



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Fizyka kwantowa

---

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria Zarządzania

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/4

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Wymagalność

obieralny

---

### Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

Laboratoria

15

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. Wprowadzenie do zagadnień fizyki jądrowej.

### 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. [P6S\_WG\_16, P6S\_WG\_17]
2. posiada wiedzę o wykorzystywaniu zjawisk kwantowych we współczesnej technologii i inżynierii, a w szczególności w zastosowaniach w technice, budowie i eksploatacji maszyn. [P6S\_WG\_16]
3. zna podstawowe metody, techniki, narzędzie i materiały stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu budowy i eksploatacji maszyn, potrafi wymienić zjawiska fizyki kwantowej wykorzystywane w technice, inżynierii, budowie i eksploatacji maszyn. [P6S\_WG\_17]
4. zna typowe technologie przemysłowe w sposób pogłębiony zna technologie budowy i eksploatacji maszyn, umie wskazać zastosowanie prawa i zjawisk kwantowych wykorzystywane w technologiach przemysłowych przykłady czujników, kamer, urządzeń do kontroli jakości wykonanych produktów w skali atomowej. [P6S\_WG\_16, P6S\_WG\_17]

#### Umiejętności

1. pozyskać specjalistyczne informacje z literatury i Internetu, pracować indywidualnie i zespołowo, samodzielnie i zespołowo wykonywać proste eksperymenty/ ćwiczenia z zakresu fizyki kwantowej. [P6S\_UW\_01]



2. stosować wiedzę z zakresu fizyki kwantowej do zastosowań inżyniersko-metrologicznych w zakresie budowy i eksploatacji maszyn. [P6S\_UW\_14]

3. potrafi dokonać identyfikacji zadań projektowych, rozwiązywać proste zadania projektowe, zaplanować zgodnie z instrukcją pomiar wybranych zjawisk/procesów fizycznych oraz interpretować wyniki tych badań z odniesieniem do fizyki kwantowej. [P6S\_UW\_15]

#### 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. [P6S\_KK\_01]

2. ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje. [P6S\_KK\_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. 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	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	35	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwiów/zaliczenia) <sup>1</sup>	25	1,0

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