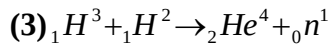
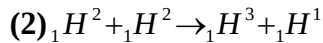
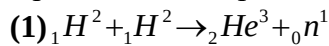


Пресметнете енергията в [J] освободена при всяка от дадените реакции на синтез:



Трите реакции протичат едновременно с една и съща скорост, а ${}_1H^3$ (тритий) се образува при втората реакция и след това взаимодейства бързо с ядрата на деутерия (${}_1H^2$).

Пресметнете пълната енергия, която би се отделила теоретично от $m_D = 1$ [kg] Деутерий като резултат от дадените три реакции.

Сравнете резултата с енергията от деленето на $m_U = 1$ [kg] Уран 235.

Дадено :

$${}_0n^1 = 1,0086649158849 \text{ [u]}$$

$${}_1H^1 = 1,007825032071 \text{ [u]}; {}_1H^2 = 2,0141017784 \text{ [u]}; {}_1H^3 = 3,01604927725 \text{ [u]}$$

$${}_2He^3 = 3,01602931912 \text{ [u]}; {}_2He^4 = 4,002603254156 \text{ [u]}$$

$${}_{92}U^{235} = 235,04392992 \text{ [u]}$$

$$1 \text{ [u]} = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ [kg]}; 1 \text{ [g/mol]} = 1 \text{ [u]} = 1 \text{ [aem]}$$

Енергия на делене на Уран 235 :

$$E_{\text{делене}}^{235U} = 200 \text{ [MeV]} = 200 \cdot 10^6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 3,204 \cdot 10^{-11} \left[\frac{J}{\text{разделено ядро}} \right]$$

Решение :

Ще определим дефекта на масата, за всяка една от ядрените реакции.

(4) $\Delta m_1 = 2 \cdot m[{}_1H^2] - m[{}_2He^3] - m[{}_0n^1];$

(5) $\Delta m_2 = 2 \cdot m[{}_1H^2] - m[{}_1H^3] - m[{}_1H^1];$

(6) $\Delta m_3 = m[{}_1H^3] + m[{}_1H^2] - m[{}_2He^4] - m[{}_0n^1]$

След заместване с конкретните стойности получаваме :

(7) $\Delta m_1 = 0,00350932067510046 \text{ [u]}$

(8) $\Delta m_2 = 0,00432924588400008 \text{ [u]}$

(9) $\Delta m_3 = 0,0188828855240999 \text{ [u]}$

Но $1 \text{ [u]} = 1,66054021010 \cdot 10^{-27} \text{ [kg]} :$

(10) $\Delta m_1 = 5,82898 \cdot 10^{-30} \text{ [kg]}$

(11) $\Delta m_2 = 7,190877 \cdot 10^{-30} \text{ [kg]}$

(12) $\Delta m_3 = 3,136447 \cdot 10^{-29} \text{ [kg]}$

За да определим отделената енергия, използваме :

(13) $E = m \cdot c^2 [J]$, където $c = 2,9979245810^8 [m/s]$ е скоростта на светлината във вакуум

Заместваме (10) ÷ (12) в (13) :

$$(14) \varepsilon_1 = \Delta m_1 \cdot c^2 [J]$$

$$(15) \varepsilon_2 = \Delta m_2 \cdot c^2 [J]$$

$$(16) \varepsilon_3 = \Delta m_3 \cdot c^2 [J]$$

След заместване с конкретните стойности получаваме :

$$(17) \varepsilon_1 = 5,237377 \cdot 10^{-13} [J]$$

$$(18) \varepsilon_2 = 6,461049 \cdot 10^{-13} [J]$$

$$(19) \varepsilon_3 = 2,818117 \cdot 10^{-12} [J]$$

За да определим броя на деутериевите ядра в 1 кг, използваме числото на Авогадро и моларната маса на Деутерия :

$$N_A = 6,0221408418 \cdot 10^{23} \left[\frac{\text{частици}}{\text{mol}} \right]$$

$${}_1H^2 = 2,0141017784 \left[\frac{g}{\text{mol}} \right]$$

Броят на деутериевите ядра в 1 грам ще бъде :

$$(20) N_D' = \frac{N_A}{{}_1H^2} \left[\frac{\text{брой атоми } D}{g} \right], \text{ а в } 1 \text{ kg} :$$

$$(21) N_D'' = 1000 \cdot \frac{N_A}{{}_1H^2} \left[\frac{\text{брой атоми } D}{kg} \right]$$

Броят на деутериевите ядра в $m_D [kg]$:

$$(22) N_D = 1000 \cdot \frac{N_A}{{}_1H^2} \cdot m_D \left[\frac{\text{брой атоми } D}{kg} \right]$$

След заместване с конкретните стойности получаваме :

$$(23) N_D = 2,989988 \cdot 10^{26} \left[\frac{\text{брой атоми } D}{kg} \right]$$

Тъй като трите реакции протичат с еднаква вероятност, то цикъл 2 ядра ще се изчерпат по първата реакция, две – по втората и едно по третата, тоест от общотот количество Деутерий $2/5$ ще реагира по първата реакция, $2/5$ по втората и $1/5$ по третата.

Тогава за количеството енергия, отделено за всяка от трите реакции, можем да запишем :

$$(24) E_1 = \frac{2}{5} \cdot N_D \cdot \varepsilon_1 [J/kg]$$

$$(25) E_2 = \frac{2}{5} \cdot N_D \cdot \varepsilon_2 \text{ [J / kg]}$$

$$(26) E_3 = \frac{1}{5} \cdot N_D \cdot \varepsilon_3 \text{ [J / kg]}$$

Общото количество енергия, получено от 1[kg] Деутерий, ще бъде :

$$(27) E_D = E_1 + E_2 + E_3 \text{ [J / kg]}$$

След заместване с конкретните стойности получаваме :

$$E_1 = 6,263878 \cdot 10^{13} \text{ [J / kg]}$$

$$E_2 = 7,727384 \cdot 10^{13} \text{ [J / kg]}$$

$$E_3 = 1,685227 \cdot 10^{14} \text{ [J / kg]}$$

$$E_D = 3,084354 \cdot 10^{14} \text{ [J / kg]}$$

За да намерим количеството енергия, отделено при разделянето на 1[kg] ${}_{92}\text{U}^{235}$, първо намираме колко атома се съдържат в 1 кг U^{235} :

$$(28) N_{\text{U}^{235}} = \frac{N_A}{\mu_{\text{U}^{235}}} \left[\frac{\text{брой атоми } {}_{92}\text{U}^{235}}{g} \right], \text{ а в 1kg :}$$

$$(29) N_{\text{U}^{235}} = \frac{1000 \cdot N_A}{\mu_{\text{U}^{235}}} \left[\frac{\text{брой атоми } {}_{92}\text{U}^{235}}{kg} \right]$$

Полученото количество енергия от деленето на 1[kg] U^{235} ще бъде :

$$E_U = N_{\text{U}^{235}} \cdot E_{\text{делене}}^{235\text{U}} \text{ [J / kg]}$$

След заместване с конкретните стойности получаваме :

$$E_U = 8,2111 \cdot 10^{13} \text{ [J / kg]}$$

Разделяме получената от синтеза енергия, на тази от деленето на Урана :

$$\frac{E_D}{E_U} = \frac{3,084354 \cdot 10^{14}}{8,2111 \cdot 10^{13}} = 3,7563 \text{ [-]}$$

Решение в Excel

Отговор :

$$E_D = 3,084354 \cdot 10^{14} \text{ [J]}; E_U = 8,2111 \cdot 10^{13} \text{ [J]}; \frac{E_D}{E_U} = 3,7563 \text{ [-]}$$