



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Mechanika kwantowa, PG_00069337						
Kierunek studiów	Nanotechnologia						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2025 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2026/2027		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć					
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	2	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	4	Liczba punktów ECTS			4.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			egzamin		
Jednostka prowadząca	Wydziały Politechniki Gdańskiej -> Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Katedra Fizyki Ciała Stałego						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr inż. Szymon Winczewski				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu		dr inż. Szymon Winczewski				
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	30.0	0.0	0.0	0.0	60
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
	Adres kursu na platformie eNauczenie: <a href="https://enauczenie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=47738">https://enauczenie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=47738</a>						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	60		4.0		36.0	100
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z mechaniką kwantową, która stanowi podstawę opisu teoretycznego zjawisk zachodzących na poziomie atomowym. Przedmiot ma także na celu przygotowanie studentów do dalszego (realizowanych na wyższych latach/stopniach studiów) kształcenia w zakresie opisu teoretycznego i modelowania materiałów oraz nanostruktur (tj. przedmiotów takich jak Komputerowe modelowanie materiałów, Fizyczne podstawy nanotechnologii, Teoretyczne podstawy nanotechnologii, Nanotechnologia obliczeniowa).						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu		Sposób weryfikacji i oceny efektu		
	[K6_U01] potrafi uczyć się samodzielnie, pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł.	Student potrafi samodzielnie przestudiować wskazaną literaturę. W szczególności, potrafi odnaleźć treści dotyczące zagadnień omówionych na wykładzie, celem ponownego, dogłębnego przestudiowania ich.		[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu			
	[K6_W03] ma systematyczną wiedzę w zakresie wszystkich działów fizyki ogólnej (mechanika i nauka o ciepłe, elektryczność i magnetyzm, fale, optyka, elementy fizyki współczesnej).	Student posiada wiedzę z zakresu mechaniki kwantowej, która stanowi dział fizyki współczesnej. Student potrafi przedstawić prawa mechaniki kwantowej. Student potrafi stosować formalizm matematyczny mechaniki kwantowej przy rozwiązaniu przykładowych problemów.		[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej [SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym			

Treści przedmiotu	<p>Treści przedmiotu - wykład</p> <p>1) Wprowadzenie (rys historyczny, analogie i różnice w opisie klasycznym i kwantowym, znaczenie i zastosowania mechaniki kwantowej).</p> <p>2) Rachunek prawdopodobieństwa (zmienne dyskretne i ciągłe, prawdopodobieństwo, funkcja rozkładu gęstości prawdopodobieństwa, wartość średnia, odchyłka, wariancja, odchylenie standardowe).</p> <p>3) Podstawy mechaniki kwantowej (zależne od czasu równanie Schrödingera, funkcja falowa, interpretacja statystyczna, normalizacja funkcji falowej, operatory położenia i pędu, wartości oczekiwane, kolaps funkcji falowej, zasada nieoznaczoności Heisenberga).</p> <p>4) Procedura rozwiązania zależnego od czasu równania Schrödingera (separacja zmiennych, charakterystyka i własności stanów stacjonarnych, postać rozwiązania ogólnego, uwzględnienie warunku początkowego, niezależne od czasu równanie Schrödingera).</p> <p>5) Nieskończona studnia potencjału (sformułowanie zagadnienia, rozwiązanie równania Schrödingera, postać i własności rozwiązań).</p> <p>6) Oscylator harmoniczny (sformułowanie zagadnienia, rozwiązanie metodą operatorów drabinkowych, komutator operatorów, relacje komutacyjne, postać i własności rozwiązań, efekt tunelowy).</p> <p>7) Cząstka swobodna (sformułowanie zagadnienia, fale płaskie, paczka falowa).</p> <p>8) Potencjał funkcji delta Diraca (stany związane i stany rozproszeniowe, sformułowanie zagadnienia, postać i własności rozwiązań, zjawiska przejścia i odbicia).</p> <p>9) Formalizm matematyczny mechaniki kwantowej (przestrzeń Hilberta, iloczyn skalarny funkcji, nierówność Schwarz'a, obserwabla, operatory hermitowskie, zagadnienie własne, wektory własne, wartości własne, uogólniona postać zasady nieoznaczoności, notacja Diraca).</p> <p>10) Atom wodoru (sformułowanie zagadnienia, równanie Schrödingera we współrzędnych sferycznych, separacja zmiennych, równanie kątowe i radialne, rozwiązania równania kąтового, stowarzyszone wielomiany Legendre'a, harmoniki sferyczne, rozwiązania równania radialnego, stowarzyszone wielomiany Laguerre'a, liczby kwantowe, powłoki, podpowłoki, orbitale).</p> <p>Treści przedmiotu - ćwiczenia Ćwiczenia: przykładowe zadania rachunkowe dotyczące treści/zagadnień omawianych na wykładzie.</p>		
Wymagania wstępne i dodatkowe	Znajomość matematyki i fizyki na poziomie dwóch pierwszych lat studiów, w szczególności zaś dobra znajomość następujących działów matematyki i fizyki: rachunek różniczkowy, rachunek całkowy, rachunek prawdopodobieństwa, mechanika klasyczna, elektrostatyka i magnetyzm, fizyka współczesna (podstawy).		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	egzamin pisemny z teorii	50.0%	50.0%
	dwa sprawdziany pisemne z zadań rachunkowych	50.0%	50.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	David J. Griffiths, Introduction to quantum mechanics, wydanie 2, Pearson Prentice Hall, 2005.	
	Uzupełniająca lista lektur	Ramamurti Shankhar, Mechanika kwantowa, tłum. M. Łukaszewski, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007.	
	Adresy eZasobów		

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Omów analogie i różnice w opisie klasycznym i kwantowym.</li> <li>2. Czym jest funkcja rozkładu gęstości prawdopodobieństwa? Jakie własności ona posiada?</li> <li>3. Przedstawić zależne od czasu równanie Schrödingera.</li> <li>4. Omówić statystyczną interpretację funkcji falowej.</li> <li>5. Sformułować zasadę nieoznaczoności Heisenberga dla operatorów położenia i pędu i omów jej następstwa.</li> <li>6. Omówić procedurę stosowaną do rozwiązania zależnego od czasu równania Schrödingera.</li> <li>7. Przedstawić niezależne od czasu równanie Schrödingera.</li> <li>8. Wyjaśnij dlaczego stany stacjonarne są tak bardzo istotne w mechanice kwantowej.</li> <li>9. Rozwiąż niezależne od czasu równanie Schrödingera dla nieskończonej studni potencjału, rozciągającej się pomiędzy punktami 0 oraz <math>a</math>.</li> <li>10. Za pomocą operatorów drabinkowych wyraż hamiltonian kwantowego oscylatora harmonicznego.</li> <li>11. Wyjaśnij, czym jest paczka falowa? Z czego wynika wyjątkowe znaczenie tego pojęcia w mechanice kwantowej?</li> <li>12. Wyjaśnij na czym polega zjawisko tunelowania. Jakie są konsekwencje tego zjawiska?</li> <li>13. Jaki jest sens fizyczny współczynników transmisji <math>T</math> i odbicia <math>R</math>. Jak są one zdefiniowane? Jak są one ze sobą związane?</li> <li>14. Omów własności operatorów stosowanych w mechanice kwantowej.</li> <li>15. Omów notację Diraca.</li> <li>16. Wyjaśnić czym jest równanie własne, wektory własne i wartości własne. Podać przykłady równań własnych z mechaniki kwantowej.</li> <li>17. Wychodząc z nierówności Schwarza wyprowadzić uogólnioną zasadę nieoznaczoności.</li> <li>18. Czym są orbitale? Czym są powłoki? Czym są podpłoki? W jaki sposób pojęcia te wiążą się z liczbami kwantowymi <math>n</math>, <math>l</math> i <math>m</math>?</li> <li>19. Omówić kwantyzację momentu pędu.</li> <li>20. Dla podanej funkcji falowej obliczyć wartości oczekiwane. Sprawdzić, czy spełniona jest zasada nieoznaczoności Heisenberga.</li> </ol>
Zajęcia praktyczne w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.