

حل الموضوع 12

1. تركيب النوى :

النواة $^{235}_{92}U$: 92 بروتون و 143 نوترون.

النواة $^{139}_{54}Xe$: 54 بروتون و 85 نوترون.

النواة $^{94}_{38}Sr$: 38 بروتون و 56 نوترون.

www.pc-lycee.com

2. حساب طاقات الكتلة : بشكل عام : $E(^A_Z X) = m(^A_Z X) \times C^2$

$$E(^{235}_{92}U) = m(^{235}_{92}U) \times C^2$$

$$= 234,9935u \times C^2 = 234,9935 \times 931,5 MeV / C^2 (\times C^2)$$

$$= 218896 MeV = 2,18896 \cdot 10^5 MeV$$

طاقة الكتلة بالنسبة للنويات المكونة لنواة $^{235}_{92}U$:

$$E(92p + 143n) = (92m_p + 143m_n)C^2$$

$$= (92 \times 1,0073 + 143 \times 1,0087)u \times C^2$$

$$= 2,20686 \cdot 10^5 MeV$$

$$E(^{139}_{54}Xe) = m(^{139}_{54}Xe) \times C^2$$

$$= 138,8892 \times 931,5 MeV / C^2 (\times C^2) = 1,29375 \cdot 10^5 MeV$$

طاقة الكتلة بالنسبة للنويات المكونة لنواة $^{139}_{54}Xe$:

$$E(54p + 95n) = (54m_p + 95m_n)C^2$$

$$= (54 \times 1,0073 + 95 \times 1,0087)u \times C^2$$

$$= 1,39930 \cdot 10^5 MeV$$

$$E(^{94}_{38}Sr) = m(^{94}_{38}Sr) \times C^2$$

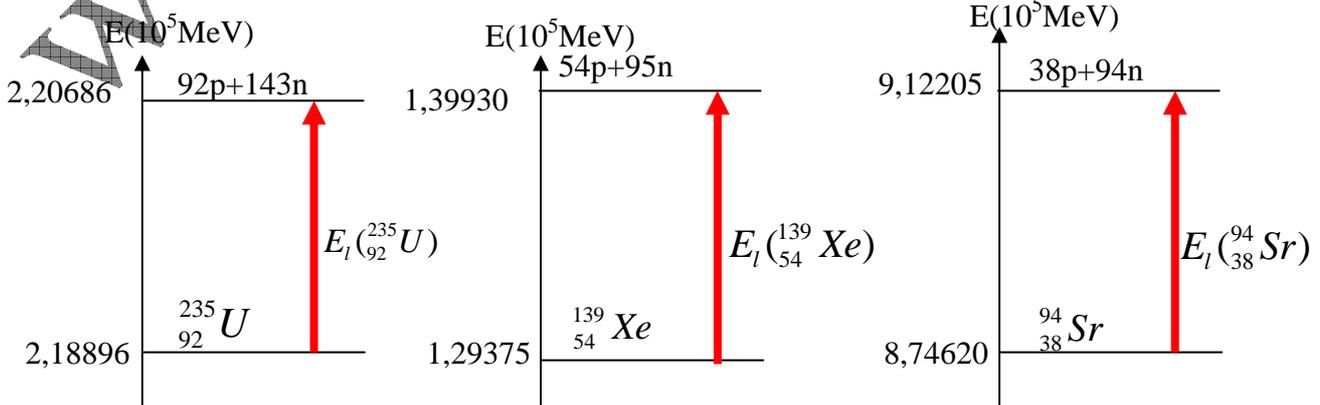
$$= 93,8945 \times 931,5 MeV / C^2 (\times C^2) = 8,74620 \cdot 10^5 MeV$$

طاقة الكتلة بالنسبة للنويات المكونة لنواة $^{94}_{38}Sr$:

$$E(38p + 94n) = (38m_p + 94m_n)C^2$$

$$= (38 \times 1,0073 + 94 \times 1,0087)u \times C^2 = 9,12205 \cdot 10^5 MeV$$

3.



مثال : $E_l(^{94}_{38}Sr)$ هي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة $^{94}_{38}Sr$ إلى نوياتها متفرقة أي إلى 94 نوترون و 38 بروتون.

4. نواة $^{235}_{92}U$:

طاقة الربط : بشكل عام : $E_l(^A_Z X) = (Zm_p + (A-Z)m_n - m(^A_Z X)) \times C^2$

$$\begin{aligned} E_l(^{235}_{92}U) &= (92m_p + 143m_n - m(^{235}_{92}U)) \times C^2 \\ &= (92 \times 1,0073 + 143 \times 1,0087 - 234,9935)u \times C^2 \\ &= (92 \times 1,0073 + 143 \times 1,0087 - 234,9935)931,5 \text{ MeV} / C^2 (\times C^2) \\ &= 1790,5 \text{ MeV} \end{aligned}$$

$$\frac{E_l(^{235}_{92}U)}{235} = \frac{1790,5}{235} = 7,62 \text{ MeV}$$

طاقة الربط لنوية

نواة $^{139}_{54}Xe$:
طاقة الربط :

$$\begin{aligned} E_l(^{139}_{54}Xe) &= (54m_p + 85m_n - m(^{139}_{54}Xe)) \times C^2 \\ &= (54 \times 1,0073 + 85 \times 1,0087 - 138,8892)931,5 \text{ MeV} / C^2 (\times C^2) \\ &= 1159,25 \text{ MeV} \end{aligned}$$

$$\frac{E_l(^{139}_{54}Xe)}{139} = \frac{1159,25}{139} = 8,34 \text{ MeV}$$

طاقة الربط لنوية :

نواة $^{94}_{38}Sr$:
طاقة الربط :

$$E_l(^{94}_{38}Sr) = (38m_p + 56m_n - m(^{94}_{38}Sr)) \times C^2 = 810,45 \text{ MeV}$$

$$\frac{E_l(^{94}_{38}Sr)}{94} = \frac{810,45}{94} = 8,62 \text{ MeV}$$

طاقة الربط لنوية :

5. تكتب معادلة التفاعل على شكل : $^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{139}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + x^1_0n$:
نكتب معادلة انحفاظ عدد الكتلة : $235 + 1 = 139 + 94 + x \times 1 \Rightarrow \boxed{x=3}$ نستنتج أن عدد النوترونات الناتجة هو 3 .
وتصبح معادلة الانشطار كالتالي : $^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{139}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 3^1_0n$

6. قيم الطاقات وقيم الكتل التي يجب وضعها على المخطط :

• المجموعة {نواة الأورانيوم 235 و نوترون} :

$$E\{U + n\} = 2,18896 \cdot 10^5 + 1,0087 \times 931,5 = 2,19835 \cdot 10^5 \text{ MeV} \quad \text{طاقة الكتلة :}$$

$$m\{U + n\} = (234,9935 + 1,0087)u = 236,0022u \quad \text{الكتلة :}$$

• المجموعة { النويات المكونة للمجموعة { الأورانيوم 235 و نوترون } متفرقة } :

هذه المجموعة تتكون من 92 بروتون و 144 نوترون :

$$E\{92p + 144n\} = (92 \times 1,0073 + 144 \times 1,0087) \times 931,5 = 2,21626 \cdot 10^5 \text{ MeV} \quad \text{طاقة الكتلة :}$$

$$m\{92p + 144n\} = (92 \times 1,0073 + 144 \times 1,0087)u = 237,924u \quad \text{الكتلة :}$$

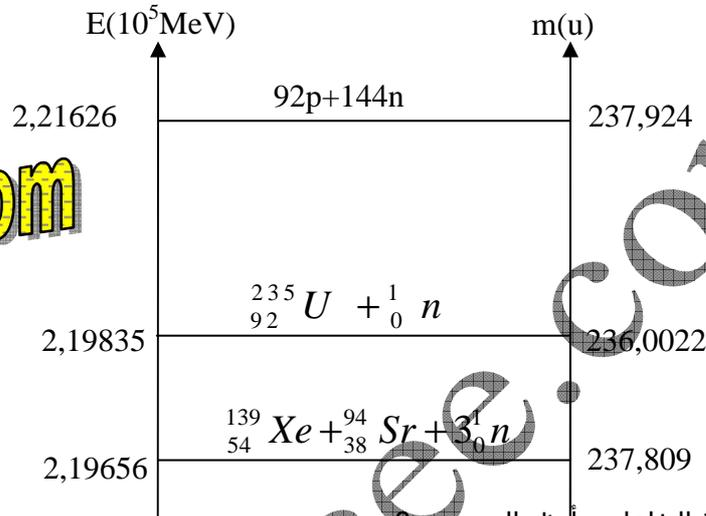
• المجموعة { نواتج تفاعل الانشطار } :

هذه المجموعة تتكون من نواة $^{139}_{54}Xe$ و نواة $^{94}_{38}Sr$ و ثلاث نوترونات :

$$E\{Xe + Sr + 3n\} = (138,8892 + 93,8945 + 3 \times 1,0087) \times 931,5 = 2,19656 \cdot 10^5 \text{ MeV} \quad \text{طاقة الكتلة}$$

$$m\{Xe + Sr + 3n\} = (138,8892 + 93,8945 + 3 \times 1,0087) u = 235,809 u \quad \text{الكتلة}$$

مخطط الطاقة والكتلة للمجموعات المذكورة :



7. حساب طاقة التفاعل : أنظر الموضوع 8 :

• انطلاقا من مخطط الطاقات في السؤال 6 :

$$\Delta E = \left(\sum m(\text{produits}) - \sum m(\text{réactifs}) \right) C^2 \Rightarrow \Delta E = [m(Xe + Sr + 3n) - m(U + n)] C^2$$

$$\Rightarrow \Delta E = E(Xe + Sr + 3n) - E(U + n)$$

$$\Delta E = 2,19656 - 2,19835 = -179 \text{ MeV} \quad \text{من المبيان}$$

• انطلاقا من طاقات الربط المحددة السؤال 4 .

$$\Delta E = \sum E_i(\text{réactifs}) - \sum E_i(\text{produits}) \Rightarrow \Delta E = E_i(U) - [E_i(Xe) + E_i(Sr)]$$

$$\Delta E = 1790,5 - [1159,25 + 810,45] \Rightarrow \Delta E = -179,2 \text{ MeV}$$

مقارنة طاقة الانشطار بالطاقة الناتجة عن احتراق البترول :

8. حساب الطاقة الناتجة عن انشطار طن واحد من الأورانيوم :

عدد النوى الموجودة في 1 طن من الأورانيوم :

$$n(^{235}_{92}U) = \frac{m(^{235}_{92}U)}{m_n(^{235}_{92}U)} = \frac{1 \cdot 10^3}{234,9935 \times 1,6605 \cdot 10^{-27}} = 2,56 \cdot 10^{27} \text{ noyaux}$$

الطاقة الناتجة عن انشطار طن واحد من الأورانيوم :

$$\Delta E = -179 \times 2,56 \cdot 10^{27} = -4,58 \cdot 10^{29} \text{ MeV}$$

9. نحول الطاقة الناتجة إلى وحدة (tep) :

التحويل إلى وحدة الجول :

$$\Delta E = -4,58 \cdot 10^{29} \text{ MeV} = -4,58 \cdot 10^{29} \times 10^6 \text{ eV} = -4,58 \cdot 10^{29} \times 10^6 \times 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J} = -7,34 \cdot 10^{16} \text{ J}$$

$$\Delta E = \frac{-7,34 \cdot 10^{16}}{4,2 \cdot 10^{10}} = 1,75 \cdot 10^6 \text{ tep} \quad \text{التحويل إلى وحدة tep : tep}$$

نلاحظ أن 1 طن من الأورانيوم يمكن أن ينتج نفس الطاقة التي ينتجها 1,75 مليون طن من البترول.