

# REGULAMIN PRACOWNI JĄDROWEJ (II Pracownia B)

## I. CELE REALIZOWANE W PRACOWNI JĄDROWEJ

1. Utrwalenie i poszerzenie wiedzy studentów z zakresu fizyki eksperymentalnej.
2. Zapoznanie z metodyką złożonego eksperymentu fizycznego obejmującą:
  - a) poznanie budowy i zasady działania wybranej aparatury badawczej,
  - b) planowanie pomiarów,
  - c) wykonanie właściwych pomiarów,
  - d) analizę wyników eksperymentalnych (metody opracowania wyników pomiarów)
3. Wyrobienie zdolności praktycznego wykorzystania techniki komputerowej i oprogramowania aplikacyjnego.
4. Wykształcenie umiejętności formułowania wniosków oraz logicznego referowania swoich prac.

## II. ZASADY DYDAKTYCZNO REGULAMINOWE PRACOWNI JĄDROWEJ

### 1. Organizacja zajęć w pracowni jądrowej.

- a) Zajęcia w pracowni jądrowej odbywają się zgodnie z rozkładem zajęć dla danego roku.
- b) Na pierwszych zajęciach studenci zostają zapoznani z zasadami pracy ze źródłami promieniotwórczymi, przepisami BHP i ppoż., zasadami dydaktycznymi i regulaminowymi prowadzenia zajęć, wymogami jakimi powinno odpowiadać sprawozdanie z ćwiczeń.
- c) Na drugim posiedzeniu studenci zobowiązani są zaliczyć kolokwium obejmującym zasady ochrony przed promieniowaniem oraz techniki pracy ze źródłami promieniotwórczymi. Studenci potwierdzają znajomość tych zasad podpisując stosowne oświadczenie. Po zdaniu kolokwium przydzielone zostają tematy ćwiczeń.
- d) Kolejne posiedzenia, do przedostatniego włącznie są posiedzeniami roboczymi, podczas których studenci wykonują ćwiczenia w ramach przydzielonych tematów.
- e) Ostatnie zajęcia przeznaczone są na uzupełnienie zaległych ćwiczeń (powstałych z dowolnych powodów) oraz wpisanie zaliczeń.
- f) Student wykonuje ćwiczenia o różnym stopniu trudności punktowane w skali od 1 do 3. Każdy ze studentów zobowiązany jest uzyskać w czasie trwania semestru liczbę punktów odpowiadającą ilości posiedzeń roboczych. Nie przewiduje się posiedzeń dodatkowych w trakcie semestru ani po jego zakończeniu. Wykaz ćwiczeń wraz z punktacją przedstawia tabela:

Lp.	Temat ćwiczenia	Punkty
1	Spektrometria scyntylicyjna promieniowania $\gamma$ .	3
2	Wyznaczanie zasięgu promieniowania $\alpha$ . Spektrometria promieniowania $\alpha$ .	2
3	Pomiar bezwzględnej aktywności preparatów $\beta$ promieniotwórczych. Spektrometria promieniowania $\beta$ .	3
4	Wyznaczanie aktywności $^{60}\text{Co}$ metodą koincydencji	1
5	Aktywacja neutronowa. Wyznaczanie krzywej aktywacji i półokresu rozpadu.	3
6	Wyznaczanie czasu martwego licznika Geigera-Müllera metodą dwóch źródeł.	2
7	Wyznaczanie krzywej absorpcji promieniowania $\gamma$ .	1
8	Pomiar skażeń promieniotwórczych powietrza i wody.	2

### 2. Organizacja zajęć roboczych.

- a) Student przystępuje do zajęć w pracowni będąc przygotowanym merytorycznie do danego ćwiczenia, zgodnie z wykazem zagadnień podanym w załączniku. Po zdaniu kolokwium zostaje dopuszczony do wykonania ćwiczenia. W przypadku stwierdzenia przez prowadzącego zajęcia braków w przygotowaniu, student uczy się na terenie pracowni w miejscu do tego przeznaczonym.

- b) Po zdaniu kolokwium student przystępuje do wykonania ćwiczenia zgodnie z instrukcjami załączonymi do ćwiczenia, opisami zawartymi w podręcznikach, których wykaz znajduje się w załączniku do ćwiczenia oraz instrukcjami obsługi aparatury stosowanej w danym ćwiczeniu. Wyniki pomiarów student zapisuje w tabeli, którą podpisuje prowadzący zajęcia. Tabela ta jest dołączana do sprawozdania.

**UWAGA!** Student może przystąpić do przeprowadzania pomiarów za wyraźną zgodą prowadzącego zajęcia. Studentowi nie wolno samowolnie włączać żadnego przyrządu do źródła prądu. Student ponosi odpowiedzialność materialną za szkody powstałe z jego winy, np. w wyniku nie przestrzegania obowiązującego w pracowni regulaminu.

- c) Student składa sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia. Warunkiem dopuszczenia do kolejnego ćwiczenia jest oddanie sprawozdania z ćwiczenia poprzedzającego. Sprawozdanie z błędami może być zwrócone do poprawy. Sprawozdanie obejmuje:
- tabelę znamionową (imię i nazwisko, kierunek i rok studiów, data, miejsce na ocenę i podpis prowadzącego),
  - cel ćwiczenia,
  - krótkie teoretyczne wprowadzenie do tematyki ćwiczenia,
  - opis układu pomiarowego,
  - przebieg ćwiczenia,
  - tabele z wynikami pomiarów,
  - przykładowe obliczenia,
  - wykresy,
  - rachunek błędów,
  - dyskusję wyników i niepewności pomiarowych,
  - wnioski z ćwiczenia.
- d) Końcowa ocena danego ćwiczenia uwzględnia oceny z kolokwium, sprawozdania oraz sprawności wykonania ćwiczenia.

### **3. Prowadzący zajęcia w Pracowni Jądrowej.**

- a) Za sprawność dydaktyczną i merytoryczną Pracowni Jądrowej odpowiedzialny jest Kierownik II Pracowni Fizycznej.
- b) Za sprawność i przygotowanie do zajęć wszystkich istniejących zestawów ćwiczeniowych odpowiedzialny jest pracownik techniczny.
- c) Za zabezpieczenie właściwej ochrony radiologicznej Pracowni Jądrowej i przybywających w niej osób odpowiedzialny jest pracownik z uprawnieniami Inspektora Ochrony Radiologicznej.
- d) Prowadzący zajęcia na bieżąco rejestruje wyniki pracy studentów obejmujące: obecności, oceny kolokwium, wykonania ćwiczenia, sprawozdania oraz zaliczenie danego ćwiczenia. Pod koniec semestru wpisuje w rejestrze zaliczenie i potwierdza to własnoręcznym podpisem.

### **4. Pracownia Jądrowa.**

- a) W gablotach Pracowni Jądrowej znajdują się: wykaz tematów ćwiczeń wraz z punktacją, wykazy zagadnień, jakie student winien opanować przystępując do danego ćwiczenia, spis literatury.
- b) Studenci mają zapewniony dostęp do instrukcji ćwiczeń także poza okresem zajęć.
- c) Każdy z zestawów ćwiczeniowych musi posiadać:
- instrukcję wykonania ćwiczenia,
  - instrukcje obsługi przyrządów.
- d) Odwołania studentów dotyczące zajęć w Pracowni Jądrowej kierować należy do Kierownika II Pracowni Fizycznej.

Kierownik II Pracowni Fizycznej

dr Dariusz Banaś

## Ćwiczenie nr 1.

### Spektrometria scyntylacyjna promieniowania $\gamma$ .

1. Rozpad promieniotwórczy. Prawo rozpadu promieniotwórczego. Schematy rozpadu promieniotwórczego. (3, 4)
2. Oddziaływanie promieniowania  $\gamma$  z materią. (1, 3, 4)
3. Detektor scyntylacyjny: scyntylatory nieorganiczne NaI(Tl), zasada działania detektora scyntylacyjnego, charakterystyki detektora scyntylacyjnego, fotopowielacz. (2, 5, 8)
4. Układy elektroniczne współpracujące z detektorem scyntylacyjnym: zasilacz, wzmacniacz liniowy, jednokanałowy analizator amplitudy, wielokanałowy analizator amplitudy. (1, 2, 5)
5. Widmo energetyczne promieniowania  $\gamma$ . Analiza widma. (3, 5)
6. Zdolność rozdzielcza. (1, 2, 3)
7. Matematyczne metody analizy pomiarów. (2, 6, 7)
8. Schematy rozpadu izotopów:  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{139}\text{Ba}$ . (1, 2, 9)

## Ćwiczenie nr 2

### Wyznaczanie zasięgu promieniowania $\alpha$ . Spektrometria promieniowania $\alpha$ .

1. Prawo rozpadu promieniotwórczego. (1, 3, 4)
2. Rozpad  $\alpha$ , stosunki energetyczne, widmo promieniowania  $\alpha$ .
3. Oddziaływanie promieniowania  $\alpha$  z materią. (1, 2, 3, 4).
4. Detektor półprzewodnikowy: struktura pasmowa półprzewodników, złącze p-n, zasada działania detektorów półprzewodnikowych, charakterystyki detektora półprzewodnikowego - liniowość, zdolność rozdzielcza (czynnik Fano), wydajność, detektory z barierą powierzchniową. (5)
5. Układy elektroniczne: przedwzmacniacz ładunkowy, wzmacniacz liniowy, analizator jednokanałowy, analizator wielokanałowy, zasilacz. (5)
6. Rodzaje i opracowanie spektrogramów. (2)
7. Matematyczne metody analizy pomiarów. (2, 6, 7)
8. Schematy rozpadu  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ . (1, 2, 9)

## Ćwiczenie nr 3

### Pomiar bezwzględnej aktywności preparatów $\beta$ promieniotwórczych. Spektrometria promieniowania $\beta$ .

1. Prawo rozpadu promieniotwórczego. (3, 4)
2. Rozpad  $\beta$  - stosunki energetyczne, widmo  $\beta$ . (1, 3, 4)
3. Oddziaływanie promieniowania  $\beta$  z materią. (1, 3, 4)
4. Detektor scyntylacyjny: scyntylatory nieorganiczne NaI(Tl), zasada działania detektora scyntylacyjnego, charakterystyki detektora scyntylacyjnego, fotopowielacz. (2, 5, 8)
5. Układy elektroniczne współpracujące z detektorem scyntylacyjnym: zasilacz, wzmacniacz liniowy, jednokanałowy analizator amplitudy, wielokanałowy analizator amplitudy. (1, 2, 5)
6. Matematyczne metody analizy pomiarów. (2, 6, 7)
7. Schematy rozpadu izotopów:  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{204}\text{Tl}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ .

## Ćwiczenie nr 4

### Wyznaczanie aktywności $^{60}\text{Co}$ metodą koincydencji.

1. Prawo rozpadu promieniotwórczego. (3, 4)
2. Schemat rozpadu  $^{60}\text{Co}$ . (1, 2, 9)
3. Budowa i zasada działania licznika Geigera-Müllera. (5)
4. Układ koincydencyjny. (5)
5. Rozkład Poissona, rozkład Gaussa
6. Matematyczne metody analizy pomiarów. (2, 6, 7)

## Ćwiczenie nr 5

### Aktywacja neutronowa. Wyznaczanie krzywej aktywacji i półokresu rozpadu.

1. Źródła neutronów. (1)
2. Oddziaływanie neutronów z materią. (3, 4)
3. Rozkład przestrzenny i dyfuzja neutronów. Albedo. (1)
4. Równanie aktywacji. (1)
5. Prawo rozpadu promieniotwórczego. (1, 3, 4)
6. Budowa i zasada działania licznika Geigera-Müllera. (5)
7. Matematyczne metody analizy pomiarów. (2, 6, 7)
8. Schematy rozpadu izotopów:  $^{108}\text{Ag}$ ,  $^{110}\text{Ag}$ . (9)

## Ćwiczenie nr 6

### Wyznaczanie czasu martwego licznika Geigera-Müllera metodą dwóch źródeł.

1. Prawo rozpadu promieniotwórczego. (1, 3, 4)
2. Rozkład Poissona, rozkład Gaussa. (2, 6, 7)
3. Czas martwy, wpływ czasu martwego na statystykę zliczeń. (1, 2)
4. Budowa i zasada działania licznika Geigera-Müllera. (5)
5. Matematyczne metody analizy pomiarów. (2, 6, 7)

## Ćwiczenie nr 7

### Wyznaczanie krzywej absorpcji promieniowania $\gamma$ .

1. Prawo rozpadu promieniotwórczego. (1, 3, 4)
2. Oddziaływanie promieniowania  $\gamma$  z materią. (1, 3, 4)
3. Prawo osłabienia dla niemonoenergetycznej wiązki promieniowania  $\gamma$ . (1)
4. Detektor scyntylicyjny: scyntylatory nieorganiczne NaI(Tl), zasada działania detektora scyntylicyjnego, charakterystyki detektora scyntylicyjnego, fotopowielacz. (2, 5, 8)
5. Układy elektroniczne współpracujące z detektorem scyntylicyjnym: zasilacz, wzmacniacz liniowy, jednokanałowy analizator amplitudy. (1, 2, 5)
6. Matematyczne metody analizy pomiarów. (2, 6, 7)

## Ćwiczenie nr 8

### Pomiar skażeń promieniotwórczych powietrza i wody.

1. Promieniotwórczość naturalna. Naturalne szeregi promieniotwórcze. (10, 11, 12)
2. Źródła skażeń promieniotwórczych.
3. Metody pobierania próbek powietrza i wody.
4. Detektor scyntylicyjny: scyntylatory nieorganiczne NaI(Tl), zasada działania detektora scyntylicyjnego, charakterystyki detektora scyntylicyjnego, fotopowielacz. (2, 5, 8)
5. Układy elektroniczne współpracujące z detektorem scyntylicyjnym: zasilacz, wzmacniacz liniowy, jednokanałowy analizator amplitudy, wielokanałowy analizator amplitudy. (1, 2, 5)
6. Matematyczne metody analizy pomiarów. (2, 6, 7)

## SPIS LITERATURY

1. J. Araminowicz, K. Małuszyńska, M. Przytuła, „Laboratorium fizyki jądrowej”.
2. T. Hilczer, „Ćwiczenia z fizyki jądrowej”
3. A. Strzałkowski, „Wstęp do fizyki jądra atomowego”.
4. K. N. Muchin, „Doświadczalna fizyka jądrowa, t.1 Fizyka jądra atomowego”.
5. J. B. England, „Metody doświadczalne fizyki jądrowej”.
6. S. Brandt, „Metody statystyczne i obliczeniowe analizy danych”.
7. J. B. Birks, „Liczniki scyntylacyjne”.
8. Tablice izotopów.
9. T. Radoszewski, „Metody pomiarów aktywności”
10. A. Gostyńska, „Metody oceny zanieczyszczeń środowiska naturalnego pierwiastkami promieniotwórczymi”