**Nazwa przedmiotu:**

Detekcja promieniowania jonizującego

**Koordynator przedmiotu:**

Janusz MARZEC

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Biomedyczna

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

DEPJO

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

18 godz wykład,
 5 godz konsultacje,
10 godz przygotowanie do wykładu,
12 godz laboratorium,
 6 godz przygotowanie do laboratorium
10 godz przygotowanie do egzaminu
 Razem 61 godz - 3 ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

18 godz wykład,
 5 godz konsultacje
12 godz laboratorium
Razem 35 godz - 2 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Radiologia - RAD

**Limit liczby studentów:**

45

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych detektorów promieniowania jonizującego, w szczególności tych, które znajdują zastosowanie w medycznej aparaturze diagnostycznej, w technikach medycyny nuklearnej i wykorzystywanych dla potrzeb medycznych technik analitycznych. Prezentowane są także rozwiązania układów elektronicznych współpracujących z detektorami, specyficzne dla tzw. elektroniki jądrowej.

**Treści kształcenia:**

Przedmiot zintegrowany o wymiarze 30 godz: 9 wykładów 2h, 4 ćwiczenia laboratoryjne 3h.
1. Wprowadzenie
2. Pojęcie promieniowania jonizującego, statystyka pomiarów (poissonowski ciąg zdarzeń losowych, rozkład czasu między zdarzeniami i rozkład liczby zliczeń, niepewność pomiarowa).
2. Ogólny model detektora promieniowania jonizującego - tryb prądowy i impulsowy, widmo energetyczne, statystyka generowania ładunku (współczynnik Fano), energetyczna zdolność rozdzielcza, wydajność detektora, czas martwy.
3. Spektrometryczny tor pomiarowy - przedwzmacniacz ładunkowy i jego szumy, kształtowanie odpowiedzi impulsowej, odtwarzacz składowej stałej, wielokanałowy analizator amplitudy.
4. Komory jonizacyjne - jonizacja gazu, zjawiska związane z migracją i zbieraniem jonów, komory prądowe i impulsowe, komora prądowa powietrzna i jej znaczenie w dozymetrii.
5. Liczniki proporcjonalne - wzmacniacze powielające (licznik proporcjonalny, fotodioda lawinowa, fotopowielacz), konstrukcje liczników, wypełnienia gazowe, wzmocnienie gazowe i jego statystyka. Liczniki Geigera-Mullera, mechanizm gaszenia i zastosowania.
6. Detektory półprzewodnikowe - wybrane właściwości półprzewodników, materiały o wysokiej czystości i samoistne, półprzewodniki ciężkie i o dużej przerwie zabronionej ("półizolatory"), prąd wsteczny i napięcie robocze detektora, detektory z barierą powierzchniową i detektory HpGe i Ge(Li), wydajność całkowitej absorpcji.
7. Detektory scyntylacyjne ? mechanizm scyntylacji, scyntylatory organiczne i nieorganiczne, przesuwniki widma, wydajność scyntylacji, odpowiedź czasowa, ciężkie scyntylatory krystaliczne, struktura widma energetycznego promieniowania gamma, czynniki wpływające na zdolność rozdzielczą.
8. Fotopowielacze - konstrukcje, wydajność fotokatody, statystyka powielania, materiały na fotokatody i dynody, zasilanie fotopowielaczy. Wielopikselowe fotodiody lawinowe (MAPD, MPPC, SiPM), porównanie z fotopowielaczami.

Laboratorium:
Detektory dozymetryczne
Tor spektrometryczny
Detektory scyntylacyjne
Pomiar aktywności metodą spektrometryczną

**Metody oceny:**

Egzamin pisemny i ustny dla osób poprawiających ocenę

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

 G. F. Knoll, Radiation Detection and Measurements, John Wiley and Sons, New York, 1989.
 G. Shani, Electronics for Radiation Measurements, CRC Press, 1996.
 Rozdział Particle Detectors w Review of Particle Physics, publikowany przez Particle Data Group, dostępny na http://pdg.lbl.gov
 Helmuth Spieler, Radiation Detectors and Signal Processing, Lecture Notes, University of Heilderberg - dostępne na http://www-physics.lbl.gov

**Witryna www przedmiotu:**

https://studia.elka.pw.edu.pl/list/11Z/DEPJO.A/

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

posiada podstawową wiedzę na temat statystyki procesu rejestracji sygnałów losowych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W02, K\_W16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W2:**

posiada podstawową wiedzę na temat wzmacniaczy powielających - fotodioda lawinowa, licznik proporcjonalny i fotopowielacz

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W02, K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W3:**

posiada podstawową wiedzę na temat konstrukcji i zasady działania podstawowych detektorów promieniowania jonizującego - gazowych, półprzewodnikowych i scyntylacyjnych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W10, K\_W16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W4:**

posiada podstawową wiedzę na temat układów wchodzących w skład typowego spektrometrycznego toru pomiarowego promieniowania jonizującego

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05, K\_W15, K\_W16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

potrafi oszacować błędy statystyczne w rejestracji promieniowania jonizującego

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW

**Charakterystyka U2:**

potrafi dokonać doboru właściwego detektora dla przeprowadzenia procesu rejestracji promieniowania jonizującego

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U14, K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

ma świadomość zagrożeń związanych z promieniowaniem jonizującym, potrafi ocenić realną wagę takich zagrożeń

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02, K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KK, I.P6S\_KR