



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Fizyka kwantowa [S1FT2>FK]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Fizyka techniczna

Rok/Semestr

2/3

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

45

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

6,00

### Koordynatorzy

dr Gustaw Szawiola

gustaw.szawiola@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza z fizyki doświadczalnej, podstaw matematyki wyższej (algebry liniowej, rachunek różniczkowy i całkowego, podstaw rachunku prawdopodobieństwa). Umiejętność analitycznego rozwiązywania problemów fizycznych w oparciu o ścisłą argumentację bazującą na niezbędnej wiedzy fizycznej i wykorzystaniu adekwatnych metod matematycznych. Zrozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji w zakresie fizyki. Gotowość do podjęcia współpracy w ramach małych zespołów

### Cel przedmiotu

1. Zapoznanie z podstawowymi faktami doświadczalnymi i postulatami fizyki kwantowej, z podkreśleniem jej fundamentalnej roli w opisie rzeczywistości. 2. Przedstawienie podstaw formalizmu mechaniki kwantowej, na wybranych przykładach, w ujęciu macierzowym i falowym. Zapoznanie studentów z odpowiednim aparatem matematycznym i pojęciowym. Rozwijanie u studentów umiejętności jakościowej i ilościowej analizy podstawowych zjawisk kwantowych. 3. Rozwijanie postawy konstruktywnej dyskusji w pracy w zespole.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student zna podstawowe pojęcia i postulaty mechaniki kwantowej dotyczące opisu stanów

kwantowych, obserwabli i ewolucji stanu kwantowego opisanego przez równanie Schrödingera. Pojęcia i prawa fizyki kwantowej objaśnia przez odwołanie do konkretnych przykładów

2. Student zna podstawowe fakty doświadczalne uzasadniające teorię kwantową oraz rozumie strukturę kwantowego opisu i interpretacji podstawowych zjawisk fizycznych. Zna skalę obserwacji zjawisk kwantowych oraz ograniczenia teorii kwantowej, wskazuje na różnice w kwantowym opisie (głównie mikroświata) i klasycznym świecie makroskopowego

3. Student identyfikuje właściwy sposób opisu problemu kwantowego, macierzowy lub falowy, adekwatny do zjawiska kwantowego lub struktury układu fizycznego. Zna i dobiera właściwy aparat matematyczny do ilościowej analizy podstawowych zjawisk i struktur kwantowych. Wskazuje na podstawowe implikacje teorii kwantowej w tym o charakterze technicznej aplikacji

Umiejętności:

1. Student rozwiązuje zagadnienie własne obserwabli reprezentowanej przez macierze skończeniowymiarową i dokonuje interpretacji otrzymanych wyników

2. Student przedstawia stany kwantowe oraz obserwabli w różnych bazach oraz potrafi wnioskować o prawdopodobieństwie wyniku, wartości oczekiwanej i nieoznaczoności pomiaru wielkości fizycznej. Posługuje się sprawnie notacją Diraca

3. Student potrafi wyznaczyć funkcje własne i wartości własnych energii prostych układów jedno- i dwu- i trójwymiarowych (uwzględnionych w treściach programowych). Stosuje metody dokładne oraz wybrane metody przybliżone

4. Student rozwiązuje proste problemy dotyczące rozpraszania cząstki na potencjale jednowymiarowym; wyznacza gęstość prądu prawdopodobieństwa i oblicza współczynniki odbicia i transmisji

5. Student na podstawie rozwiązania zagadnienia własnego energii układu fizycznego potrafi wyznaczyć ewolucję w czasie stanu kwantowego rozważanego układu bez zaburzenia i z zaburzeniem

Kompetencje społeczne:

1. Student potrafi samodzielnie lub we współpracy z zespołem stawiać hipotezy dotyczące rozwiązania problemu fizycznego z zakresu podstaw fizyki kwantowej

2. Student rozumie wagę systematycznej pracy w celu nabywania kierunkowych kompetencji, przy rozumieniu w tym kluczowej roli fizyki kwantowej

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

2. Ćwiczenia:

- forma i składniki oceny (udział procentowy): bieżące sprawdziany (100%);

- kryteria oceny /ocena: 96% - /5,0; 86%- 95% /4,5; 76%-85% /4; 66 -75% /3,5; 50%-65.0% /3; <br/>50% /

2.

Wykład

- forma i składniki oceny (udział procentowy): bieżące krótkie testy (40%), testy egzamin pisemny - test wyboru i zadania otwarte (40%), egzamin ustny (20%) ;

- kryteria oceny /ocena: 96% - /5,0; 86%- 95% /4,5; 76%-85% /4; 66 -75% /3,5; 50%-65.0% /3; <br/>50% /

2.

## Treści programowe

brak

## Tematyka zajęć

I. Formalizm i problemy fizyki kwantowej w ujęciu macierzowym.

1. Wektorowy opis stanów kwantowych, amplituda prawdopodobieństwa i prawdopodobieństwo przejścia testu ( pomiaru) kwantowego. Superpozycja stanów kwantowych. Notacja Diraca.

2. Operatory reprezentujące obserwabli w przedstawieniu macierzowym. Mechnika kwantowa a algebra liniowa - interludium matematyczne. Kwestia współmierzalności wielkości fizycznych - zasada nieoznaczoności.

3. Ewolucja stanów kwantowych w czasie. Zjawisko rezonansu.

4. Opis stanów kwantowych i konstrukcja operatorów układów złożonych z dwóch podukładów - informacja o splątaniu kwantowym.

II Formalizm i problemy fizyki kwantowej w ujęciu falowym.

1. Funkcja falowa a amplituda prawdopodobieństwa. Gęstość prawdopodobieństwa. Operator pędu i operator położenia. Przedstawienie położeniowe a pędowe.
  2. Równie Schrödingera w przedstawieniu położeniowym. Niezależne od czasu równanie Schrödingera. Stany stacjonarne.
  3. Stany związane cząstki uwięzionej w studni jedno- i dwuwymiarowej.
  4. Stany rozproszniowe. Rozpraszanie czątki na barierze potencjału. Zjawisko kwantowego tunelowania.
  5. Oscylator harmoniczny.
  6. Ewolucja w czasie w obrazie Schrödingera i Heisenberga.
- III. Wybrane zagadnienia
1. Symetria obrotu a operator momentu pędu. Kwantowanie momentu pędu - podejście algebraiczne.
  2. Kwantowanie orbitalnego momentu pędu. Stany stacjonarne atomu wodoru.
  - 3 Metody przybliżone - stacjonarny rachunek zaburzeń.
  4. Elementy rachunku wariacyjnego.

### Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna, uzupełniana przykładami podawanymi na tablicy.  
 2. Ćwiczenia: indywidualne i zespołowe rozwiązywanie problemów; kierowana i samodzielna analiza przypadków, np. dotyczących obwodów kwantowych.

### Literatura

Podstawowa:

1. Stanisław Kryszewski. Mechanika kwantowa, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego 2020
2. Ramamurti Shankar, Mechanika kwantowa, Wydawnictwo Naukowe PWN 2014

Uzupełniająca:

1. Richard P. Feynman., Robert B. Leighton , Matthew Sands Feynmana wykłady z fizyki Tom 3 Mechanika kwantowa, Wydawnictwo Naukowe PWN 2014
2. David H. McIntyre, Quantum mechanics: a paradigms approach, Pearson 2012
3. A. I. Lvowski, Quantum Physics. An Introduction Based on Photons. An Introduction Based on Photons. Springer 2018, pozycja dostępna w formie e-booka poprzez E-Zasoby Biblioteki Politechniki Poznańskiej
4. Mark Beck, Quantum mechanics : theory and experiment, Oxford University Press 2012

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 150    | 6,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 77     | 3,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu) | 73     | 3,00 |