تصحيح التمارين التوليفية
الفيزياء النووية

تمرين 1

1 ـ أنظر الدرس

2 ـ 1 معادلة التفتت لنويدة الراديوم 226 :

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow \, ^{222}_{86}Rn + \, ^{4}_{2}He$$

2 ـ 2 طاقة التفاعل لتفتت نويدة الرادون 226

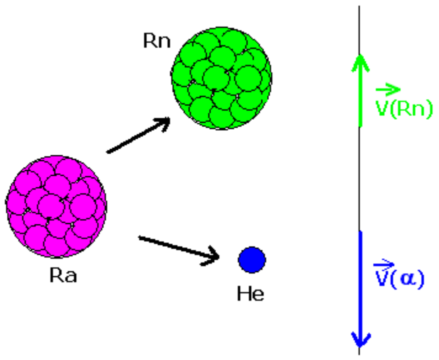
$$\Delta E = \Delta m.c^2$$
$$= \left(m\left(^{222}_{86}Rn\right) + m(\alpha) - m\left(^{226}_{88}Ra\right)\right).c^2$$
$$= (221,970 + 4,00150 - 225,977).c^2$$
$$= -0,0055 \times 931,5MeV$$
$$= -5,12MeV$$

بما أن التفاعل ناشر للحرارة فالطاقة الناتجة عن التفاعل هي $Q = -\Delta E$ أو نأخذ $|\Delta E|$ الطاقة الناتجة عن التفاعل .

2 ـ 3

انحفاظ كمية حركة المجموعة قبل التفاعل وبعد التفاعل . وأن الطاقة الناتجة تتحول إلى طاقة حركية بعد التفاعل يكتبها كل من الدقائق α ونويدة الرادون

انحفاظ كمية الحركة لدينا :



$$\vec{p}(Ra) = \vec{p}(Rn) + \vec{p}(\alpha)$$
$$\vec{p}(Ra) = \vec{0} \Rightarrow m(Rn).\vec{V}(Rn) + m(\alpha).\vec{V}(\alpha) = \vec{0}$$

نسقط هذه العلاقة على المحور Oz موجه نحو الأعلى :

$$m(Rn).V(Rn) - m(\alpha).V(\alpha) = 0 \Rightarrow V(Rn) = \frac{m(\alpha)}{m(Rn)}V_\alpha$$

كل الطاقة الناتجة تحولت كطاقة حركية للنواة المتولدة الرادون والدقيقة α:

$$|\Delta E| = E_C(\alpha) + E_C(Rn)$$
$$|\Delta E| = E_C(\alpha) + \frac{1}{2}m_{Rn}.V_{Rn}^2$$
$$V_{Rn}^2 = \frac{m(\alpha)^2}{m(Rn)^2}V_\alpha^2$$
$$|\Delta E| = E_C(\alpha) + \frac{1}{2}m_{Rn}.\frac{m(\alpha)^2}{m(Rn)^2}V_\alpha^2$$
$$|\Delta E| = E_C(\alpha) + \frac{m(\alpha)}{m(Rn)}\frac{1}{2}.m(\alpha)V_\alpha^2$$
$$|\Delta E| = E_C(\alpha)\left(1 + \frac{m(\alpha)}{m(Rn)}\right) \Rightarrow E_C(\alpha) = \frac{|\Delta E|}{\left(1 + \frac{m(\alpha)}{m(Rn)}\right)}$$

R

2 ـ 4 نحسب النسبة $\left(1+\frac{m(\alpha)}{m(Rn)}\right)$ فنجد أن 1,02 أي أن

$$E_C(\alpha)=0,980|\Delta E| \Rightarrow |\Delta E|-E_C(Rn)=0,980|\Delta E|$$
$$E_C(Rn)=|\Delta E|(1-0,980)=0,02|\Delta E| \simeq 2\%|\Delta E|$$

3 ـ 1 عدد الانبعاثات α وعدد الانبعاثات β^-

لتكن x و y عدد الانبعاثات α وعدد الانبعاثات β^- :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,{}^{4}_{2}He + y\,{}^{0}_{-1}e$$
$$238 = 206 + 4x \Rightarrow x = 8$$
$$92 = 82 + 2\times 8 - y \Rightarrow y = 6$$

وبالتالي ستكون عندنا 6 تفتتات α و 8 تفتتات β^-

3 ـ 2 تعليل سبب استقرار النويدة Pb بالنسبة للنويدة U :

نقارن النسبة $\frac{N}{Z}$ بالنسبة لكل نويدة :

بالنسبة لنويدة الرصاص 206 لدينا : $\frac{N}{Z}=\frac{124}{82}=1,51$

بالنسبة لنويدة الأورانيوم 238 لدينا : $\frac{N}{Z}=\frac{146}{92}=1,59$

يتبن أن $\frac{N}{Z}\left({}^{206}_{82}Pb\right)<\frac{N}{Z}\left({}^{238}_{92}U\right)$ أي ان النويدة $^{206}_{82}Pb$ أكثر استقرارا من النويدة $^{238}_{92}U$

تمرين 2

1 ـ التعرف على الدقيقتين α و β : α : دقيقة الهيليوم $^{4}_{2}He$

β^- إلكترون : $^{0}_{-1}e$

حسب قانون سودي :

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

2 ـ 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 $N=\frac{N_A}{M(U)}.m$ وتحتوي على 10mg من الرصاص 206 ، هذه الكتلة تمثل N' النوى المتكونة خلال اللحظة t أي أن $N'=\frac{N_A}{M(Pb)}.m'$ وبالتالي فإن عدد النوى الموجودة في اللحظة t=o هي :

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

بالسبة للأورانيوم 238 المتبقي نطبق قانون التناقص الإشعاعي :

$$N(t)=N_0e^{-\lambda t}\Rightarrow N(t)=\left(\frac{N_A}{M(U)}.m+\frac{N_A}{M(Pb)}.m'\right)e^{-\lambda t}$$

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

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

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

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

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

تطبق عددي :

. $t=7{,}45.10^{7}$ans

تمرين 3

1 ـ 1 نطبق قانون صودي فنحصل على : x=38 و y=2 .

1 ـ 2 حساب الطاقة المتولدة عن هذا الانشطار :

$${}^{235}_{92}U+{}^{1}_{0}n\rightarrow{}^{139}_{54}Xe+{}^{95}_{38}Sr+2\,{}^{1}_{0}n$$

$$\Delta E=\left(m(Xe)+m(Sr)+m_n-m(U)\right).c^2$$

$$\Delta E=-200{,}6MeV=-3{,}21.10^{-11}J$$

1 ـ 3 حساب المدة الزمنية التي يستهلك خلالها كتلة 1g من الأورانيوم 235 :

نعلم أن : $\mathscr{P}=\frac{W}{\Delta t}$ بحيث أن W الطاقة التي ينتجها 1g من ألأورانيوم وهي :

نعلم أن نويدة واحدة تنتج ما قيمته $Q=-\Delta E=200{,}5MeV=3{,}21.10^{-11}J$ ونعلم كذلك أن 1g

يحتوي على N نويدة من الأورانيوم بحيث أن $N=N_A.\frac{m}{M(U)}$ إذن $W=N_A.\frac{m}{M(U)}|\Delta E|$

وبالتالي : $\Delta t=N_A\frac{m}{M(U).\mathscr{P}}|\Delta E|=62jours16h$

2 ـ حساب عمر النصف لنويدة الأورانيوم 239 :

حسب قانون النشاط الإشعاعي لدينا :

بحيث $N = N_0 e^{-\lambda t}$ أن N هو عدد النوى المتبقية من الأورانيوم عند اللحظة t وحسب المعطيات

$N(t) = \frac{N_0}{8}$ و t=69min أي أن :

$$\frac{N_0}{8} = N_0.e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 8 = \lambda t$$

$$3\ln 2 = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} t \Rightarrow t_{1/2} = \frac{t}{3} = 23\text{min}$$

تمرين 4

1 ـ معادلة التفاعل النووي :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{A}_{Z}Th + {}^{4}_{2}He$$

$$A = 234$$

$$Z = 90$$

$$^{A}_{Z}Th \equiv {}^{234}_{90}Th$$

2 ـ 1 لنبين العلاقة المطلوبة :

الطاقة الناتجة عن تفتت نواة واحدة من الأورانيوم 238تتحول إلى طاقة حركية تكتسبها النواة المتولدة والدقيقة α

من الدقائق α تنبعث بطاقة حركية أصغر من الطاقة الحركية القصوية للدقائق α التي يمكنها أن تجعل نويدة التوريوم في حالتها الأساسية (أنظر مخطط الطاقة) وستكون الحصيلة الطاقية لهذا التفاعل النووي على الشكل التالي :

$$|\Delta E| = E_C(\alpha) + E' + E_C(Th)$$

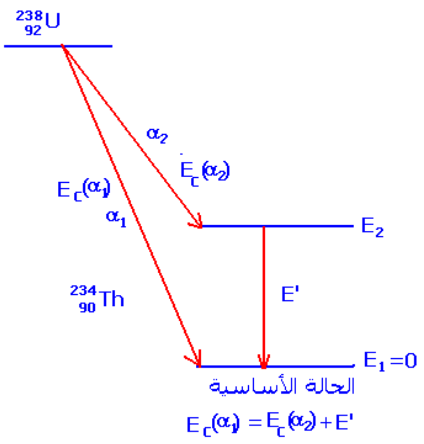
انحفاظ كمية الحركة خلال التفاعل النووي : $\vec{0} = m_{Th}.\vec{V}_{Th} + m_\alpha.\vec{V}_\alpha$

نسقط العلاقة على محور موجه (نواة التوريوم ونواة الهيليوم سيكون منحياهما متعاكسان) أي أن

$$0 = m_{Th}.V_{Th} - m_\alpha.V_\alpha \Rightarrow m_{Th}V_{Th} = m_\alpha.V_\alpha$$

$$E_C(Th) = \frac{1}{2}m_{Th}V_{Th}^2 = \frac{1}{2}m_{Th}\left(\frac{m_\alpha.V_\alpha}{m_{Th}}\right)^2$$

$$E_C(Th) = \frac{m_\alpha}{m_{Th}}E_C(\alpha)$$



في العلاقة السابقة :

$$|\Delta E| = E_C(\alpha) + E' + \frac{m(\alpha)}{m(Th)}E_C(\alpha)$$

$$|\Delta E| = E \Rightarrow E - E' = E_C(\alpha)\left(1 + \frac{m(\alpha)}{m(Th)}\right)$$

2 ـ 2 تحديد قيمة Δm حسب مخطط الطاقة لدينا

$$E' = E_{C\max}(\alpha) - E_{C1}(\alpha) = 0,047\text{MeV}$$

$$E = \Delta m.c^2 = E_{C\max}(\alpha)\left(1 + \frac{m(\alpha)}{m(Th)}\right) + E'$$

$$= 1,017 \times 4,195 + 0,047 = 4,313\text{MeV}$$

$$\Delta m = 4,313\text{MeV}/c^2 = 1,150.10^{-29}\text{kg}$$