

التمرين:

لقد حققت الفيزياء النووية تقدما مذهلا في المجال الطاقوي والتي تسعى لتلبية الاحتياج العالمي للطاقة وفق آليتين أساسيتين وهما:
الاندماج النووي والانشطار النووي.

I- الاندماج النووي: هو تفاعل نووي يتم فيه التحام نواتين خفيفتين وغير مستقرتين، لكن إنجازهما يطرح عدة صعوبات تقنية من بينها: ضرورة تسخين الخليط إلى درجة حرارة عالية تفوق 100 مليون درجة لضمان انطلاق التفاعل، من بين تفاعلات الاندماج اندماج النظيرين الدوتيريوم ^2_1H و التريتيوم ^3_1H والذي يعطي نواة الهيليوم ^4_2He و نيوترون ^1_0n .

1- لماذا يتم تسخين الخليط إلى درجة حرارة عالية تفوق 100 مليون درجة؟

2- أكتب معادلة الاندماج النووي بين النظيرين الدوتيريوم ^2_1H و التريتيوم ^3_1H .

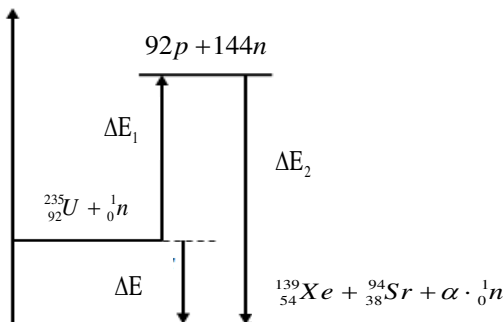
3- احسب بـ (Mev) ثم بـ (J) الطاقة التي يحررها هذا التفاعل.

4- استنتج بالجول (J) الطاقة الناتجة عن استهلاك $m = 1Kg$ من الدوتيريوم ^2_1H .

5- يوجد الدوتيريوم ^2_1H بوفرة في مياه المحيطات، حيث يقدر الاحتياط العالمي منه بـ $4,6 \times 10^{16} Kg$ وهو غير مشع الاستهلاك السنوي العالمي من الطاقة الكهربائية يقدر بـ $E = 4 \times 10^{20} J$ ، باعتبار مردود تحول الطاقة الحرارية إلى الطاقة الكهربائية هو 33%.

- احسب بالسنوات المدة الزمنية اللازمة لاستهلاك المخزون العالمي من الدوتيريوم.

$E (MeV)$



II- الانشطار النووي: تفاعل نووي يتم فيه قذف نواة ثقيلة وغير مستقرة بـ نيوترون، من بين تفاعلات الانشطار انشطار نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ إلى $^{139}_{54}Xe$ و $^{94}_{38}Sr$ و 3 نيوترون ^1_0n . يمثل الشكل مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل انشطار النواة $^{235}_{92}U$.

1- لماذا تستخدم النيوترونات في عملية القذف؟

2- أكتب معادلة انشطار اليورانيوم.

3- أوجد بـ MeV كلا من ΔE_1 و ΔE_2 و ΔE .

4- أحسب بالجول (J) الطاقة الناتجة عن استهلاك $m = 1Kg$ من اليورانيوم $^{235}_{92}U$.

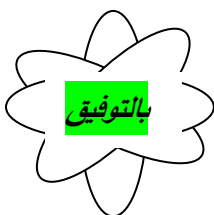
5- يقدر الاحتياط العالمي من اليورانيوم بـ $3,3 \times 10^9 Kg$ ، باعتبار مردود تحول الطاقة الحرارية إلى الطاقة الكهربائية هو 33%، عيّن (أوجد) بالسنوات المدة الزمنية اللازمة لاستهلاك المخزون العالمي من اليورانيوم.

III- 1- قارن بين الطاقة الناتجة من انشطار $m = 1kg$ من اليورانيوم $^{235}_{92}U$ واندماج $m = 1Kg$ من الدوتيريوم ^2_1H .

2- لا تخلو التفاعلات النووية من الأخطار، أذكر أحد هذه الأخطار وقدم اقتراحا بديلا لإنتاج الطاقة الغير ملوثة للبيئة.

المعطيات: - بعض الأنوية: ^1_1H ; ^2_2He ; ^3_3Li ; ^4_4Be ; ^5_5B ; ^1_0n ; $m(^1_0n) = 1,00866u$; $m(^4_2He) = 4,00150u$; $m(^3_1H) = 3,01550u$; $m(^2_1H) = 2,01355u$; $N_A = 6,023 \times 10^{23} mol^{-1}$; $1u = 931,5 MeV / C^2$; $1 MeV = 1,6022 \times 10^{-13} J$.

$$\frac{E_l}{A} (^{235}_{92}U) = 7,62 MeV / nucléon \quad \frac{E_l}{A} (^{139}_{54}Xe) = 8,34 MeV / nucléon \quad \frac{E_l}{A} (^{94}_{38}Sr) = 8,62 MeV / nucléon$$



تصحيح الفرض الثاني

1- يتم تسخين الخليط الى درجة حرارة عالية للتغلب على التنافر الكهربائي الذي ينشأ بين الأنوية بسبب تماثل الشحنات. (1).....

2 - معادلة الاندماج النووي: ${}^2_1H + {}^3_1H = {}^4_2He + {}^1_0n$ (1).....

3 - حساب الطاقة التي يحررها هذا التفاعل:

$$E_{lib} = [m({}^2_1H) + m({}^3_1H) - m({}^4_2He) - m({}^1_0n)] \times C^2 \quad \text{ومنه: } E_{lib} = [m_i - m_f] \times C^2 \quad (1).....$$

$$E_{lib} = [2,01355 + 3,01550 - 4,00150 - 1,00866] \times 931,5 = 17,6 \text{ Mev} \quad \text{ت ع :}$$

$$E_{lib} = 17,6 \times 1,6 \times 10^{-13} = 2,82 \times 10^{-12} \text{ J} \quad (1).....$$

4 - استنتاج الطاقة الناتجة عن استهلاك $m = 1 \text{ kg}$ من الدوتيريوم ${}^2_1H$:

$$E_{lib \text{ Total}} = N \times E_{lib} \quad (0,5).....$$

حيث : N هي عدد الأنوية الموجودة في الكتلة $m = 1 \text{ kg}$ من الدوتيريوم .

$$E_{lib \text{ Total}} = \frac{m}{M} \times N_A \times E_{lib} \quad (0,5).....$$

$$E_{lib \text{ Total}} = \frac{10^3}{2} \times 6,023 \times 10^{23} \times 2,82 \times 10^{-12} = 8,49 \times 10^{14} \text{ J} \quad \text{ت ع :} \quad (1).....$$

5 - حساب بالسنوات المدة الزمنية اللازمة لاستهلاك المخزون العالمي من الدوتيريوم ${}^2_1H$:

- نحسب الطاقة الحرارية المنتجة عند استهلاك كامل المخزون العالمي من الدوتيريوم ${}^2_1H$:

$$E_T = E_{lib \text{ Total}} \times 4,6 \times 10^{16} = 8,49 \times 10^{14} \times 4,6 \times 10^{16} = 3,9 \times 10^{31} \text{ J} \quad (1).....$$

- نحسب الطاقة الحرارية المحولة إلى طاقة كهربائية خلال سنة:

$$r(\%) = \frac{E_{elec}}{E_{Total}} \times 100 \Rightarrow E_{Total} = \frac{E_{elec}}{r(\%)} \times 100 \quad (0,5).....$$

$$E_{Total} = \frac{4 \times 10^{20}}{33} \times 100 = 1,21 \times 10^{21} \text{ J} \quad (0,5).....$$

$$\Delta t = 3,2 \times 10^{10} \text{ ans} \quad \text{ومنه} \quad \begin{cases} 1 \text{ ans} \rightarrow 1,21 \times 10^{21} \text{ J} \\ \Delta t (\text{ans}) \rightarrow 3,9 \times 10^{31} \text{ J} \end{cases} \quad \text{طريقة (1) - نستنتج عدد السنوات:} \quad (1).....$$

طريقة (2) حساب الكتلة المستهلكة خلال سنة:

$$\left\langle \begin{matrix} 1 \text{ kg} \rightarrow 8,49 \times 10^{14} \text{ J} \\ m \rightarrow 1,21 \times 10^{21} \text{ J} \end{matrix} \right\rangle \Rightarrow m = \frac{1,21 \times 10^{21}}{8,49 \times 10^{14}} = 1,42 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$\left\langle \begin{matrix} 1 \text{ ans} \rightarrow 1,42 \times 10^6 \text{ kg} \\ \Delta t \rightarrow 4,6 \times 10^{16} \text{ kg} \end{matrix} \right\rangle \Rightarrow \Delta t = \frac{4,6 \times 10^{16}}{1,42 \times 10^6} = 3,2 \times 10^{10} \text{ ans} \quad \text{ولدينا:}$$

1-1 - تستخدم النيوترونات في عملية القذف لأنها متعادلة كهربائياً وهذا من أجل تفادي قوة التنافر الكهربائية

2 - معادلة التفاعل: ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} = {}^{139}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + a {}^1_0\text{n}$

بتطبيق قانون الانحفاظ لاصودي نجد:

$$235 + 1 = 139 + 94 + a \quad \text{ومنه} \quad a = 3 \quad (1).....$$

$$\text{أي: } {}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} = {}^{139}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + 3 {}^1_0\text{n}$$

3- حساب ΔE_1 ، ΔE_1 ، ΔE_1 :

$$\Delta E_1 = E_1(^{235}_{92}\text{U}) = 7,62\text{MeV} \times 235 = 1790,70\text{MeV} \quad (1).....$$

$$(1)..... \Delta E_2 = -E_1(^{139}_{54}\text{Xe}) - E_1(^{94}_{38}\text{Sr}) = -1969,54\text{MeV}$$

$$(1)..... \Delta E = \Delta E_2 + \Delta E_1 = 178,84\text{MeV}$$

4- حساب بالجول (J) الطاقة الناتجة عن استهلاك $m = 1\text{Kg}$ من اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$:

$$(0,5)..... E'_{lib\ Total} = N \times |\Delta E|$$

حيث : N هي عدد الأنوية الموجودة في الكتلة $m = 1\text{Kg}$ من اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$.

$$(0,5)..... E'_{lib\ Total} = \frac{m}{M} \times N_A \times |\Delta E|$$

$$(1)..... E'_{lib\ Total} = \frac{10^3}{235} \times 6,023 \times 10^{23} \times 178,84 = 4,58 \times 10^{26} \text{MeV} = 7,33 \times 10^{13} \text{J} \quad \text{ت ع :}$$

5- حساب بالسنوات المدة الزمنية اللازمة لاستهلاك المخزون العالمي من اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$:

- نحسب الطاقة الحرارية المنتجة عند استهلاك كامل المخزون العالمي من اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$:

$$(1)..... E_T = E'_{lib\ Total} \times 3,3 \times 10^9 = 7,33 \times 10^{13} \times 3,3 \times 10^9 = 2,41 \times 10^{23} \text{J}$$

- نحسب الطاقة الحرارية المحولة الى طاقة كهربائية خلال سنة:

$$r(\%) = \frac{E_{elec}}{E_{Total}} \times 100 \Rightarrow E_{Total} = \frac{E_{elec}}{r(\%)} \times 100$$

$$(1)..... E_{Total} = \frac{4 \times 10^{20}}{33} \times 100 = 1,21 \times 10^{21} \text{J}$$

$$(1)..... t' = 199,55 \text{ans} \quad \text{ومنه} \quad \begin{cases} 1 \text{ans} \rightarrow 1,21 \times 10^{21} \text{J} \\ t'(\text{ans}) \rightarrow 2,41 \times 10^{23} \text{J} \end{cases} \quad \text{- نستنتج عدد السنوات:}$$

III-1- مقارنة بين الطاقة الناتجة من انشطار $m = 1\text{Kg}$ من اليورانيوم $^{235}_{92}\text{U}$ واندماج $m = 1\text{kg}$ من الديوتيريوم ^2_1H :

$$(1)..... \frac{E_{lib\ Total}}{E'_{lib\ Total}} = \frac{8,49 \times 10^{14} \text{J}}{7,33 \times 10^{13} \text{J}} = 11,58 \quad \text{إذن طاقة الاندماج اكبر ب 11,58 مرة من طاقة الانشطار.}$$

- مخاطر التفاعل النووي:

➤ خطر الاشعاعات الناتجة من التفاعل * الاستخدام العسكري.....

➤ الاقتراح البديل: استخدام الطاقة النظيفة والمتجددة مثل * الطاقة الشمسية..... (1).....