

التحولات النووية – النوى، الكتلة و الطاقة

تمارين مرفقة بالحلول

فيزياء تارودانت



معطيات عامة للتمارين المقترحة

$$m_n = 1,00866u \quad ; \quad m_p = 1,00728u \quad ; \quad m_e = 5,5 \cdot 10^{-4} u \quad ; \quad 1u = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{kg} \quad ;$$

$$1u \cdot c^2 = 931,5 \text{MeV} \quad ; \quad 1\text{eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{J} \quad ; \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{m.s}^{-1}$$

1

نعطي:

$$m(^{16}_8\text{O}) = 15,995u$$

$$m(^4_2\text{He}) = 4,0026u$$

احسب طاقة الربط بالنسبة للنواتين $^{16}_8\text{O}$ و ^4_2He .

أي النواتين أكثر استقرارا من الأخرى.

2

يعتمد مفاعل نووي لإنتاج الطاقة على انشطار الأورانيوم 235 ، فعندما يصطدم نوترون بنواة الأورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ نجد من بين الانشطارات الممكنة انشطار ينتج عنه نواة السيريوم $^{146}_{58}\text{Ce}$ و نواة السيلينيوم $^{85}_x\text{Se}$ و عدد y من النوترونات.

المعطيات:

$$m_{^{235}\text{U}} = 234,9935u \quad ; \quad m_{^{146}\text{Ce}} = 145,8782u \quad ; \quad m_{^{85}\text{Se}} = 84,9033u$$

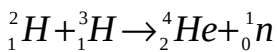
اكتب معادلة هذا التحول النووي و حدد العددين x و y .

احسب التغير الكتلي Δm المصاحب لهذا التحول.

احسب بالجول و MeV الطاقة المحررة أثناء هذا التحول النووي.

3

نعتبر التحول النووي التالي:



احسب الطاقة المحررة بالوحدة eV لتكوّن نواة هيليوم.

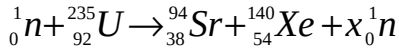
المعطيات:

النواة	^2_1H	^3_1H	^4_2He
طاقة الربط بالنسبة لنوية (MeV/nuclé on)	1,10	2,83	7,07



4

نعتبر معادلة انشطار الأورانيوم 235 التالية:



حدد العدد الصحيح x.

عبر عن الطاقة المحررة بواسطة انشطار نواة أورانيوم بدلالة طاقات الربط بالنسبة لنوية.

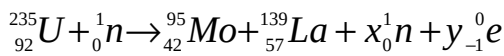
احسب هذه الطاقة:

المعطيات:

النواة	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{38}^{94}\text{Sr}$	${}_{54}^{140}\text{Xe}$
طاقة الربط بالنسبة لنوية (MeV)	7,6	8,6	8,3

5

نعتبر معادلة الانشطار النووي التالية:



حدد العددين الصحيحين x و y.

أعط تعبير كتلة نويدة ${}_Z^AX$ بدلالة طاقة الربط E_l لهذه النويدة و A و Z و m_p و m_n و c.

أعط تعبير الطاقة E المحررة أثناء هذا الانشطار بدلالة كتل النويدات و الدقائق و c.

استنتج تعبير E بدلالة طاقات الربط و c و m_e و m_p و m_n .

احسب E بالوحدتين: eV و J.

المعطيات:

طاقة الربط بالنسبة لنوية (MeV/nucleon)		
${}_{57}^{139}\text{La}$	${}_{42}^{95}\text{Mo}$	${}_{92}^{235}\text{U}$
7,75	8,6	7,6

6

حدد تركيب نواة الأورانيوم 235: ${}_{92}^{235}\text{U}$

احسب النقص الكتلي لهذه النواة بالوحدتين u و kg.

احسب بالوحدتين J و eV طاقة الربط ثم احسب طاقة الربط بالنسبة لنوية لهذه النواة.

قارن استقرار نواة الأورانيوم 235 و نواة الراديوم 226 علماً أن طاقة الربط لهذه الأخيرة تساوي 1731,16 MeV.

نعطي:

$$m({}^{235}\text{U}) = 234,99332\text{u}$$



لدينا:

$$E_l(^{16}O) = \Delta m.c^2 = [Zm_p + (A-Z)m_n - m(^{16}O)].c^2$$

ت ع:

$$E_l(^{16}O) = [8.1,00728 + 8.1,00866 - 15,995]u.c^2$$

$$= [8.1,00728 + 8.1,00866 - 15,995]u.c^2 = 0,13252u.c^2 = 123,44MeV$$

$$E_l(^4He) = \Delta m.c^2 = [Zm_p + (A-Z)m_n - m(^4He)].c^2$$

ت ع:

$$E_l(^4He) = [2.1,00728 + 2.1,00866 - 4,0026]u.c^2$$

$$= [2.1,00728 + 2.1,00866 - 4,0026]u.c^2 = 0,2928u.c^2 = 27,27MeV$$

لنحسب أولاً طاقة الربط بالنسبة لنوية:

$$\xi(^{16}O) = \frac{E_l(^{16}O)}{A}$$

ت ع:

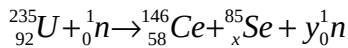
$$\xi(^{16}O) = \frac{123,44}{16} \approx 7,72MeV / nucléon$$

$$\xi(^4He) = \frac{E_l(^4He)}{A}$$

ت ع:

$$\xi(^4He) = \frac{27,27}{4} \approx 6,82MeV / nucléon$$

بما أن: $\xi(^{16}O) < \xi(^4He)$ إذن نواة ^{16}O أكثر استقراراً من نواة 4He .



- انحفاظ عدد النويات الإجمالي:

$$235 + 1 = 146 + 85 + y$$

$$y = 5$$

- انحفاظ الشحنة الكهربائية:

$$92 = 58 + x$$

$$x = 34$$

و هكذا تصبح المعادلة كالتالي:



$$\Delta m = m_{^{146}\text{Ce}} + m_{^{85}\text{Se}} + 5m_n - m_{^{235}\text{U}} - m_n = m_{^{146}\text{Ce}} + m_{^{85}\text{Se}} + 4m_n - m_{^{235}\text{U}}$$

ت ع:

$$\Delta m = 145,8782 + 84,9033 + 4.1.00866 - 234,9935 = -0,17736u$$

$$\Delta m = -0,17736u$$

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

ت ع:

$$E = -0,17736u.c^2 = -0,17736.931,5 = -165,21\text{MeV} = -165,21.10^6.1,6022.10^{-19} \text{ J} \approx -2,65.10^{-11} \text{ J}$$

3

$$E = E_l(^2\text{H}) + E_l(^3\text{H}) - E_l(^4\text{He})$$

ت ع:

$$E = 2.1,1 + 3.2,83 - 4.7,07 = -17,59\text{MeV}$$

4

انحفاظ العدد الإجمالي للنويات:

$$1+235=94+140+x$$

$$x=2$$

$$E = 235.\xi(^{235}\text{U}) - 140.\xi(^{140}\text{Xe}) - 94.\xi(^{94}\text{Sr})$$

ت ع:

$$E = 235.7,6 - 140.8,3 - 94.8,6 = -184,4\text{MeV}$$

5

- انحفاظ العدد الإجمالي للنويات:

$$235+1=95+139+x$$

$$x=236-234=2$$

- انحفاظ الشحنة الكهربائية:

$$92=42+57-y$$

$$y=99-92=7$$

$$m(^A_Z X) = Z.m_p + (A-Z)m_n - \frac{E_l}{c^2}$$

$$E = \Delta m.c^2 = (m(^{95}_{42}\text{Mo}) + m(^{139}_{57}\text{La}) + 2m_n + 7m_e - m(^{235}_{92}\text{U}) - m_n).c^2$$

$$= (m(^{95}_{42}\text{Mo}) + m(^{139}_{57}\text{La}) + m_n + 7m_e - m(^{235}_{92}\text{U})).c^2$$



$$E = \left(42m_p + 53m_n - \frac{E_l(^{95}\text{Mo})}{c^2} + 57m_p + 82m_n - \frac{E_l(^{139}\text{La})}{c^2} + m_n + 7m_e - 92m_p - 143m_n + \frac{E_l(^{235}\text{U})}{c^2} \right) \cdot c^2$$

$$E = \left(\frac{E_l(^{235}\text{U})}{c^2} - \frac{E_l(^{95}\text{Mo})}{c^2} - \frac{E_l(^{139}\text{La})}{c^2} + 7m_p + 7m_e - 7m_n \right) \cdot c^2$$

$$E = E_l(^{235}\text{U}) - E_l(^{95}\text{Mo}) - E_l(^{139}\text{La}) + 7(m_p + m_e - m_n) \cdot c^2$$

$$E = 235.7,6 - 95.8,6 - 139.7,75 - 7(1,00866 - 1.00728 - 5.5 \cdot 10^{-4})931,5 = -113,66 \text{ MeV} = -1,82 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

6

تتكون نواة الأورانيوم 235 من 92 بروتونا و 143 نوترونا (N=A-Z=235-92=143).

$$\Delta m = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m(^{235}\text{U}))$$

ت ع:

$$\Delta m = (92 \cdot 1,00728 + 143 \cdot 1,00866 - 234,99332) = 1,91482u$$

$$\Delta m = 1,91482 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} = 3,18 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$E_L = \Delta m \cdot c^2 = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m(^{235}\text{U})) \cdot c^2$$

ت ع:

$$E_L = 3,18 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} = 2,862 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$E_L = \frac{2,862 \cdot 10^{-10}}{1,6022 \cdot 10^{-19}} = 1,786 \cdot 10^9 \text{ eV} = 1786 \text{ MeV}$$

$$\xi = \frac{E_L}{A} = \frac{2,862 \cdot 10^{-10}}{235} = 1,22 \cdot 10^{-12} \text{ J / nucléon} = 7,6 \text{ MeV / nucléon}$$

لدينا:

$$\xi(^{235}\text{U}) = 7,6 \text{ MeV / nucléon}$$

$$\xi(^{226}\text{Ra}) = \frac{E_L(^{226}\text{Ra})}{A} = \frac{1731,16}{226} 7,66 \text{ MeV / nucléon}$$

بما أن طاقة الربط بالنسبة لنوية نواة الأورانيوم 235 أصغر من طاقة الربط بالنسبة لنوية نواة الراديوم 226 إذن نواة الأورانيوم 235 أقل استقرارا من نواة الراديوم 226.

PCtaroudant
2010

