



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Fizyka kwantowa

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria zarządzania

Studia w zakresie (specjalność)

Rok/semestr

2/4

Profil studiów

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

niestacjonarne

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

10

Ćwiczenia

Laboratoria

10

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Przemysław Głowacki

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

[przemyslaw.glowacki@put.poznan.pl](mailto:przemyslaw.glowacki@put.poznan.pl)

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu matematyki i fizyki na poziomie pierwszego stopnia kształcenia.

Student posiada umiejętność pogłębionego rozumienia i interpretowania przekazywanych wiadomości oraz efektywnego samokształcenia w dziedzinie związanej z wybranym kierunkiem studiów.

Umiejętność pracy indywidualnej i pracy w zespole.

Student ma poszerzoną świadomość konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do pracy indywidualnej i współpracy w ramach zespołu.

### Cel przedmiotu

Poznanie zjawisk i doświadczeń potwierdzających kwantową naturę promieniowania i falową naturę materii (zjawisko fotoelektryczne, zjawisko Comptona, hipoteza de Broglie'a). Zapoznane się z historią powstawania modeli budowy atomu (ze szczególnym uwzględnieniem opisu budowy atomu przez Bohra) oraz ze współczesnym modelem. Poznanie zakazu Pauliego dla obiektów kwantowych i jego konsekwencje. Zapoznanie się z liczbami kwantowymi opisującymi stany elektronowe atomu oraz z



oznaczeniami używanymi w fizyce atomowej. Przedstawienie probalistycznego charakteru fizyki kwantowej. Zapoznanie się z budową i zasadą działania lasera, jako głównego narzędzia do badania obiektów w świecie kwantowym, ich wzbudzania, detekcji, chłodzenia i manipulacji stanami kwantowymi na przykładzie swobodnych atomów i jonów.

Poznanie praktycznego zastosowania omawianych zjawisk i odkryć z fizyki kwantowej w technologii i inżynierii na przykładach współczesnych urządzeń, jak np. skaningowy mikroskop tunelowy, mikroskop sił atomowych, komputer kwantowy, detektory CCD, rezonans magnetyczny itp.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. opisać i objaśnić zjawiska potwierdzające kwantową naturę promieniowania i falową naturę materii, scharakteryzować budowę atomu w oparciu o opis kwantowy, zna reguły i zakazy obowiązujące w świecie kwantowym w zakresie obejmowanym przez treści programowe.
2. posiada wiedzę o wykorzystywaniu zjawisk kwantowych we współczesnej technologii i inżynierii, a w szczególności w zastosowaniach energetycznych.

#### Umiejętności

1. pozyskać specjalistyczne informacje z literatury i Internetu, pracować indywidualnie i zespołowo, samodzielnie i zespołowo wykonywać proste eksperymenty/ćwiczenia z zakresu fizyki kwantowej.
2. stosować wiedzę z zakresu fizyki kwantowej do zastosowań inżynierijno-metrologicznych w zakresie energetyki.
3. potrafi zaplanować zgodnie z instrukcją pomiar wybranych zjawisk/procesów fizycznych oraz interpretować wyniki tych badań z odniesieniem do fizyki kwantowej.

#### Kompetencje społeczne

1. rozumie potrzebę uczenia się i pogłębiania swojej wiedzy przez całe życie, potrafi inspirować inne osoby do procesu samokształcenia, rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć nauki i techniki.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

#### Wykład:

- ocena wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym z zagadnień fizyki kwantowej w zakresie obejmowanym przez treści programowe. Próg zaliczeniowy 50% punktów. Zagadnienia zaliczeniowe, na podstawie których opracowywane są pytania zostaną przesłane studentom drogą mailową z wykorzystaniem systemu uczelnianej poczty elektronicznej.

#### Ćwiczenia laboratoryjne:



sprawdzian i premiowanie wiedzy niezbędnej do realizacji postawionych problemów w danym obszarze zadań laboratoryjnych, ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania ćwiczeniowego, ocena sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

- poprawne odpowiedzi na pytania zadawane w trakcie wykładów,
- efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,
- uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,
- staranność estetyczną opracowywanych sprawozdań z wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych w ramach nauki własnej.

### **Treści programowe**

Wykład:

Promieniowanie ciała doskonale czarnego - wzór Plancka i narodziny fizyki kwantowej. Zjawiska (doświadczenia) potwierdzające kwantową naturę promieniowania i falową naturę materii. Modele budowy atomu (Kelvina, Thomsona, Nicholsona, Rutherforda, Bohra i model współczesny). Zakaz Pauliego i jego konsekwencje. Probalistyczny charakter fizyki kwantowej (równanie Schrödingera, zasada nieoznaczoności Heisenberga, elektron w pułapce). Własności atomów, widma atomowe, liczby kwantowe opisujące elektronowe stany atomu. Rezonans magnetyczny, obrazowanie magnetyczne - MRI. Zasada działania lasera, rodzaje laserów ze względu na ich właściwości (moc, sposób pracy, generowane widmo promieniowania, ośrodek czynny, zastosowanie), klasy laserów ze względu na bezpieczeństwo pracy, zastosowanie laserów w nauce, technice i przemyśle.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne będą wykonywane w ramach trzech głównych działów: mechaniki, elektromagnetyzmu i optyki. Z każdego działu studenci pracujący w 2 osobowych zespołach będą mieli do wykonania, co najmniej 1 ćwiczenie. Zestawy ćwiczeniowe są szczegółowo przedstawione na stronie internetowej pracowni fizycznej (<https://www.phys.put.poznan.pl/>).

### **Metody dydaktyczne**

Wykłady: wykład z prezentacją multimedialną (w tym: rysunki, zdjęcia, animacje, materiały video) uzupełniany przykładami podawanymi na tablicy, uwzględnianie różnych aspektów przedstawianych zagadnień, w tym: ekonomicznych, ekologicznych, prawnych i społecznych, przedstawianie nowego tematu poprzedzone przypomnieniem treści powiązanych, znanych studentom z innych przedmiotów.

Laboratorium: szczegółowe recenzowanie sprawozdań przez prowadzącego laboratoria i dyskusje nad komentarzami, demonstracje, praca w zespołach.

### **Literatura**



Podstawowa

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, „Podstawy fizyki, tom 5”, PWN, Warszawa 2003
2. P. A. Tipler, R. A. Llewellyn, „Fizyka współczesna”, PWN, Warszawa 2012
3. H. Haken, H. Ch. Wolf, „Atomy i kwanty - Wprowadzenie do współczesnej spektroskopii atomowej”, PWN, Warszawa 2002
4. R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, „Feynmana wykłady z fizyki. T. 3. Mechanika kwantowa”, PWN, Warszawa 2014
5. St. Szuba, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007
6. K. Łapsa, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2008

Uzupełniająca

1. G. K. Woodgate, „Struktura atomu”, PWN, Warszawa 1974.
2. R. Eisberg, R. Resnick, „Fizyka kwantowa atomów, cząsteczek i ciał stałych”, PWN, Warszawa 1983
3. A. K. Wróblewski, „Historia fizyki”, PWN, Warszawa 2007

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	20	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwiów/egzaminu) <sup>1</sup>	30	1,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności