

Energia wiązania deuteru

Projekt ćwiczenia w Laboratorium Fizyki i Techniki Jądrowej
na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej.

dr Julian Srebrny

Opracowanie zostało wykonane w ramach zadania 33 POKL w Politechnice Warszawskiej”

„MODYFIKACJA KSZTAŁCENIA NA WYDZIALE FIZYKI P.W. W ZAKRESIE WYKORZYSTYWANIA TECHNIK I TECHNOLOGII JĄDROWYCH W GOSPODARCE NARODOWEJ”
projektu „Program Rozwojowy Politechniki Warszawskiej” współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego (Program Operacyjny Kapitał Ludzki)



Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Program Operacyjny Kapitał Ludzki

Energia wiązania deuteru

Jądro deuteru zbudowane jest z jednego protonu i jednego neutronu. Ich oddzielne masy to:

$$m(\text{proton}) = 1,007276 \text{ u}$$

$$m(\text{neutron}) = 1,008665 \text{ u}$$

$$m(\text{proton}) + m(\text{neutron}) = 1,007276 + 1,008665 = 2,015941 \text{ u}$$

gdzie u jest jednostką masy atomowej

$$1 \text{ u} = 931,4943 \text{ MeV } c^{-2} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{masa jądra deuteru jest } m(\text{deuteru}) = 2,013553 \text{ u}$$

$$\text{różnica mas wynosi } = 2,015941 - 2,013553 = 0,002388 \text{ u,}$$

tak więc energia wiązania deuteru wynosi

$$\Delta E = 0,002388 \cdot 931,49 \text{ MeV/u} = 2,224 \text{ MeV} .$$

Energii wiązania deuteru możemy zmierzyć wykorzystując źródło neutronów termicznych z moderatorem parafinowym. Każda cząsteczka parafiny zawiera w atomy wodoru, czyli protony. Neutrony łącząc się z protonem tworząc deuter, energię wiązania uwalniają w postaci kwantu promieniowania γ o energii 2,224 MeV. Energię tą można zmierzyć spektrometrem scyntylacyjnym NaI(Tl). Można też użyć inny spektrometr promieniowania γ .

Spektrometr należy przygotować do pracy, zestawiając odpowiedni układ elektroniczny zawierający: sondę scyntylacyjną, stabilizowany zasilacz wysokiego napięcia do 2kV, wzmacniacz liniowy, analizator amplitudy i oscyloskop.

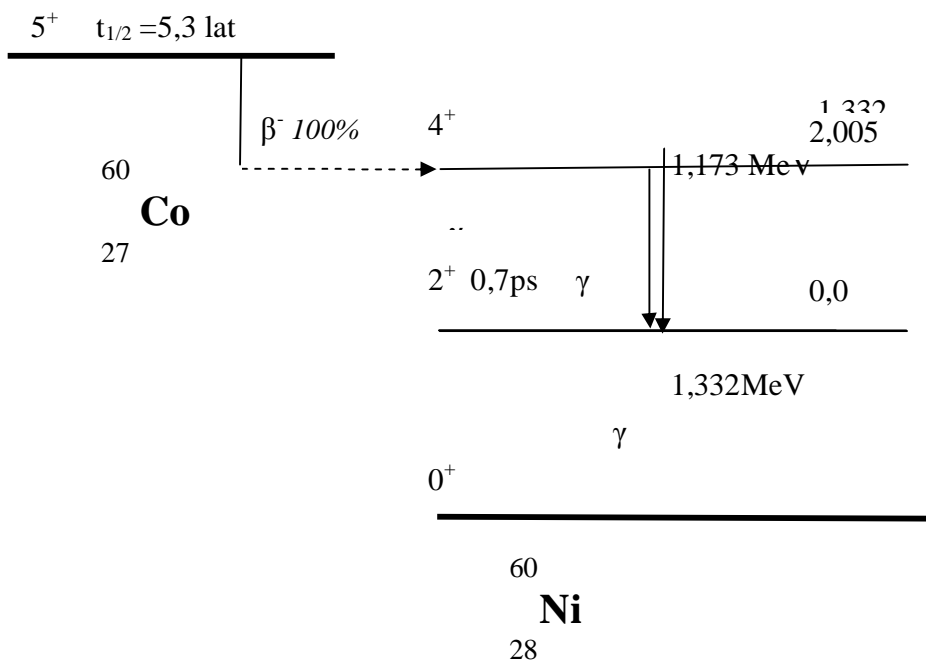
Po zestawieniu układu elektronicznego i zapoznaniu się z instrukcjami użytkownika odpowiednich przyrządów i podania odpowiedniego wysokiego napięcia należy wykonać kalibrację energetyczną spektrometru w zakresie energii do 2,5 MeV. Do tego celu można wykorzystać źródła promieniotwórcze:

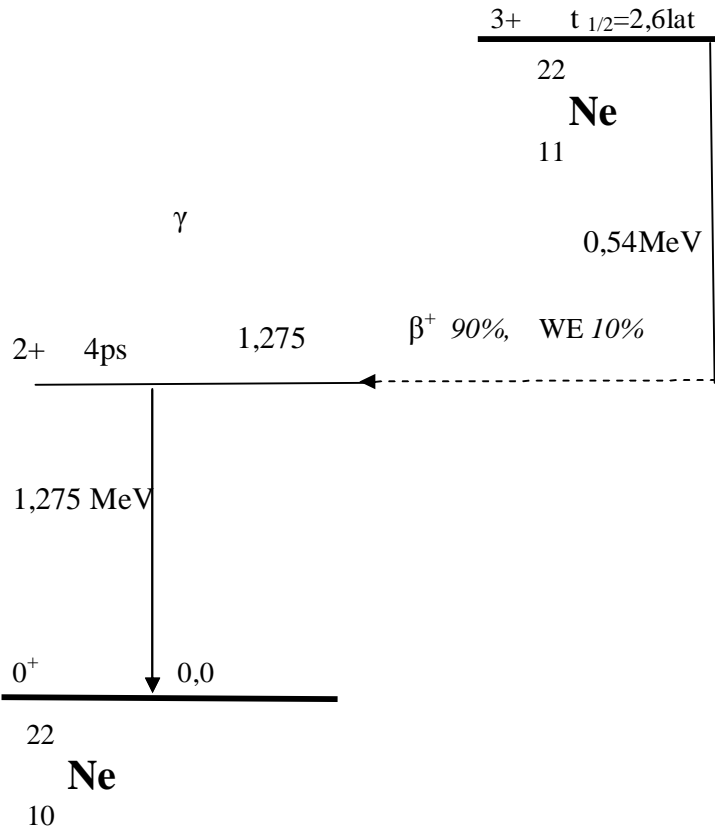
^{137}Cs (linia γ -662 keV),

^{22}Na (linie γ – 511 keV, 1274 keV, oraz linia sumy 1785 keV),

^{60}Co (linie γ – 1173 keV, 1332 keV, oraz linia sumy 2504 keV).

Warto zwrócić uwagę na schemat rozpadu ^{22}Na i ^{60}Co i sposób powstawania linii sumy.
 Warunkiem koniecznym jest fakt, że czas życia poziomów pośrednich (rzędu ps) jest znacznie krótszy od czasu działania układów elektronicznych (rzędu μs).





Zagadnienia do opanowania przez studentów przed i w trakcie wykonywania ćwiczenia:

Funkcje podstawowych układów elektronicznych:

- dzielnik napięcia fotopowielacza
- przedwzmacniacz
- wzmacniacz liniowy
- zasilacz HV i stabilność pracy spektrometru scyntylacyjnego
- analizator amplitudy
- oscyloskop, podstawa czasu, próg wyzwiania(tryger)

Źródło neutronów termicznych

- a) reakcja produkcji szybkich neutronów
- b) metody spowalniania neutronów
- c) zalety neutronów termicznych w porównaniu do szybkich neutronów

3. Oddziaływanie promieniowania γ z materia
4. Zasady działania spektrometrów scyntylacyjnych promieniowania γ
1. Schematy rozpadów jader promieniotwórczych
2. Rozpad β^+ , anihilacja pozytonów
3. Definicja energii wiązania jader atomowych, jednostka masy atomowej, deficyt masy, energetyka jadowa bazująca na reakcjach fuzji.