



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Fizyka kwantowa

---

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria Zarządzania

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

niestacjonarne

Rok/semestr

2/4

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

---

### 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

e-mail: przemyslaw.glowacki@put.poznan.pl

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Technicznej

ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

---

### 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). Zapoznanie 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 probabilistycznego 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

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:

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	60	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	25	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwium/ zaliczenia) <sup>1</sup>	35	1,0

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