

# **METODY I TECHNIKI JĄDROWE W ŚRODOWISKU, PRZEMYŚLE I MEDYCYNIE**

**Jan Pluta**

Wydział Fizyki Politechniki Warszawskiej

Spis treści:

## **1. Jądro atomowe**

- 1.1. Jądro atomowe jako element struktury materii
- 1.2. Własności jąder atomowych
- 1.3. Modele jądra atomowego

## **2. Emisja promieniowania jonizującego**

### **2.1. Źródła promieniotwórcze**

- 2.1.1 Zjawisko promieniotwórczości
- 2.1.2 Przemiany promieniotwórcze
  - A. Przemiana alfa
  - B. Przemiana beta
  - C. Przemiana gamma
  - D. Rozpad jądrowy z emisją protonu
  - E. Rozpad jądrowy z emisją neutronu
  - F. Rozszczepienie spontaniczne
- 2.1.3 Schematy przemian promieniotwórczych
- 2.1.4 Prawo rozpadu promieniotwórczego
- 2.1.5 Sukcesywne rozpady promieniotwórcze
- 2.1.6 Naturalne źródła promieniotwórcze
- 2.1.7 Sztuczna promieniotwórczość
- 2.1.8 Wytwarzanie strumieni neutronów

### **2.2. Wiązki cząstek jonizujących**

- Cząstki naładowane w polu elektrycznym
- Wpływ pola magnetycznego na ruch cząstki naładowanej
- Spektrometry magnetyczne i akceleratory
  - Spektrometr magnetyczny
  - Akcelerator
  - Akceleratory liniowe
  - Akceleratory kołowe

- Cyklotron
- Prowadzenie i ogniskowanie wiązki
- Synchrotron

### **3. Propagacja promieniowania jonizującego w ośrodku materialnym**

- 3.1. Przekrój czynny i elementy kinematyki relatywistycznej
- 3.2. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią
  - A. Oddziaływanie z materią promieniowania gamma
  - B. Przechodzenie przez materię ciężkich cząstek naładowanych
  - C. Oddziaływanie z materią elektronów
  - D. Neutrony w ośrodku materialnym
- 3.3. Rozproszenia wielokrotne
- 3.4. Promieniowanie rentgenowskie
- 3.5. Ilustracja zjawisk wywoływanych przez promieniowanie jonizujące
- 3.6. Zasada działania detektorów jonizacyjnych

### **4. Dozymetria i ochrona radiologiczna**

- 4.1. Podstawowe wielkości i jednostki dozymetryczne
- 4.2. Biologiczne skutki promieniowania
- 4.3. Hipoteza liniowa i hormeza radiacyjna
- 4.4. Bezpieczeństwo radiacyjne Polski
- 4.5. Przykład laboratoryjnej ochrony radiologicznej

### **5. Statystyczne aspekty emisji, propagacji i detekcji promieniowania jądrowego**

- 5.1. Relacje pomiędzy rozkładami: dwumianowym, Poissona i Gaussa
- 5.2. Estymacja parametrów rozkładów prawdopodobieństwa
- 5.3. Pomiar liczby zliczeń w obecności tła
- 5.4. Pomiar liczby zliczeń z uwzględnieniem czasu martwego licznika

**Warszawa, 2013**



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**PROGRAM ROZWOJOWY**  
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

## Wstęp

### Przeznaczenie i struktura podręcznika

Podręcznik ten zawiera wiadomości stanowiące element zajęć dydaktycznych pod tym samym tytułem, a przeznaczonych dla studentów starszych lat na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej. Może być też użyteczny dla studentów innych wydziałów i doktorantów, którzy wybrali specjalność związaną z wykorzystaniem metod i technik jądrowych w różnych dziedzinach nauki i techniki. Na wydziale Fizyki PW, w ramach specjalizacji z fizyki i techniki jądrowej oraz fizyki medycznej, prowadzone są wykłady i zajęcia laboratoryjne, gdzie niezbędne są informacje dotyczące przemian i reakcji jądrowych oraz różnych aspektów oddziaływania promieniowania jonizującego z materią. Informacje takie można również znaleźć w tym podręczniku.

Struktura zajęć z „Metod i technik jądrowych...” odbiega od tradycyjnych standardów. Pierwsza część ma wprowadzić formę klasycznego wykładu, ale wzbogacanego często referatami zapraszanych specjalistów. Do wygłoszenia referatów zapraszane są osoby będące ekspertami w danej dziedzinie fizyki i/lub techniki jądrowej. Są to specjaliści zarówno z kraju jak i z zagranicy. Po referacie organizowana jest na ogół nieformalna dyskusja, w której studenci mogą zadać więcej pytań. Często rezultatem takiej dyskusji jest nawiązanie współpracy studenta z daną instytucją.

Na drugą część zajęć składają się wizyty w ośrodkach badawczych fizyki jądrowej oraz instytucjach zajmujących się aplikacjami metod i technik jądrowych w różnych dziedzinach nauki i szeroko rozumianej techniki: przemyśle, medycynie, energetyce, ochronie środowiska, rolnictwie itp. Z praktycznych powodów są to instytucje znajdujące się w okręgu warszawskim. Dlatego materiałem uzupełniającym dla tego podręcznika jest podręcznik „Fizyka i technika jądrowa w okręgu warszawskim” W podręczniku tym znaleźć można informacje o działalności, aparaturze, programach naukowych, technicznych i produkcyjnych realizowanych w prezentowanych tam instytucjach.

W programie studiów na Wydziale Fizyki PW zajęcia z „Metod i technik jądrowych...” prowadzone są dla osób, które dokonały już wyboru specjalności i mają określone tematy prac dyplomowych. Ich wybór oznacza, że z tematyką metod jądrowych zamierzają zapoznać się bliżej, co w wielu przypadkach prowadzi do wyboru przyszłej profesji. Potrzebują więc praktycznej wiedzy dotyczącej aplikacji metod jądrowych w konkretnych zastosowaniach. Zajęcia te mają za cel wyjście naprzeciw ich potrzebom i oczekiwaniom.

Kolejnym niestandardowym elementem zajęć jest umożliwienie studentom zaliczenia ich poprzez wykonanie opracowania wybranego zagadnienia tematycznego. Spis propozycji zagadnień przygotowuje osoba prowadząca, ale student ma również prawo sam zgłosić interesujący go temat. Temat taki musi zostać zatwierdzony przez prowadzącego. Zaliczanie zajęć w ten sposób jest dla studenta bardziej czasochłonne (dla prowadzącego też), ale i bardziej interesujące oraz inspirujące - pozwalające rozwinąć własną inicjatywę w zdobywaniu informacji, kontaktach ze specjalistami itd. W pracy tej prowadzący współdziała ze studentem, udzielając mu dodatkowych informacji, pomagając nawiązać kontakty itp. W rezultacie powstaje „baza opracowań” stanowiąca materiał pomocniczy dla wszystkich zainteresowanych, w szczególności - młodszych studentów. Baza ta aktualizuje się i powiększa na bieżąco, stanowiąc materiał pomocniczy w stosunku do treści tego podręcznika.