



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Fizyka kwantowa

Przedmiot

Kierunek studiów

Fizyka Techniczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

45

Laboratoria

Inne (np. online)

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

Liczba punktów ECTS

5

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr Gustaw Szawiola, doc. dydaktyczny

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Technicznej

Instytut Badań Materiałowych i Inżynierii

Kwantowej

Piotrowo 3, 60-965 Poznań

gustaw.szawiola@put.poznan.pl

Wymagania wstępne

Wiedza z fizyki doświadczalnej, podstaw matematyki wyższej (algebry liniowej, rachunek różniczkowy i całkowy, 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 obserwable 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 zagadnienie 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

Efektu uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

2. Ćwiczenia (efekty kształcenia: U01, U03, K01):

- 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; < 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; < 50% /2.

Treści programowe

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 obserwabla w przestawieniu 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	137	5,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	77	3,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu) ¹	60	2,0

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności