

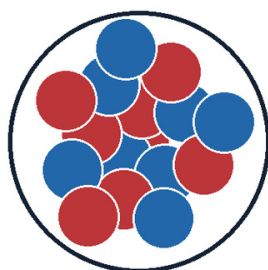
Fizyka jądrowa, zestaw numer 1

1

Co kryje zapis nuklidu?

skład jądra, atomu i jonu

Dla jonu ${}^{56}_{26}\text{Fe}^{3+}$ oraz atomu ${}^{58}_{26}\text{Fe}$ podaj liczby protonów, neutronów i elektronów. Wskaż, które wielkości decydują o pierwiastku, izotopie i ładunku jonu.



56

26

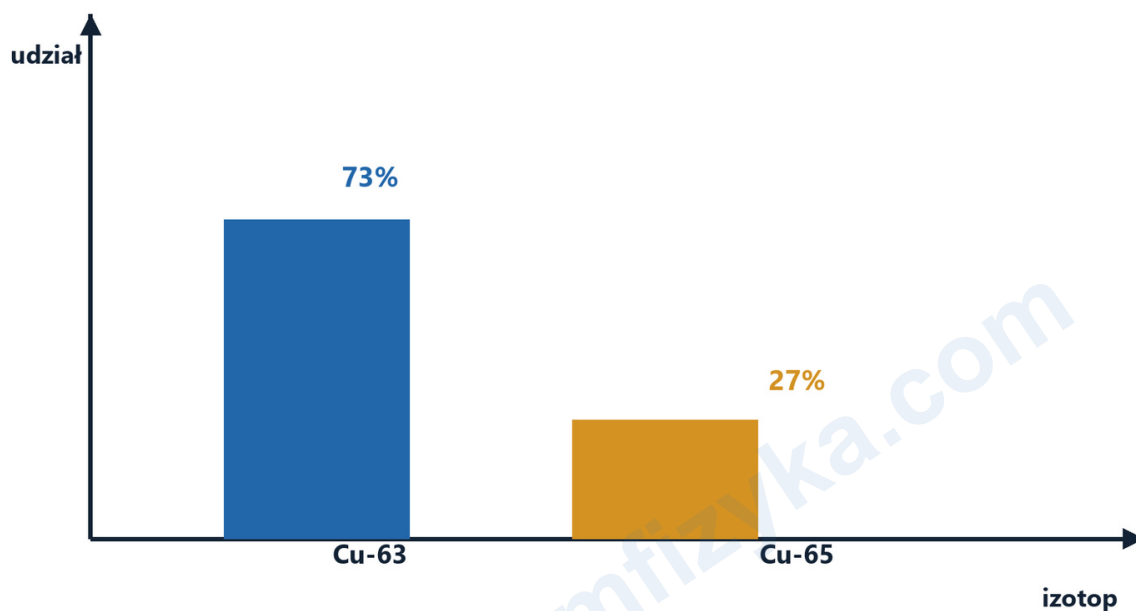
Fe, jon 3+

26 p | 30 n | 23 e

2

Skład izotopowy miedzi**średnia masa atomowa**

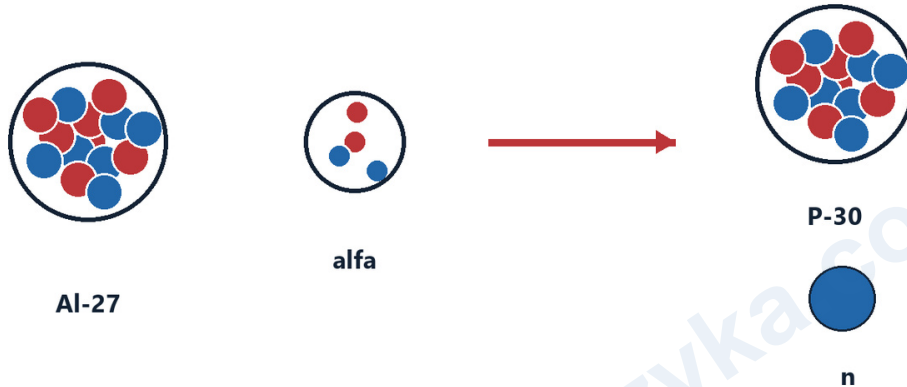
Miedź składa się z izotopów o liczbach masowych 63 i 65. Jej średnia masa atomowa wynosi 63,54 u. Oblicz procentowy udział cięższego izotopu w uproszczonym modelu, w którym masy izotopów są równe liczbom masowym.



3

Brakująca cząstka w reakcji**bilans liczby masowej i ładunku**

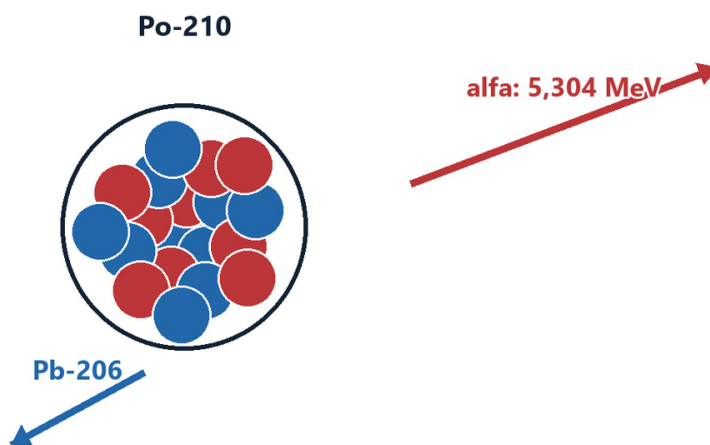
Uzupełnij reakcję ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + \text{X}$. Zidentyfikuj cząstkę X i uzasadnij wynik dwoma prawami zachowania.



4

Energia w rozpadzie alfa polonu**rozpad alfa i odrzut jądra**

Spoczywające jądro Po-210 rozpada się na Pb-206 i cząstkę α , uwalniając 5,407 MeV. Korzystając z zachowania pędu, podziel energię kinetyczną między produkty. Przyjmij masy proporcjonalne do liczb masowych.



5

Dlaczego widmo beta jest ciągłe?**rozpad beta minus**

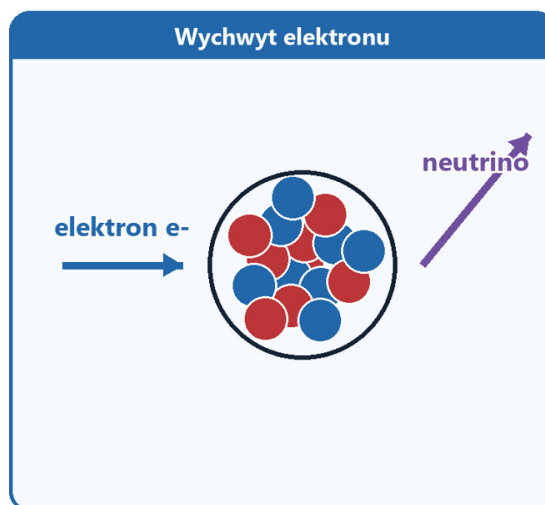
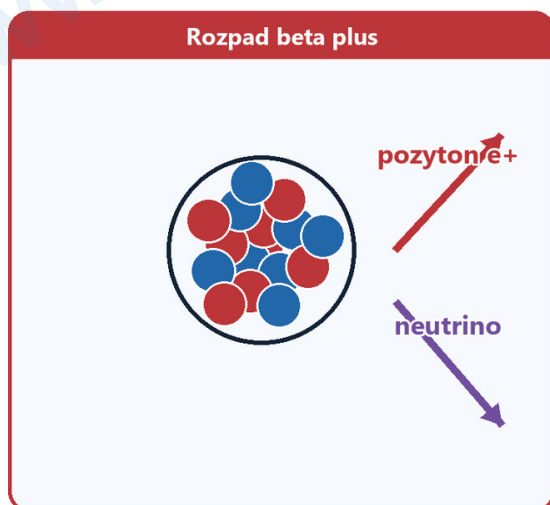
Zapisz pełne równanie rozpadu C-14 do N-14. Wyjaśnij, dlaczego elektron nie ma zawsze tej samej energii, mimo że różnica energii stanów początkowego i końcowego jest ustalona.



6

Dwie drogi przemiany sodu-22**beta plus i wychwyt elektronu**

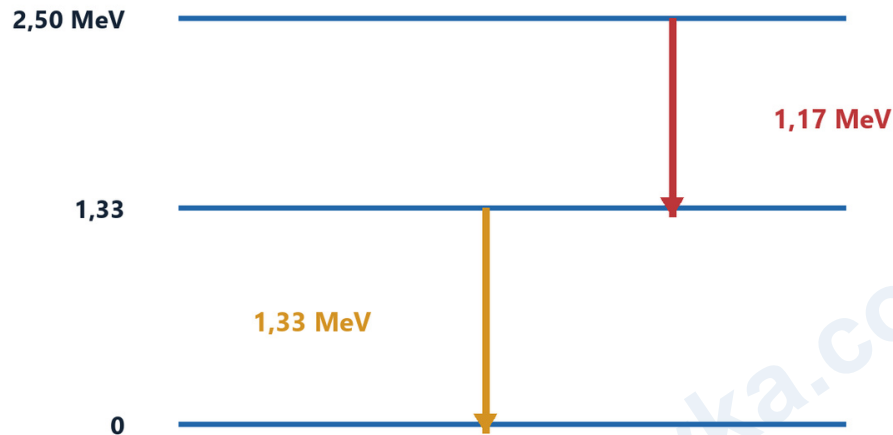
Różnica mas atomowych Na-22 i Ne-22 odpowiada energii 2,842 MeV. Oblicz maksymalną energię dostępną w rozpadzie β^+ oraz w wychwycie elektronu, pomijając odrzut. Wyjaśnij różnicę.



7

Kaskada gamma bez zmiany nuklidu**promieniowanie gamma**

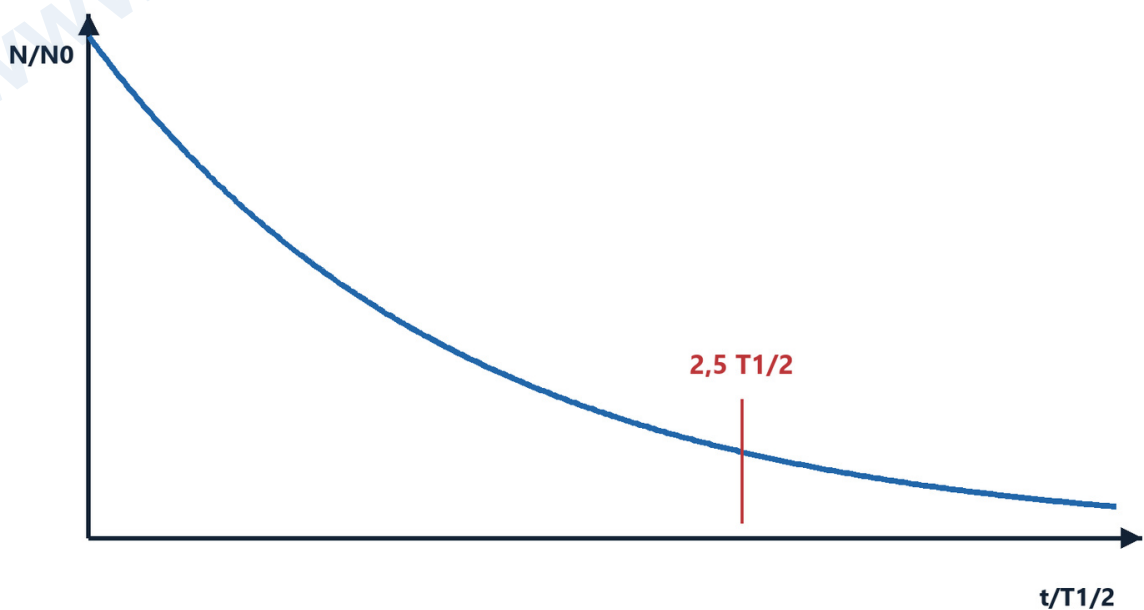
Wzbudzone jądro Co-60 emituje kolejno fotony gamma o energiach 1,17 MeV i 1,33 MeV. Jak zmieniają się A i Z jądra? Jaka energia zostaje wyemitowana łącznie i jaki ubytek masy jej odpowiada?



8

Rozpad po dwóch i pół okresach**prawo rozpadu promieniotwórczego**

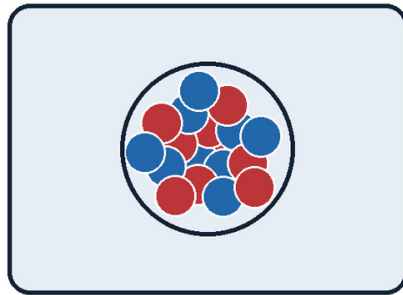
Próbka zawiera początkowo $8,00 \cdot 10^6$ jąder radionuklidu o czasie połowicznego rozpadu 6,00 h. Ile jąder pozostanie po 15,0 h? Jaka część jąder uległa rozpadowi?



9

Aktywność nanograma jodu**aktywność próbki**

Oblicz aktywność 1,00 ng czystego I-131. Czas połowicznego rozpadu wynosi 8,02 doby. Przyjmij $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.



1,00 ng I-131

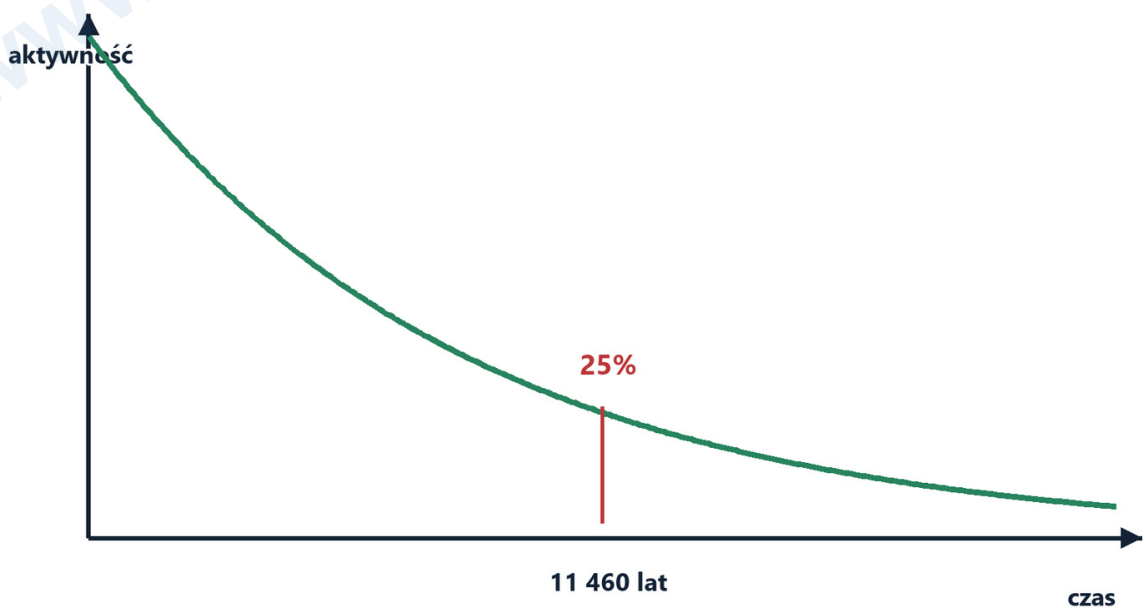
4,60

MBq

10

Wiek próbki z węgla-14**datowanie izotopowe**

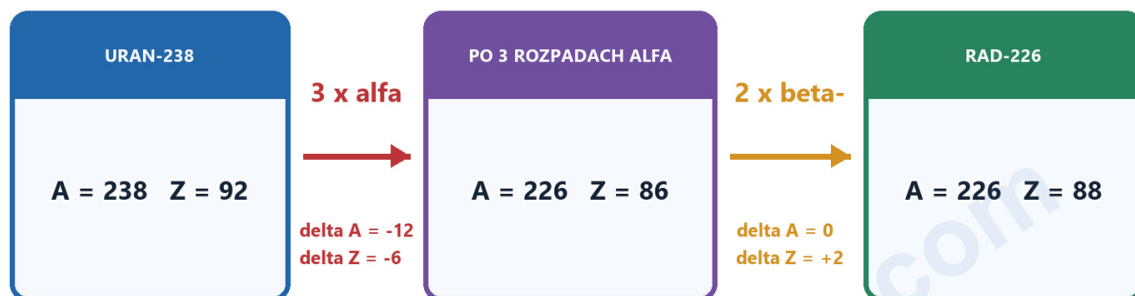
Aktywność próbki organicznej stanowi 25,0% aktywności współczesnego materiału o tej samej masie węgla. Oblicz wiek próbki. Czas połowicznego rozpadu C-14 wynosi 5730 lat.



11

Fragment szeregu uranowego**łańcuch przemian alfa i beta**

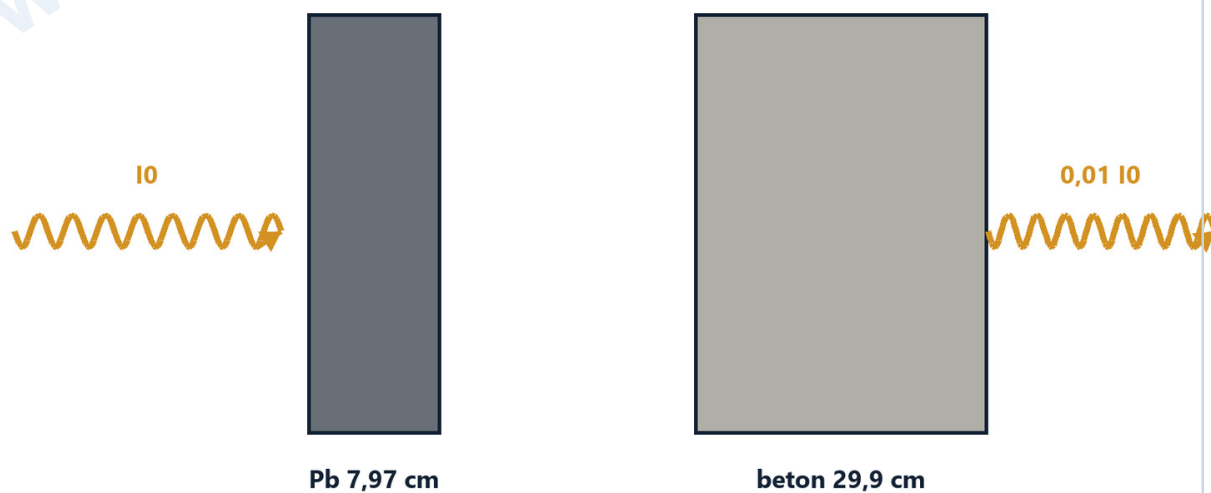
Jądro U-238 przechodzi kolejno trzy rozpady α i dwa rozpady β^- . Wyznacz A i Z końcowego jądra oraz zidentyfikuj pierwiastek.



12

Osłona redukująca natężenie sto razy**osłabienie promieniowania gamma**

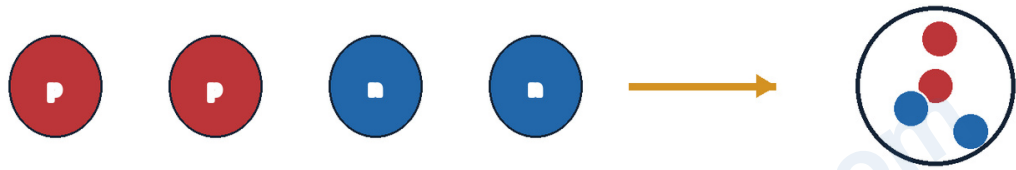
Warstwa połowiąca dla promieniowania gamma wynosi 1,20 cm w ołowiu i 4,50 cm w betonie. Oblicz grubość każdego materiału zmniejszającą natężenie do 1,00% wartości początkowej.



13

Deficyt masy jądra helu**masa jądra i swobodnych nukleonów**

Oblicz deficyt masy jądra He-4, używając mas: $m_p = 1,007276 \text{ u}$, $m_n = 1,008665 \text{ u}$ i $m_{\text{jądra}} = 4,001506 \text{ u}$. Wyznacz odpowiadającą mu energię.

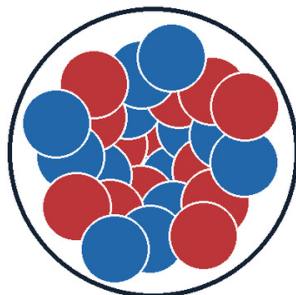


ubytek masy = $0,030376 \text{ u}$

14

Dlaczego żelazo jest silnie związane?**energia wiązania na nukleon**

Dla Fe-56 przyjmij masę atomu $55,934936 \text{ u}$, masę atomu wodoru $1,007825 \text{ u}$ i masę neutronu $1,008665 \text{ u}$. Oblicz całkowitą energię wiązania i energię wiązania na nukleon.



Fe-56

Energia wiązania

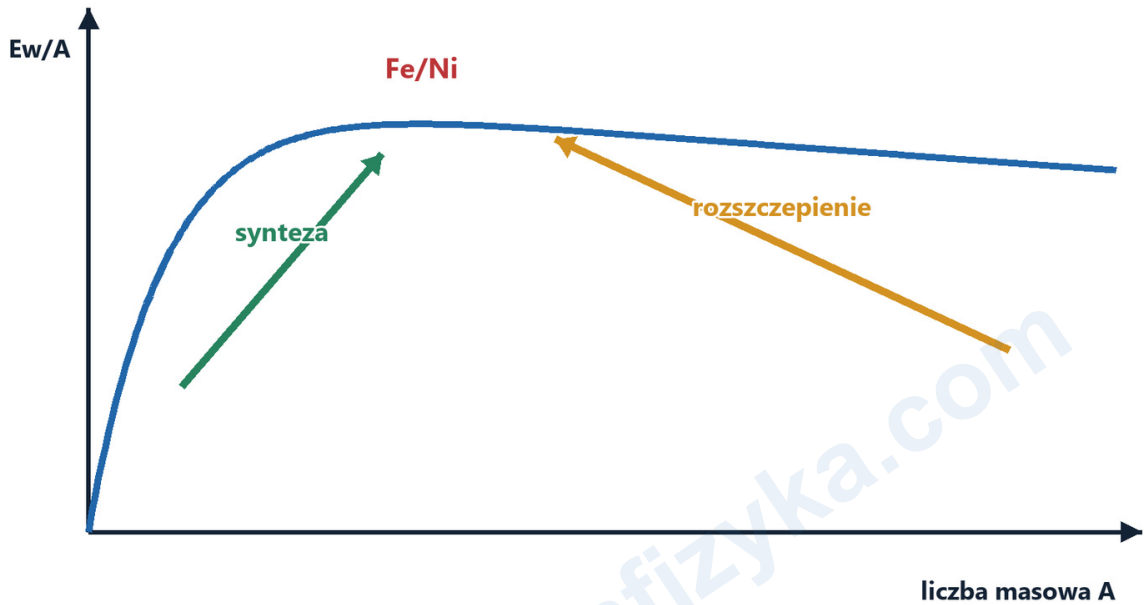
492,3 MeV

8,79 MeV/A

15

Dwa kierunki uwalniania energii**krzywa energii wiązania**

Korzystając z krzywej energii wiązania na nukleon, wyjaśnij, dlaczego zarówno synteza lekkich jąder, jak i rozszczepienie bardzo ciężkich jąder mogą wydzielać energię. Wskaż obszar jąder najbardziej stabilnych.

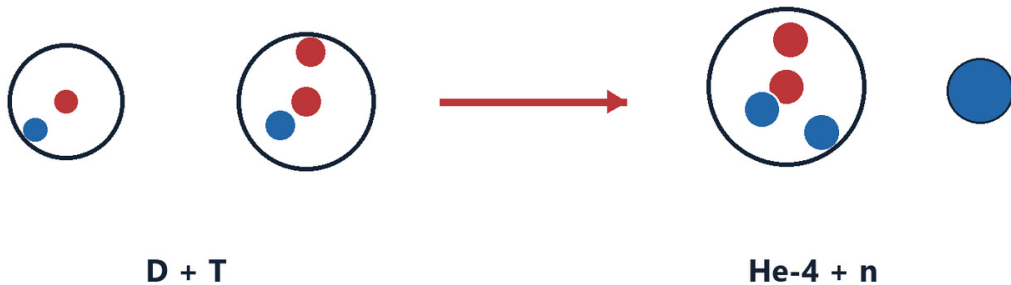


16

Energia reakcji deuter-tryt**ciepło reakcji Q**

Oblicz energię reakcji ${}^2\text{H} + {}^3\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + \text{n}$. Przyjmij masy atomowe: 2,014102 u; 3,016049 u; 4,002603 u oraz $m_n = 1,008665$ u.

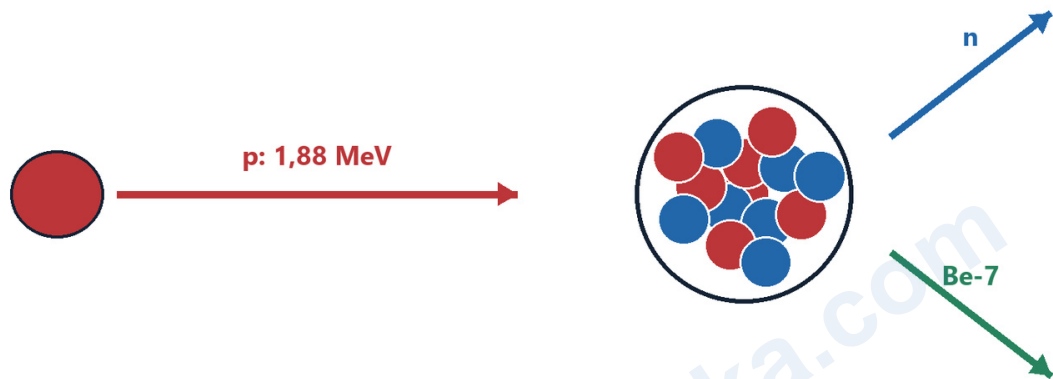
$$Q = 17,59 \text{ MeV}$$



17

Próg reakcji endoenergetycznej**energia progowa i zachowanie pędu**

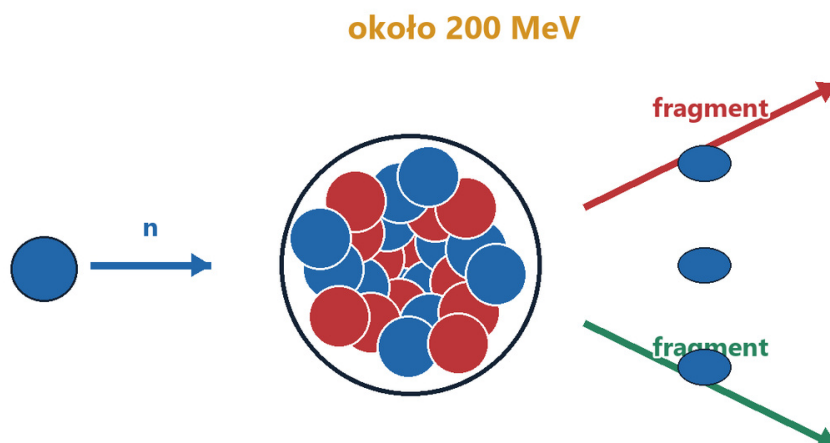
Reakcja ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$ ma $Q = -1,644 \text{ MeV}$. Oszacuj minimalną energię kinetyczną protonu padającego na spoczywające jądro Li-7, używając $E_{\text{próg}} \approx -Q(1+m_p/M_{\text{Li}})$.



18

Energia z jednego grama uranu**rozszczerpienie jądra**

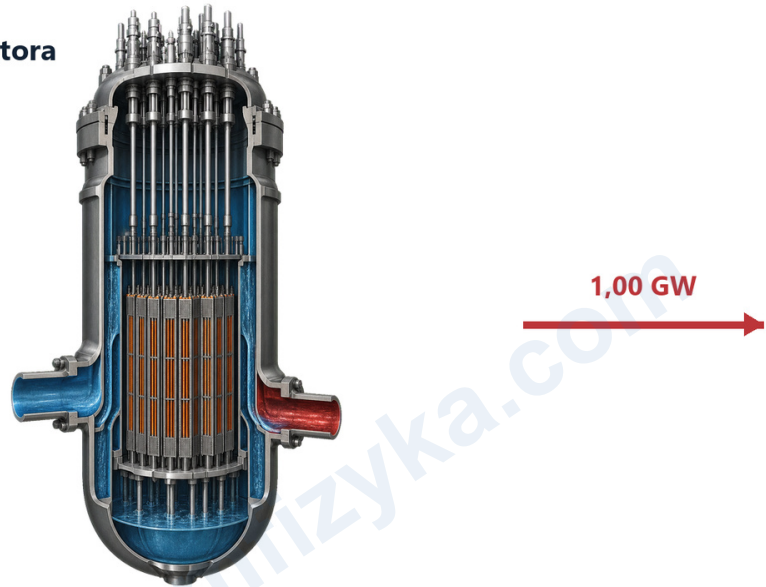
Jedno rozszczepienie U-235 uwalnia średnio 200 MeV. Oblicz energię uzyskaną z całkowitego rozszczepienia 1,00 g U-235 i wyraż ją w dżulach oraz MWh. Przyjmij $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.



19

Paliwo i krytyczność reaktora**reakcja łańcuchowa i moc reaktora**

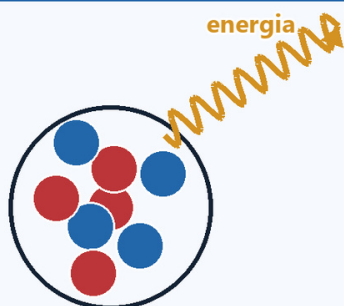
Reaktor wytwarza moc cieplną 1,00 GW przez dobę. Zakładając 200 MeV na rozszczepienie, oblicz liczbę rozszczepień i masę zużytego U-235. W osobnym uproszczonym modelu liczebność kolejnej generacji neutronów jest k razy większa od poprzedniej. Oblicz N_{50}/N_0 dla $k = 1,01$ i $k = 0,98$ oraz zinterpretuj oba przypadki.

przekrój reaktora

20

Energia syntezy i moc generatora izotopowego**jądrowe źródła energii**

Oszacuj energię możliwą do uzyskania z zamiany 0,700% masy 1,00 kg wodoru w energię podczas syntezy. Następnie oblicz moc 5,00 kg Pu-238 po 30,0 latach, jeżeli początkowa moc właściwa wynosi 0,570 W/g, a czas połowicznego rozpadu 87,7 roku.

Synteza**Generator radioizotopowy**