Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Nanotechnologie i nanomateriały — Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne — Kod kierunku: NN

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria nanostruktur

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Zjawiska mikroskopowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	
Kod przedmiotu	WFMiI NN oIS D1 13/14
Kategoria przedmiotu	Przedmioty specjalnościowe
Liczba punktów ECTS	4.00
Semestry	5

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Laboratorium komputerowe	Seminarium	Projekt
5	30	30	0	0	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Zapoznanie studentów z podstawami fizyki kwantowej

Cel 2 Zapoznanie studentów z podstawami teoretycznymi mechaniki kwantowej

Cel 3 Zapoznanie studentów z metodami rozwiązywania równania Schroedingera dla wybranych potencjałów

Cel 4 Zapoznanie studentów z metodą rozwiązywania równania Schroedingera dla atomu wodoru

Cel 5 Zapoznanie studentów z pojęciem spinu w mechanice kwantowej

Cel 6 Zapoznanie studentów z elementarnymi zagadnieniami wielociałowymi w mechanice kwantowej

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Zaliczenie kursu matematyki i fizyki ogólnej

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Student potrafi wskazać fakty doświadczalne sprzeczne z mechaniką klasyczną

EK2 Umiejętności Student potrafi wyprowadzić tzw. przesunięcie comptonowskie

EK3 Wiedza Student potrafi objaśnić podstawy formalizmu mechaniki kwantowej

EK4 Umiejętności Student potrafi rozwiązać równanie Schroedingera dla kilku potencjałów

EK5 Wiedza Student potrafi objaśnić technikę operatorów drabinkowych

EK6 Umiejętności Student potrafi rozwiązać problem własny kwadratu momentu pędu oraz jego składowej z-towej

EK7 Wiedza Student rozumie konsekwecje komutacji operatorów hermitowskich

EK8 Umiejętności Student potrafi rozwiązać równanie Schroedingera dla atomu wodoru

EK9 Wiedza Student porafi uzasadnić potrzebę wprowadzenia operatora spinu w mechanice kwantowej

EK10 Umiejętności Student potrafi rozwiązać równanie Schroedingera dla atomu wodoru w polu magnetycznym

6 Treści programowe

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Podstawy doświadczalne fizyki kwantowej	4
W2	Hipoteza de Broglie'a i zasada nieoznaczoności Heisenberga	2
W3	Pojęcie operatora hermitowskiego, przestrzeni Hilberta, promienia przestrzeni Hilberta; warunek ortonormalności i zupełności	2
W4	Postulaty mechaniki kwantowej	2
W5	Rozwiązanie rownania Schroedingera dla: a) cząstki swobodnej i cząstki w pudle; b) bariery potencjalnej; c) oscylatora harmonicznego	6
W6	Problem własny kwadratu operatora momentu pędu (operatory drabinkowe) i rozwiazanie równania Schroedingera dla atomu wodoru	6
W7	Operator spinu i funkcja stanu dla atomu wodoru w polu magnetycznym	4

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W8	Atomy wieloelektronowe - nierożnialność cząstek; symetria funkcji falowej; zakaz Pauliego	4

Ćwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Rozwiązywanie prostych zadań skorelowanych z tematyką wykładu	30

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Konsultacje

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	0
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**60**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	4.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Kolokwium

F2 Odpowiedź ustna

F3 Zadanie tablicowe

Ocena podsumowująca

P1 Zaliczenie pisemne

P2 Egzamin ustny

P3 Egzamin pisemny

P4 Średnia ważona ocen formujących

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Student nie zna podstaw doświadczalnych mechniki kwantowej
Na ocenę 3.0	Student potrafi omówić jedno wybrane przez siebie doświadczenie, którego interpretacja jest niemożliwa w ramach mechaniki klasycznej
Na ocenę 3.5	Student potrafi wyjaśnić efekt fotoelektryczny
Na ocenę 4.0	Student potrafi omówić prawo promieniowania ciała doskonale czarnego
Na ocenę 4.5	Student potrafi omówić doświadczenie Davissona-Germera
Na ocenę 5.0	Student zna wszystkie omawiane doświadczenia i potrafi pokazać na czym polega ich sprzeczność z prawami teorii klasycznych
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Student nie zna efektu Comptona
Na ocenę 3.0	Student potrafi omówić doświadczenie wykazujące efekt Comptona
Na ocenę 3.5	Student potrafi zapisać równanie na zachowanie energii w efekcie Comptona
Na ocenę 4.0	Student potrafi zapisać równanie na zachowanie pędu w efekcie Comptona
Na ocenę 4.5	Student potrafi zapisać układ równań na wielkości wyznaczane
Na ocenę 5.0	Student potrafi wyprowadzić formułę na przesunięcie comptonowskie
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Student nie zna postulatów mechaniki kwantowej
Na ocenę 3.0	Student zna I postulat mechaniki kwantowej

Na ocenę 3.5	Student zna I i II postulat mechaniki kwantowej
Na ocenę 4.0	Student zna I, II i III postulat mechaniki kwantowej
Na ocenę 4.5	Student zna I, II, III i IV postulat mechaniki kwantowej
Na ocenę 5.0	Student zna wszystkie postulaty mechaniki kwantowej
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Student nie potrafi rozwiązać równania Schroedingera żadnego przykładu
Na ocenę 3.0	Student potrafi rozwiązać równania Schroedingera dla cząstki swobodnej
Na ocenę 3.5	Student potrafi rozwiązać równanie Schroedingera dla jednowymiarowej studni potencjalnej
Na ocenę 4.0	Student potrafi rozwiązać równanie Schroedingera dla jednowymiarowej studni potencjalnej i wyjaśnić pochodzenie kwantowania energii
Na ocenę 4.5	Student potrafi rozwiązać równania Schroedingera dla cząstki w potencjale typu skończonej bariery i obliczyć współczynnik transmisji
Na ocenę 5.0	Student potrafi rozwiązać równania Schroedingera dla oscylatora harmonicznego
Efekt kształcenia 5	
Na ocenę 2.0	Student nie zna techniki operatorów drabinkowych
Na ocenę 3.0	Student potrafi zdefiniować operatory drabinkowe L+ i L-
Na ocenę 3.5	Student potrafi policzyć komutator [Lx, Ly]
Na ocenę 4.0	Student potrafi policzyć komutator [L2, Lz]
Na ocenę 4.5	Student potrafi wyrazić operator L2 za pomocą operatorów L+ i L-
Na ocenę 5.0	Student potrafi zastosować technikę operatorów drabinkowych do działania operatorów L+ i L- na funkcje stanu
Efekt kształcenia 6	
Na ocenę 2.0	Student nie potrafi rozwiązać problemu własnego składowej z-towej operatora momentu pędu
Na ocenę 3.0	Student potrafi rozwiązać problemu własnego składowej z-towej operatora momentu pędu
Na ocenę 3.5	Student potrafi zapisać równanie własne kwadratu operatora momentu pędu oraz jego składowej z-towej korzystając z techniki operatorów drabinkowych
Na ocenę 4.0	Student potrafi pokazać, że operatory L+ i L- zwiększają i obniżają liczbę kwantową m odpowiednio o jeden
Na ocenę 4.5	Student potrafi wykazać, że istnieje maksymalna i minimalna wartość liczby kwantowej m

Na ocenę 5.0	Student potrafi rozwiązać problem własny kwadratu operatora momentu pędu z kompletną dyskusją rozwiązań
Efekt kształcenia 7	
Na ocenę 2.0	Student nie zna definicji operatorów hermitowskich
Na ocenę 3.0	Student zna definicję operatorów hermitowskich
Na ocenę 3.5	Student zna pojęcie promienia w przestrzeni Hilberta i potrafi go powiązać z funkcją stanu
Na ocenę 4.0	Student zna konsekwencje fizyczne komutacji operatorów hermitowskich
Na ocenę 4.5	Student potrafi wykazać, że komutacja operatorów hermitowskich implikuje wspólną bazę funkcji własnych dla tych operatorów
Na ocenę 5.0	Student potrafi wykazać, że komutacja operatorów hermitowskich implikuje wspólną bazę funkcji własnych dla tych operatorów i pokazać implikacje tego faktu
Efekt kształcenia 8	
Na ocenę 2.0	Student nie potrafi zapisać równania Schroedingera dla atomu wodoru
Na ocenę 3.0	Student potrafi policzyć komutator hamiltonianu dla atomu wodoru i kwadratu operatora momentu pędu
Na ocenę 3.5	Student potrafi zapisać równanie Schroedingera dla atomu wodoru we współrzędnych sferycznych
Na ocenę 4.0	Student potrafi rozseparować równanie Schroedingera dla atomu wodoru na część kątową i radialną
Na ocenę 4.5	Student potrafi rozwiązać radialne równanie
Na ocenę 5.0	Student potrafi rozwiązać równanie Schroedingera dla atomu wodoru i przeprowadzić dyskusję rozwiązań
Efekt kształcenia 9	
Na ocenę 2.0	Student nie potrafi uzasadnić potrzeby wprowadzenia operatora spinu
Na ocenę 3.0	Student potrafi opisać doświadczenie Sterna-Gerlacha
Na ocenę 3.5	Student potrafi uzasadnić potrzebę wprowadzenia reprezentacji macierzowej dla operatora spinu
Na ocenę 4.0	Student potrafi przeprowadzić konstrukcję macierzową operatora spinu
Na ocenę 4.5	Student zna własności macierzy Pauliego
Na ocenę 5.0	Student potrafi przeprowadzić konstrukcję macierzową operatora spinu i pokazać własności macierzy Pauliego
Efekt kształcenia 10	

Na ocenę 2.0	Student nie potrafi wyrazić operatora momentu magnetycznego za pomocą operatora spinu
Na ocenę 3.0	Student potrafi wyrazić operator momentu magnetycznego za pomocą operatora spinu
Na ocenę 3.5	Student potrafi zapisać równanie Schroedingera dla atomu wodoru w polu magnetycznym
Na ocenę 4.0	Student potrafi wykorzystać rozwiązanie równania Schroedingera dla atomu wodoru bez pola magnetycznego dla naszego przypadku
Na ocenę 4.5	Student potrafi rozwiązać równanie Schroedingera dla atomu wodoru w polu magnetycznym
Na ocenę 5.0	Student potrafi rozwiązać równanie Schroedingera dla atomu wodoru w polu magnetycznym i wytłumaczyć efekt Zeemana w słabym polu magnetycznym

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K_W15, K_W05	Cel 1	W1	N1 N2 N3	F1
EK2	K_U06, K_U10	Cel 1	W1	N1 N2 N3	F1
EK3	K_W15, K_W05	Cel 2	W2 W3 W4	N1 N2 N3	F1
EK4	K_U06, K_U10	Cel 3	W5	N1 N2 N3	F1
EK5	K_W15, K_W05	Cel 4	W6	N1 N2	F1
EK6	K_U06, K_U10	Cel 4	W6	N1 N2	F1
EK7	K_W15, K_W05	Cel 4	W6	N1 N2 N3	F1
EK8	K_U06, K_U10	Cel 5	W7	N1 N2 N3	F1
EK9	K_W15, K_W05	Cel 6	W7	N1 N2	F1

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK10	K_U06, K_U10	Cel 6	W8	N1 N2 N3	F1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] R. Shankar — *Mechanika kwantow*, Warszawa, 2006, PWN

[2] K. Wódkiewicz, J.B. Brojan, J. Mostowski — *Zbiór zadań z mechaniki kwantowe*, Warszawa, 1978, PWN

Literatura uzupełniająca

[1] L.I. Schiff — *Mechanika kwantowa*, Warszawa, 1977, PWN

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

prof. dr hab. Włodzimierz Wójcik (kontakt: puwojcik@cyf-kr.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 prof. dr hab. Włodzimierz Wójcik (kontakt: puwojcik@cyf-kr.edu.pl)

2 dr Robert Gębarowski (kontakt: rgebarowski@pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .