

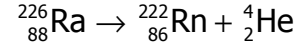


تصحيح التمارين التوليفية الفيزياء النووية

تمرين 1

1 - أنظر الدرس

2 - 1 معادلة التفتت لنويدة الراديوم 226 :



2 - 2 طاقة التفاعل لتفتت نويدة الرادون 226

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

$$= (m({}_{86}^{222}\text{Rn}) + m(\alpha) - m({}_{88}^{226}\text{Ra})) \cdot c^2$$

$$= (221,970 + 4,00150 - 225,977) \cdot c^2$$

$$= -0,0055 \times 931,5 \text{ MeV}$$

$$= -5,12 \text{ MeV}$$

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

2 - 3 نعتبر أن نويدة الراديوم قبل التفاعل في حالة سكون وأنه خلال هذا التفاعل النووي أن هناك 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 :

$$\vec{p}(\text{Ra}) = \vec{p}(\text{Rn}) + \vec{p}(\alpha)$$

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

نسقط هذه العلاقة على المحور Oz موجه نحو الأعلى :

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

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

$$|\Delta E| = E_c(\alpha) + E_c(\text{Rn})$$

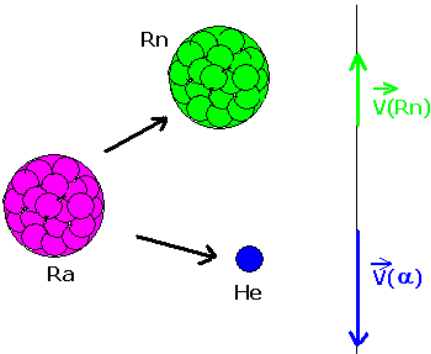
$$|\Delta E| = E_c(\alpha) + \frac{1}{2} m_{\text{Rn}} \cdot V_{\text{Rn}}^2$$

$$V_{\text{Rn}}^2 = \frac{m(\alpha)^2}{m(\text{Rn})^2} V_\alpha^2$$

$$|\Delta E| = E_c(\alpha) + \frac{1}{2} m_{\text{Rn}} \cdot \frac{m(\alpha)^2}{m(\text{Rn})^2} V_\alpha^2$$

$$|\Delta E| = E_c(\alpha) + \frac{m(\alpha)}{m(\text{Rn})} \frac{1}{2} m(\alpha) V_\alpha^2$$

$$|\Delta E| = E_c(\alpha) \left(1 + \frac{m(\alpha)}{m(\text{Rn})} \right) \Rightarrow E_c(\alpha) = \frac{|\Delta E|}{\left(1 + \frac{m(\alpha)}{m(\text{Rn})} \right)}$$



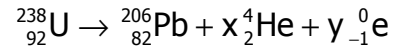
2 - 4 نحسب النسبة $\left(1 + \frac{m(\alpha)}{m(\text{Rn})}\right)$ فنجد أن 1,02 أي أن

$$E_c(\alpha) = 0,980|\Delta E| \Rightarrow |\Delta E| - E_c(\text{Rn}) = 0,980|\Delta E|$$

$$E_c(\text{Rn}) = |\Delta E|(1 - 0,980) = 0,02|\Delta E| \approx 2\%|\Delta E|$$

3 - 1 عدد الانبعاثات α وعدد الانبعاثات β^-

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



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

$$92 = 82 + 2 \times 8 - y \Rightarrow y = 6$$

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

3 - 2 تليل سبب استقرار النويده Pb بالنسبة للنويده U :

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

$$\frac{N}{Z} = \frac{124}{82} = 1,51 \text{ لدينا } 206$$

$$\frac{N}{Z} = \frac{146}{92} = 1,59 \text{ لدينا } 238$$

يتبين أن $\frac{N}{Z}({}^{206}_{82}\text{Pb}) < \frac{N}{Z}({}^{238}_{92}\text{U})$ أي ان النويده ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ أكثر استقرارا من النويده ${}^{238}_{92}\text{U}$

تمرين 2

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

β^- إلكترون : ${}^0_{-1}\text{e}$

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 $N = \frac{N_A}{M(\text{U})} \cdot m$ وتحتوي على 10mg من الرصاص

206 ، هذه الكتلة تمثل N' النوى المتكونة خلال اللحظة t أي أن $N' = \frac{N_A}{M(\text{Pb})} \cdot m'$ وبالتالي فإن عدد

النوى الموجودة في اللحظة t=0 هي :

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

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

بالسبة للأورانيوم 238 المتبقي نطبق قانون التناقص الإشعاعي :

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

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

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

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

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

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

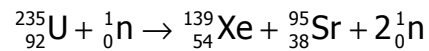
تطبق عددي :

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

تمرين 3

1 - 1 تطبيق قانون صودي فنحصل على : $x=38$ و $y=2$.

1 - 2 حساب الطاقة المتولدة عن هذا الانشطار :



$$\Delta E = (m(\text{Xe}) + m(\text{Sr}) + m_n - m(\text{U})) \cdot c^2$$

$$\Delta E = -200,6 \text{MeV} = -3,21 \cdot 10^{-11} \text{J}$$

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

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

نعلم أن نويدة واحدة تنتج ما قيمته $Q = -\Delta E = 200,5 \text{MeV} = 3,21 \cdot 10^{-11} \text{J}$ ونعلم كذلك أن 1g

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

$$\text{وبالتالي : } \Delta t = N_A \frac{m}{M(U)} \cdot \mathcal{P} |\Delta E| = 62 \text{jours} 16 \text{h}$$

2 - حساب عمر النصف لنويدة الأورانيوم 239 :

حسب قانون النشاط الإشعاعي لدينا :

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

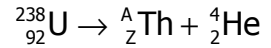
$$N(t) = \frac{N_0}{8} \text{ و } t=69\text{min} \text{ أي أن :}$$

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

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

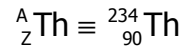
تمرين 4

1 - معادلة التفاعل النووي :



$$A = 234$$

$$Z = 90$$



2 - لنبين العلاقة المطلوبة :

الطاقة الناتجة عن تفتت نواة واحدة من الأورانيوم 238 تتحول إلى طاقة حركية تكنسبها النواة المتولدة والدقيقة α لكن يلاحظ أن النواة المتولدة تتوفر على طاقة زائدة لأنه حسب المعطيات أن هناك جزء من الدقائق α تنبعث بطاقة حركية أصغر من الطاقة الحركية القصوى للدقائق α التي يمكنها أن تجعل نويده التوريوم في حالتها الأساسية (أنظر مخطط الطاقة) وستكون الحصيلة الطاقية لهذا التفاعل النووي على الشكل التالي :

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

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

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

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

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

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

في العلاقة السابقة :

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

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

2 - تحديد قيمة Δm حسب مخطط الطاقة لدينا

$$E' = E_{C_{\text{max}}}(\alpha) - E_{C_1}(\alpha) = 0,047 \text{ MeV}$$

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

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

$$\Delta m = 4,313 \text{ MeV} / c^2 = 1,150 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

