



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Fizyka kwantowa [S1IZarz1>FK]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria zarządzania

Rok/Semestr

2/4

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Przemysław Głowacki  
przemyslaw.glowacki@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### 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 wzbudzenia, 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. Wprowadzenie do zagadnień fizyki jądrowej.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Student opisuje podstawowe zasady fizyki kwantowej, w tym wzór Plancka i narodziny fizyki kwantowej, oraz wyjaśnia jej znaczenie dla opisu zachowania materii i promieniowania. [P6S\_WG\_16]

Student nazywa i identyfikuje kluczowe eksperymenty i doświadczenia potwierdzające kwantową naturę promieniowania i falową naturę materii. [P6S\_WG\_16]

Student charakteryzuje różne modele budowy atomu, takie jak modele Thomsona, Bohra i model współczesny, oraz wyjaśnia koncepcje przyświecające tym modelom. [P6S\_WG\_16]

Student wyjaśnia zakaz Pauliego i jego konsekwencje dla struktury atomowej. [P6S\_WG\_16]

Student nazywa i identyfikuje własności atomów, widm atomowych oraz liczby kwantowe opisujące elektronowe stany atomu. [P6S\_WG\_16]

Student charakteryzuje promieniowanie rentgenowskie i jego zastosowania. [P6S\_WG\_16]

Student opisuje zasadę działania lasera, rodzaje laserów i ich zastosowania w nauce, technice i przemyśle. [P6S\_WG\_17]

Student identyfikuje i wyjaśnia pojęcia związane z fizyką jądrową, takie jak opis jądra atomowego, izotopy, energia wiązania jądra atomowego i rozpady promieniotwórcze. [P6S\_WG\_17]

Umiejętności:

Student przygotowuje i przeprowadza eksperymenty laboratoryjne z zakresu mechaniki, elektromagnetyzmu i optyki oraz interpretuje uzyskane wyniki. [P6S\_UW\_14]

Student korzysta z różnych metod analitycznych i eksperymentalnych w celu rozwiązywania problemów z dziedziny fizyki kwantowej, w tym oblicza i analizuje wyniki eksperymentów. [P6S\_UW\_15]

Kompetencje społeczne:

Student ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków rozwoju fizyki kwantowej oraz jej wpływu na rozwój nauki i technologii, a także na środowisko naturalne. [P6S\_KR\_01]

## 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 zaliczeniu 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 obejmuje zagadnienia związane z narodzinami fizyki kwantowej i wstępem do fizyki kwantowej. Studenci poznają wzór Plancka, zjawiska (doświadczenia) potwierdzające kwantową naturę promieniowania i falową naturę materii. Modele budowy atomu Zakaz Pauliego i jego konsekwencje. Probalistyczny charakter fizyki kwantowej. 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. Zestaw ćwiczeń dobrany specjalnie pod treści programowe - studenci wykonują eksperymenty związane ze zjawiskami fizyki kwantowej.

## Tematyka zajęć

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. Promieniowanie rentgenowskie. 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. Izotopy i metody ich separacji. Wybrane zagadnienia fizyki jądrowej (opis jądra atomowego, izotopy, energia wiązania jądra atomowego, rozpady promieniotwórcze).

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 2 ćwiczenia. 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”, PWN, Warszawa 1983
3. A. K. Wróblewski, „Historia fizyki”, PWN, Warszawa 2007

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	60	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	35	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwiiw/egzaminu, wykonanie projektu)	25	1,00