

الفيزياء النووية

سلسلة التمارين 2 : النوى ، الطاقة والكتلة

الثانية بكالوريا علوم فيزيائية وعلوم رياضية

في جميع التمارين نأخذ :

$$m_n = 1,00866u, m_p = 1,00728u$$

$$m(\alpha) = 4,00150u, m(e) = 0,00055u$$

$$1u = 1,6605 \cdot 10^{-27}kg, 1eV = 1,602 \cdot 10^{-19}J$$

$$c = 2,9979 \cdot 10^8m/s, 1u = 931,5MeV/c^2$$

تمرين 1

1 - عرف النقص الكتلي للنواة ${}^Z_A X$.

2 - عرف طاقة الربط لنواة E_l .

3 - أكتب العلاقة التي تمكن من حساب

طاقة الربط لنواة ${}^Z_A X$.

تمرين 2 . منحنى أسطون

1 - ماذا يمثل منحنى أسطون ؟

2 - عين على هذا المنحنى مجال النوى

المستقرة .

3 - أين توجد النوى على المنحنى القابلة

للانشطار والنوى القابلة للاندماج ؟ علل

جوابك .

تمرين 2

من بين نظائر الكربون هناك : $({}^{12}_6C)$ و

$({}^{14}_6C)$

1 - أحسب بالنسبة لنواة $({}^{14}_6C)$

أ - النقص الكتلي Δm .

ب - طاقة الربط E_l .

ج - طاقة الربط بالنسبة لنوية \mathcal{E} ب $MeV/nucleon$ ثم بالجول .

2 - طاقة الربط بالنسبة لنوية للنواة $({}^{12}_6C)$ هي $\mathcal{E}' = 7,68MeV/nucleon$.

استنتج النواة الأكثر استقرارا من بين $({}^{12}_6C)$ و $({}^{14}_6C)$.

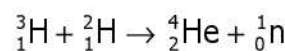
معطيات :

$$m({}^{12}_6C) = 11,99674u, m({}^{14}_6C) = 13,9999u$$

تمرين 3

يتنبأ علماء الذرة حاليا أن وقود المفاعلات النووية المستقبلية في تفاعلات الاندماج وهو خليط مكون من

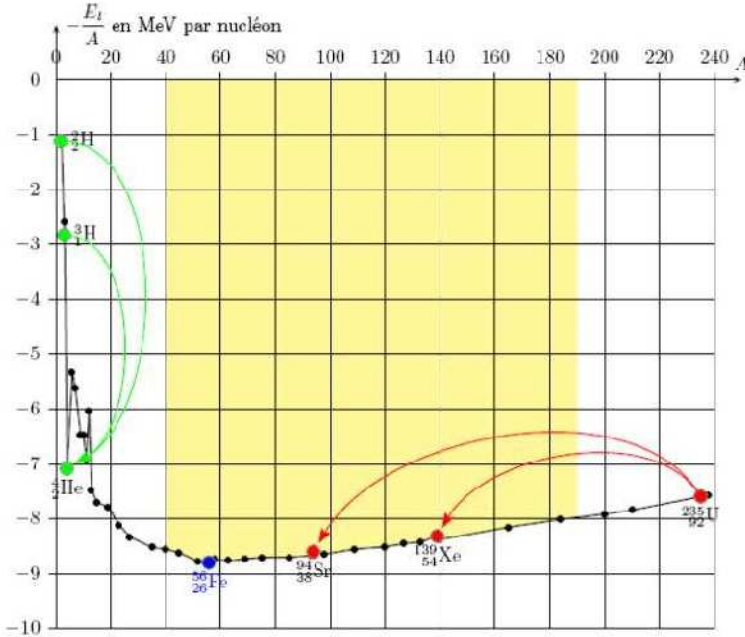
الدوتوريوم (d) نواته $({}^2_1H)$ والتريسيوم (t) نواته $({}^3_1H)$. المعادلة النووية للاندماج هي كالتالي :



1 - أحسب تغير الكتلة Δm الناتج عن التفاعل النووي .

2 - أحسب الطاقة الناتجة عن التفاعل النووي .

3 - أحسب الطاقة الناتجة بالجول خلال تكوّن $1mol$ من الهيليوم 4_2He



4 _ مثل الحصيلة الطاقية باستعمال مخطط الطاقة.

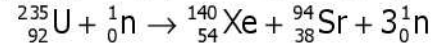
نعطي :

$$m({}_1^2\text{H}) = 2,01355\text{u}, m({}_1^3\text{H}) = 3,01550\text{u}$$

$$m({}_0^1\text{n}) = 1,00866\text{u}, m({}_2^4\text{He}) = 4,00150$$

تمرين 4

نعتبر عن تفاعل انشطار نواة الأورانيوم 235 ، عند قذفها بـ نوترون ، بالمعادلة التالية :



1 _ أحسب تغير الكتلة Δm الناتج عن التفاعل النووي .

2 _ استنتج الطاقة الناتجة عن التفاعل . هل هذا التفاعل ناشر للحرارة أم ماص للحرارة ؟ علل الجواب .

3 _ مثل الحصيلة الطاقية باستعمال مخطط الطاقة .

نعطي :

$$m({}_{92}^{235}\text{U}) = 234,99332\text{u}, m({}_{38}^{94}\text{Sr}) = 93,89446\text{u}$$

$$m({}_0^1\text{n}) = 1,00866\text{u}, m({}_{54}^{139}\text{Xe}) = 138,89194\text{u}$$

تمرين 5

باستغلال النتائج المحصلة في التمرين 4 والتمرين 5 ، بين أن الطاقة الناتجة خلال الاندماج جد مهمة

بالنسبة للطاقة الناتجة خلال الانشطار .

تمرين 6

نواة الكوبالت (${}_{27}^{60}\text{Co}$) إشعاعية النشاط β^- .

1 _ أكتب معادلة التفاعل النووي لتفتت نواة الكوبالت . فسر ميكانيزم النشاط الإشعاعي β^- .

2 _ أحسب طاقة الربط للنواة (${}_{27}^{60}\text{Co}$) .

3 _ أحسب الطاقة الناتجة عن تفتت 1g من الكوبالت 60 .

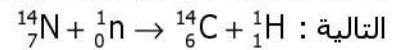
نعطي :

$$m({}_{28}^{60}\text{Ni}) = 59,91544\text{u}, m({}_{27}^{60}\text{Co}) = 59,91901\text{u}$$

$$N_A = 56,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$$

تمرين 7

يتكون الكربون 14 في الطبقات العليا للغلاف الجوي بعد اصطدام نوترون بنواة الأزوت حسب المعادلة



1 _ أحسب طاقة هذا التفاعل .

2 _ الكربون 14 إشعاعي النشاط β^-

2 _ 1 أكتب معادلة تفتت الكربون 14 .

2 _ 2 أحسب الطاقة الناتجة خلال هذا التفاعل .

3 _ مثل الحصيلة الطاقية باستعمال مخطط الطاقة . هل هذا التفاعل ناشر للحرارة أم ماص للحرارة ؟

علل الجواب .

$$\text{نعطي : } m({}_6^{12}\text{C}) = 11,99674\text{u}, m({}_6^{14}\text{C}) = 13,9999$$

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

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

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

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

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

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

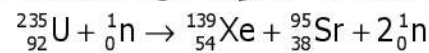
تطبيق عددي :

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

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 :

تصحيح السلسلة 2 النوى والطاقة والكتلة . السنة الثانية بكالوريا علوم فيزيائية

تمرين 1

1 _ النقص الكتلي هو الفرق بين كتلة النويات عندما تكون منفصلة وكتلة النواة . نعبر عنه بالعلاقة

$$\Delta m = (Zm_p + (A - Z)m_n) - m\left({}_Z^A X\right) : \text{التالية بالنسبة لنواة } {}_Z^A X$$

2 _ طاقة الربط E_ℓ : هي الطاقة اللازم إعطاؤها للنواة لفصل نوياتها .

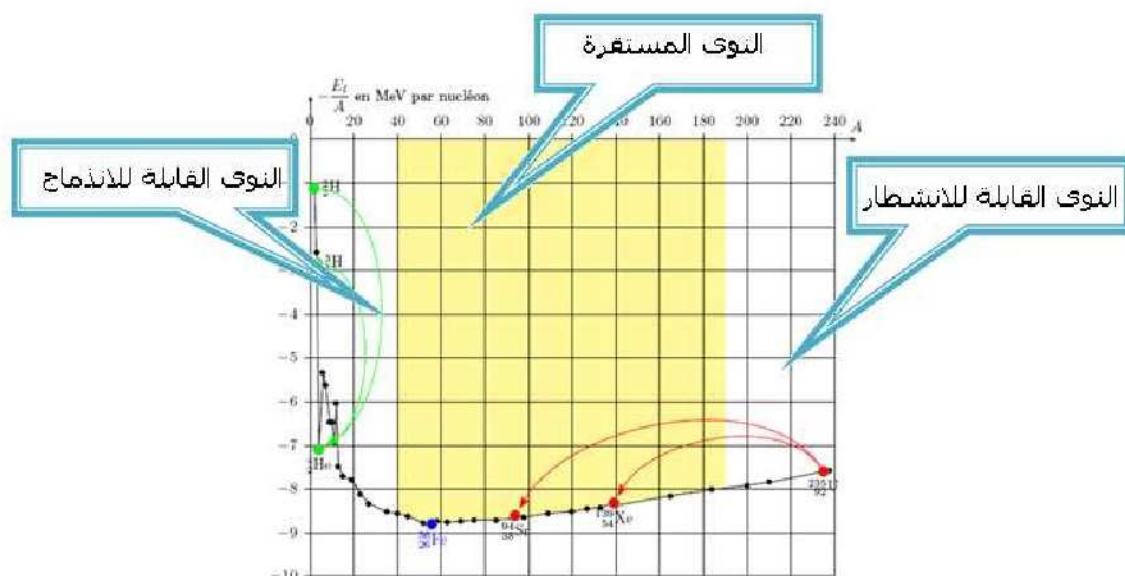
$$3 _ \text{العلاقة التي تمكن من حساب طاقة الربط : } E_\ell = \Delta m.c^2$$

تمرين 2

يمثل منحنى أسطون تغيرات مقابل طاقة الربط بالنسبة لنوية بدلالة عدد الكتلة A :

$$\left(-\frac{E_\ell}{A}\right) = f(A)$$

أنظر المنحنى :



تمرين 3

1 _ أ حساب النقص الكتلي :

$$\begin{aligned} \Delta m &= (6m_p + 8m_n) - m\left({}_{6}^{14}C\right) \\ &= 6,04368 + 8,06928 - 13,9999 = 0,11306u \end{aligned}$$

ب _ طاقة الربط للنواة :

$$E_\ell = \Delta m.c^2 = 0,11306u$$

$$1u = 931,5\text{MeV} / c^2$$

$$E_\ell = 0,11306u = 0,11306 \times 931,5\text{MeV} = 105,32\text{MeV}$$

ج _ طاقة الربط بالنسبة لنوية :

$$\mathcal{E} = \frac{E_\ell}{A} = \frac{105,32\text{MeV}}{14} = 7,52\text{MeV} / \text{nucleon}$$

$$\mathcal{E}' > \mathcal{E}$$

2

بالتالي فإن الكربون 12 الأكثر استقرار من الكربون 14 .

تمرين 4

1 - حساب تغير الكتلة Δm الناتج عن التفاعل النووي :

$$\Delta m = m({}^4_2\text{He}) + m(n) - m({}^3_1\text{H}) - m({}^2_1\text{H})$$

$$\Delta m = 4,00150 + 1,00866 - 3,01550 - 2,01355$$

$$\Delta m = -0,01889u$$

$$\Delta m = -17,596\text{MeV} / c^2$$

2 - حساب الطاقة الناتجة عن التفاعل النووي :

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = -17,5960\text{MeV}$$

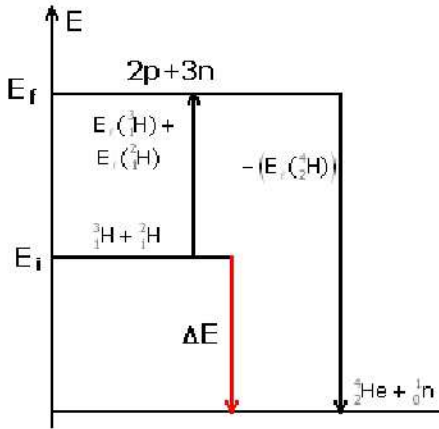
الطاقة الناتجة عن التفاعل هي $Q = 17,5960\text{MeV}$ خلال تكون نواة واحدة من الهيليوم .

$$Q = 17,5960 \times 1,602 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 28,189 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

3 - عند تكون 1mol والذي يحتوي على N_A نواة من الهيليوم تكون الطاقة الناتجة هي :

$$Q' = N_A \cdot Q = 169,965 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

4 - الحصلة الطاقة باستعمال مخطط الطاقة :



تمرين 5

1 - حساب تغير الكتلة Δm :

$$\Delta m = m({}^{140}_{54}\text{Xe}) + m({}^{94}_{38}\text{Sr}) + 2m(n) - m({}^{235}_{92}\text{U})$$

$$\Delta m = 138,89194 + 93,89446 + 2 \times 1,00866 - 234,99332$$

$$\Delta m = -0,1896u$$

$$\Delta m = -176,612\text{MeV} / c^2$$

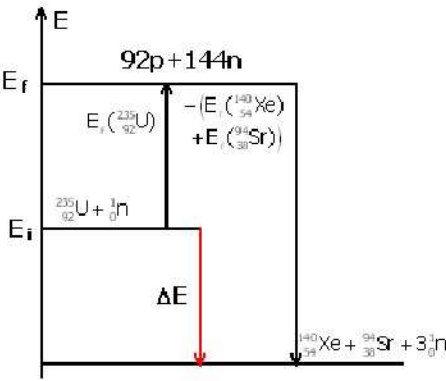
2 - نستنتج الطاقة الناتجة عن التفاعل :

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = -176,612\text{MeV}$$

الطاقة الناتجة عن التفاعل هي $Q = -\Delta E = 176,612\text{MeV}$ بما أن

$$\Delta E < 0$$

3 - مخطط الطاقة أنظر المخطط جانبه .



تمرين 6

حسب التمرينين :

خلال الاندماج يتبين أن 5 نويات تنتج أو تحرر طاقة تكافئ 17,596MeV أي أن نوية واحدة تحرر

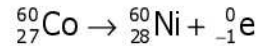
$$3,5192\text{MeV}$$

خلال الانشطار أن 236 نوية تحرر طاقة تكافئ 176,612MeV أي أن نوية واحد تحرر ما قيمته 0,748MeV

مما يبين أن الطاقة المحررة خلال الاندماج أكبر بكثير من الطاقة المحررة خلال الانشطار

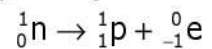
تمرين 7

1 - معادلة التفاعل النووي لتفتت نواة الكوبالت .



تفسير ميكانيزم النشاط الإشعاعي β^-

النشاط الإشعاعي β^- هو استحالة نووية حيث تتحول داخل النواة نوترون إلى بروتون :



2 - حساب طاقة الربط لنواة الكوبالت :

$$\Delta m = (27m_p + 33m_n) - m({}^{60}_{27}\text{Co}) = 0,56333u$$

طاقة الربط هي