثوريوم 230 يتناقص حسب العمق داخل الترسب وذلك بتفتته حسب قانون التناقص

الإشعاعي :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  وبما أن  $N = \frac{m}{M} N_A$  كذلك  $m = m_0 e^{-\lambda t}$  بحيث أن  $m_0 = m_s$  كتلة الثوريوم

الموجودة في الطبقة العليا للأسطوانة فإن هذه العينة تصبح كتلتها في القاعدة السفلى

$m_p = m_s e^{-\lambda \Delta t}$  بحيث أن  $\Delta t = t - t_0$  هي المدة الزمنية اللازمة لهذا التفتت وهي عمر هذا الجزء :

$$m_p = m_s e^{-\lambda \Delta t}$$

$$\frac{m_p}{m_s} = e^{-\lambda \Delta t}$$

$$\text{Ln} \left( \frac{m_p}{m_s} \right) = -\lambda \Delta t$$

$$\Delta t = -\frac{1}{\lambda} \text{Ln} \left( \frac{m_p}{m_s} \right)$$

$$\Delta t = -\frac{t_{1/2}}{\text{Ln}(2)} \text{Ln} \left( \frac{m_p}{m_s} \right)$$

تطبيق عددي :

$$\Delta t = 3,0 \times 10^5 \text{ ans}$$

التمرين 23 : التدخين وصحة الإنسان

بينت دراسات تجريبية أن السجائر يحتوي دخانها ، إضافة إلى المكونات السامة toxique ، على عنصر البولونيوم 210 . البولونيوم 210 عنصر مشع مسؤول على نسبة 1% من أمراض سرطان الرئة الذي يصيب عدد من المدخنين .

1 \_ تفتت نواة البولونيوم 210

1 \_ 1 رمز نواة البولونيوم 210 :  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  أعط تركيب هذه النواة

1 \_ 2 البولونيوم 210 إشعاعي النشاط  $\alpha$  :

أكتب المعادلة النووية لهذا التفتت . ما طبيعة الدقيقة المنبعثة ؟

## التحولات النووية

البولوتونيوم 241 نشاط الإشعاعي  $\beta^-$  نعب عنه بالتفاعل التالي :  ${}_{94}^{241}\text{Pu} \rightarrow {}_{95}^{241}\text{Am} + \beta^-$  .  
أ - عرف بطاقة الربط لنواة  ${}^A_Z\text{X}$  .

ب - أحسب بال MeV طاقة الربط  $E_l$  لنواة  ${}_{55}^{141}\text{Cs}$  و  $E'_l$  لنواة البولوتونيوم واستنتج طاقة الربط لنوية  $({}_{55}^{141}\text{Cs})$  و  $({}_{94}^{241}\text{Pu})$  . أيهما أكثر استقرارا ؟ علل جوابك  
ج - أحسب بال MeV قيمة الطاقة الناتجة  $E_D$  عن تفتت نواة واحدة من البولوتونيوم 241 خلال النشاط الإشعاعي  $\beta^-$  .

2 - 3 قارن بين  $E_F$  و  $E_D$  وذلك بحساب النسبة  $|E_F|/|E_D|$  . ما هو استنتاجك ؟

### معطيات عامة

m(p)	m( $\beta^-$ )	m(n)
1,00728u	0,00055u	1,00866u

m(Cs) = 140,79352u	m(Pu) = 241,00514u	m(Am) = 241,00457u	m(Y) = 97,90070u
--------------------	--------------------	--------------------	------------------

c = $3 \times 10^8$ m/s	1eV = $1,602 \times 10^{-19}$ J	$N_A = 6,0221 \times 10^{23}$ /mol	1u = $931,5$ MeV / $c^2$
-------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------

### التصحيح : التمرين 23

1\_1 تعريف الكلمات التالية :

النظير : نويدات تحتوي على نفس عدد البروتونات وتختلف من حيث عدد النيوترونات  
الانشطار النووي : ظاهرة نووية محرضة تنتج عن قذف نوى ثقيلة شظورة ببترونات بطيئة فتنتشر إلى نواتين خفيفتين .

النوى الشظورة : النوى الثقيلة قابلة الانشطار

1\_2 تحديد قيمتي x و y

نطبق قانون صودي :

$$92 = 94 - y \Rightarrow y = 2 \quad \text{و} \quad 238 + x = 241 + 0 \Rightarrow x = 3$$

2\_ تحديد الطاقة الناتجة :

2\_1 أ - تفاعل محرض تم قذفه ببترونات فهو تفاعل الانشطار .

ب - حساب الطاقة الناتجة عن انشطار نواة واحدة من البولوتونيوم 241 :

$$E_F = \Delta M.c^2 = (m(\text{Cs}) + m(\text{Y}) + 2m(n) - m(\text{Pu})).c^2$$

$$E_F = (140,79352 + 97,90070 + 2 \times 1,00866 - 241,00514) \times (931,5 \text{ MeV} / c^2) \times c^2$$

$$E_F = -273,5 \text{ MeV}$$

ج - حساب الطاقة الناتجة عن انشطار مول واحد من البولوتونيوم 241 :

نعلم أن مول واحد يحتوي على  $N_A$  نواة من البولوتونيوم 241 أي أن

$$E'_F = N_A \times E_F = -6,0221 \cdot 10^{23} \times 273,5 = -1,65 \cdot 10^{26} \text{ MeV}$$

## التحولات النووية

$$N_0 = \frac{a_0}{\lambda} = \frac{0,1}{5,81 \times 10^{-8}} = 1721170 \text{ أن } a_0 = \lambda N_0$$

3\_ 4 حساب المدة الزمنية اللازمة لكي يصبح عدد النوى 21500 :

نطبق قانون التناقص الإشعاعي :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  بحيث أن  $t = \Delta t$

$$\lambda t = \text{Ln} \left( \frac{N_0}{N} \right) \Rightarrow \lambda t = \text{Ln} \left( \frac{N_0}{N} \right) \text{ أي أن } t = \Delta t = \frac{1}{\lambda} \text{Ln} \left( \frac{N_0}{N} \right) \text{ عدديا : } t = \Delta t = 873 \text{ jour} = 6,33 t_{1/2} \text{ أي}$$

سنتان و 143 يوم

3\_ 5 المدة الزمنية لكي يصبح البولونيوم 210 عديم النشاط :

نطبق قانون التناقص الإشعاعي :  $a = a_0 e^{-\lambda t}$  لدينا  $a = a_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow 9,6 \cdot 10^{-7} = e^{-\lambda t} \Rightarrow a = 9,6 \cdot 10^{-7} a_0 = e^{-\lambda t}$  أي أن

$$\Delta t = 2759 \text{ jour} = 7,56 \text{ ans} \text{ ومنه } \text{Ln}(9,66 \cdot 10^{-7}) = -\lambda \Delta t$$

3\_ 6 بالنسبة لشخص يستهلك عشر سجائر في اليوم سيكون أماله في الحياة جد ضعيف وهو معرض لأمراض جد خطيرة .

### التمرين 24 : التحولات النووية في المفاعلات النووية

يحتوي معدن الأورانيوم (U) أساسا على نظيرين : 99,3% من الأورانيوم 238 و 0,7% من الأورانيوم 235

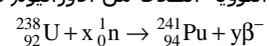
الأورانيوم 235

يتكون وقود المفاعلات النووية من خليط غني بالأورانيوم 235 أي أن نسبة النظير 235 أكبر من

0,7% (نسبة النظير 238 أصغر من 99,3%) بحيث أن نوى الأورانيوم 235 الوحيدة الشظورة .

البولوتونيوم (Pu) غير موجود في الطبيعة . البولوتونيوم 241 من النواتج المحصل عليها في المفاعلات

النوية انطلاقا من الأورانيوم 238 حسب التفاعل النووي الممنهج بالمعادلة النووية التالية :



البولوتونيوم بدوره شظور و إشعاعي النشاط  $\beta^-$  عمر نصفه يقارب عشر سنوات .

### 1\_ عموميات

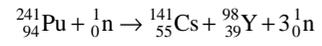
1\_1 أعط تعريف الكلمات التالية : النظير \_ الانشطار النووي \_ نوى شظورة

1\_2 حدد قيمتي x و y في المعادلة النووية (1)

### 2\_ تحديد الطاقة الناتجة خلال التحول النووي للبولوتونيوم 241

2\_1 انشطار النووي للبولوتونيوم 241

تكتب المعادلة النووية لهذا الانشطار على الشكل التالي :



أ - هل هذا التفاعل محرض أم تلقائي ؟ علل الجواب

ب - أحسب ب MeV قيمة الطاقة الناتجة  $E_F$  عن انشطار نواة واحدة من البولوتونيوم 241 .

ج - استنتج الطاقة الناتجة  $E'_F$  عن مول واحد من نوى البولوتونيوم 241 بال MeV وبالجول J .

د - في بعض الأحيان ينتج عن هذا التفاعل ، تفاعل متسلسل عرف بهذا النوع من التفاعل .

2\_2 النشاط الإشعاعي  $\beta^-$  للبولوتونيوم 241

4 - أكتب تعبير الطاقة المحررة خلال انشطار نواة واحدة من الأورانيوم 235 واحسب قيمتها بال MeV

5 - داخل المفاعل النووي تحدث عدة تفاعلات نووية أخرى . حيث النقض الكتلي ، متوسطه يقدر ب 0,200u بالنسبة لكل نواة

5 - 1 أحسب بال MeV الطاقة المتوسطة المحررة خلال انشطار نواة واحدة . هل هذه النتيجة توافق نتيجة السؤال 4 .

5 - 2 أحسب بال جول الطاقة المتوسطة المحررة خلال انشطار مول واحد من النوى الأورانيوم 235

6 - داخل المفاعل النووي تتحول الطاقة النووية إلى طاقة كهربائية . ينتج مفاعل نووي قدرة كهربائية متوسطة تقدر ب  $\mathcal{P}_{elec} = 1000MW$  بمردود  $r = 25\%$  . تعرف مردود المفاعل النووي ب

$$r = \frac{\mathcal{P}_{elec}}{\mathcal{P}_{nucl}}$$

6 - 1 أحسب القدرة النووية  $\mathcal{P}_{nucl}$  المستهلكة من طرف المفاعل النووي .

6 - 2 أحسب الطاقة النووية المستهلكة خلال كل سنة واستنتج كتلة الأورانيوم بالطن المستهلكة سنويا .

معطيات : ثابتة أفوكادرو :  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$$m(^{235}_{92}\text{U}) = 253,0134u$$

$$\mathcal{E}(^{144}_{57}\text{La}) = 8,28\text{MeV / nucl}, \mathcal{E}(^{88}_{35}\text{Br}) = 8,56\text{MeV / nucl}$$

الحل :

1 - طاقة الربط لنواة هي الطاقة التي يجب إعطاؤها للنوية عند وجودها في حالة السكون ، لفصل نوياتها نهائيا .

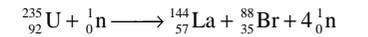
$$E_l = [Zm(p) + Nm(n) - m(^A_ZX)] \times c^2$$

2 - حساب طاقة الربط لنواة الأورانيوم :

$$E_l = 1772\text{MeV}$$

$$\mathcal{E}(^{235}_{92}\text{U}) = \frac{E_l}{A} = 7,540\text{MeV / nucl}$$

3 - المعادلة النووية لتفاعل الانشطار :



4 - تعبير الطاقة المحررة خلال انشطار نواة الأورانيوم :

$$\Delta E = [E_l(^{235}_{92}\text{U}) - E_l(^{144}_{57}\text{La}) - E_l(^{88}_{35}\text{Br})]$$

حسب المعطيات :

بالجول :  $E'_F = -2,64.10^{13} \text{ J}$

د - تعريف بالتفاعل المتسلسل :

عندما تتحول نواة أصلية غير مستقرة إلى نواة أخرى إذا كانت هذه الأخيرة غير مستقرة كذلك ، فإنها بدورها تتحول إلى نواة أخرى وهكذا إلة أن نحصل على نواة مستقرة ، يسمى هذا التفاعل بالتفاعل المتسلسل .

2 - 2 النشاط الإشعاعي  $\beta^-$

أ - تعريف بطاقة الربط : هي الطاقة اللازم إعطاؤها إلى نوية لفصل نوياتها .

ب - حساب طاقة الربط لنواة السيزيوم Cs :

$$E_l(\text{Cs}) = (55m_p + 86m_n - m(\text{Cs})) \times c^2$$

$$E_l = 1,35164 \times 931,5 = 1259,052\text{MeV}$$

$$\mathcal{E}(\text{Cs}) = \frac{E_l}{A} = 8,93\text{MeV / nucleon}$$

- حساب طاقة الربط لنواة البلوتونيوم 241

$$E_l(\text{Pu}) = (94m_p + 147m_n - m(\text{Pu})) \times c^2$$

$$E_l(\text{Pu}) = 1818,4743\text{MeV}$$

$$\mathcal{E}(\text{Pu}) = \frac{E_l}{A} = 7,545\text{MeV / nucleon}$$

نستنتج أن نواة السيزيوم 141 أكثر استقرارا من نواة البلوتونيوم 241

ج - حساب الطاقة الناتجة  $E_D$

$$E_D = (m(\text{Am}) + m(e) - m(\text{Pu})) \times c^2$$

$$E_D = -0,01863\text{MeV}$$

2 - 3 حساب النسبة  $|E_F|/|E_D|$  :

$$\frac{|E_F|}{|E_D|} = \frac{273,5}{0,01863} = 14680$$

من التحول التلقائي لهذه النواة .

### التمرين 21 : دراسة تفاعلات الانشطار النووي

داخل مفاعل نووي تخضع نوى الأورانيوم 235 ( $^{235}_{92}\text{U}$ ) إلى ظاهرة الإنشطار نتيجة اصطدامها مع

نوترون بطيء ، من التحولات النووية الممكنة داخل المفاعل تؤدي إلى تكون نواة اللنتان ( $^{144}_{57}\text{La}$ )

ونواة البروم ( $^{88}_{35}\text{Br}$ ) وعدد من النوترونات .

1 - أعط تعريف طاقة الربط لنواة وتعبيرها الذي يمكن من حساب قيمتها .

2 - أحسب بال MeV طاقة الربط لنواة اللنتان ( $^{144}_{57}\text{La}$ ) واستنتج قيمة طاقة الربط لنوية لهذه النواة .

3 - أكتب المعادلة النووية لتفاعل الانشطار المدروس

## التحولات النووية

$$\Delta E = [E_f(^{235}\text{U}) - E_f(^{144}\text{La}) - E_f(^{88}\text{Br})]$$

$$\Delta E = [235 \times \mathcal{E}(\text{U}) - 144 \times \mathcal{E}(\text{La}) - 88 \times \mathcal{E}(\text{Br})]$$

$$\Delta E = 235 \times 7,54 - 144 \times 8,28 - 88 \times 8,56$$

$$\Delta E = -174 \text{ MeV}$$

5 \_ 1 الطاقة المحررة من طرف نواة واحدة :  $Q = 0,200 \times 931,5 = 186 \text{ MeV}$  هذه النتيجة قريبة من النتيجة المحصلة في السؤال 4

5 \_ 2 الطاقة المحررة من طرف مول واحد من الأورانيوم :

$$E_{\text{mol}} = N_A \times Q$$

$$E_{\text{mol}} = 6,02 \times 10^{23} \times 186 \times 10^6 \times 1,602 \times 10^{-19} = 1,80 \times 10^{13} \text{ J / mol}$$

6 \_ 1 القدرة النووية للمفاعل النووي :

$$r = \frac{\mathcal{P}_{\text{elec}}}{\mathcal{P}_{\text{nuc}}} \Rightarrow \mathcal{P}_{\text{nuc}} = \frac{\mathcal{P}_{\text{elec}}}{r}$$

$$\mathcal{P}_{\text{nuc}} = \frac{1000}{0,25} = 4000 \text{ MW}$$

6 \_ 2 الطاقة المستهلكة سنويا هي :  $E_{\text{an}} = \mathcal{P}_{\text{nuc}} \times \Delta t$  بحيث أن  $\Delta t = 1 \text{ an} = (365 \times 86400) \text{ s}$

$$E_{\text{an}} = 1,26 \times 10^{17} \text{ J}$$

6 \_ 3 كتلة الأورانيوم المستهلكة خلال سنة :

$$n = \frac{E_{\text{an}}}{E_{\text{mol}}} = \frac{m}{M} \Rightarrow m = \frac{E_{\text{an}}}{E_{\text{mol}}} \times M(^{235}\text{U})$$

نعلم أن كتلة نواة واحدة من الأورانيوم  $m(^{235}\text{U})$  أي أن كتلة مول من الأورانيوم هي  $M(^{235}\text{U})$  أي أن

$$\frac{M(^{235}\text{U})}{m(^{235}\text{U})} = \frac{N_A}{1} \Rightarrow M(^{235}\text{U}) = N_A \times m(^{235}\text{U})$$

$$m = \frac{E_{\text{an}}}{E_{\text{mol}}} \times m(^{235}\text{U}) \times N_A$$

تطبيق عددي :  $m = 1,65 \times 10^3 \text{ kg} = 1,65 \text{ t}$