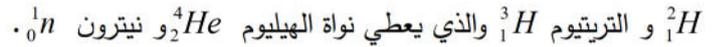


**التمرين:**

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 إنجازها 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



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.

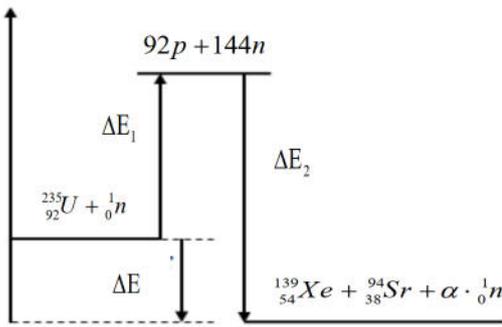
4- استنتج بالجول (J) الطاقة الناتجة عن استهلاك  $m = 1Kg$  من الدوتيريوم  ${}^2_1H$ .

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

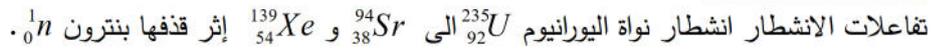
السني العالمي من الطاقة الكهربائية يقدر بـ  $E = 4 \times 10^{20} J$ ، باعتبار مردود تحول الطاقة الحرارية إلى الطاقة الكهربائية هو 33%.

- 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



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  $\Delta E_1$  و  $\Delta E_2$  و  $\Delta E$ .

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:  ${}^1_0n$  ،  ${}^4_2He$  ،  ${}^2_1H$  ،  ${}^3_1H$  ،  ${}^3_2He$  ،  ${}^4_3Li$  ،  ${}^9_4Be$  ،  ${}^{10}_5B$  ،  $m({}^4_2He) = 4,00150u$  ،  $m({}^1_0n) = 1,00866u$  ،  $m({}^2_1H) = 2,01355u$  ،  $m({}^3_1H) = 3,01550u$

$1MeV = 1,6022 \times 10^{-13} J$  ،  $1u = 931,5MeV / C^2$  ،  $N_A = 6,023 \times 10^{23} mol^{-1}$  ،  $m({}^2_1H) = 2,01355u$  ،  $m({}^3_1H) = 3,01550u$

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



## 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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- نحسب الطاقة الحرارية المحولة إلى طاقة كهربائية خلال سنة:

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

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

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

طريقة (2) حساب الكتلة المستهلكة خلال سنة:

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

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

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

2 - معادلة التفاعل:  ${}^{235}_{92}U + {}^1_0n = {}^{139}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + a {}^1_0n$

بتطبيق قانون الانحفاظ لاصودي نجد:

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

$$\text{أي: } {}^{235}_{92}U + {}^1_0n = {}^{139}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 3 {}^1_0n$$

حساب  $\Delta E_1$ ،  $\Delta E_2$ ،  $\Delta E$  : 3-

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

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

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

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 الدوتيريوم  ${}^2_1\text{H}$  :

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

- مخاطر التفاعل النووي:

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

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