

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Introduction to Computational Mathematics in Quantum Mechanics, PG_00208796						
Kierunek studiów	Matematyka (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2025 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2026/2027		
Poziom kształcenia	II stopnia		Grupa zajęć		Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć fakultatywnych		
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	2		Język wykładowy		angielski Wykład prowadzony jest w języku angielskim przez osobę polskojęzyczną, laboratoria — też w języku angielskim, ale przez osobę niemieckojęzyczną.		
Semestr studiów	4		Liczba punktów ECTS		6.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		egzamin		
Jednostka prowadząca							
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. Karolina Kropielnicka				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
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						
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		10.0		80.0	150
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami matematycznymi i obliczeniowymi służącymi do symulacji układów mechaniki kwantowej. Studenci nauczą się modelować zjawiska fizyczne opisane równaniem Schrödingera, implementować algorytmy numeryczne w Pythonie oraz wizualizować dynamikę kwantową. Przedmiot łączy klasyczny i kwantowy opis układów fizycznych, integrując rygorystyczną teorię matematyczną z obliczeniami praktycznymi.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[MATMU2_W01] zna i rozumie w sposób pogłębiony teorię wybranych działów matematyki	Student zna i rozumie teorię wybranych dziedzin matematyki: analizę funkcjonalną, analizę Fouriera oraz metody numeryczne dla równań różniczkowych cząstkowych.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_U07] potrafi określić swoje zainteresowania i je rozwijać; w szczególności jest w stanie nawiązać kontakt ze specjalistami w swojej dziedzinie, np. rozumieć ich wykłady przeznaczone dla młodych matematyków	Student potrafi określić swoje zainteresowania matematyką obliczeniową i mechaniką kwantową, a także omówić je ze specjalistami w swojej dziedzinie.	[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_U03] potrafi rozumieć teksty matematyczne, o różnym charakterze, z wybranych dziedzin matematyki	Student potrafi czytać i rozumieć teksty matematyczne o zróżnicowanym charakterze, dotyczące mechaniki kwantowej i analizy numerycznej.	[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_K04] jest gotów do rozumienia i docenienia znaczenia uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępowania etycznego	Student docenia intelektualną wartość matematycznej ścisłości w konstruowaniu wiarygodnych algorytmów numerycznych.	[SK4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_K05] jest gotów do samodzielnego wyszukiwania informacji w literaturze, także w językach obcych	Student samodzielnie wyszukuje informacje w literaturze naukowej, w tym w źródłach anglojęzycznych.	[SK4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_U05] potrafi w wybranej dziedzinie przeprowadzać dowody, w których stosuje w razie potrzeby również narzędzia z innych działów matematyki	Student potrafi przeprowadzać dowody i wyprowadzać schematy numeryczne w dziedzinie mechaniki kwantowej, korzystając w razie potrzeby z narzędzi innych dziedzin matematyki.	[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_W03] zna i rozumie w sposób pogłębiony wybraną dziedzinę matematyki teoretycznej lub stosowanej i jest w stanie rozumieć sformułowania zagadnień tej dziedziny pozostających na etapie badań oraz zna powiązania zagadnień tej dziedziny z innymi działami matematyki	Student zna i rozumie w pogłębiony sposób wybraną dziedzinę matematyki stosowanej (numeryczna dynamika kwantowa) oraz dostrzega jej powiązania z innymi dziedzinami	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_U06] potrafi zastosować metody i przykłady z wybranej dziedziny matematyki w pokrewnych dziedzinach	Student potrafi zastosować metody matematyki obliczeniowej do zagadnień mechaniki kwantowej i dziedzin pokrewnych.	[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_K06] jest gotów do formułowania opinii na temat podstawowych zagadnień matematycznych	Student jest gotów do formułowania opinii na temat podstawowych zagadnień matematyki obliczeniowej i jej roli w naukach fizycznych.	[SK4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_K01] jest gotów do uznania ograniczenia własnej wiedzy i jest gotów do dalszego kształcenia	Student rozpoznaje granice swojej wiedzy z zakresu mechaniki kwantowej i metod numerycznych oraz identyfikuje obszary wymagające dalszego kształcenia.	[SK4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_U01] potrafi konstruować rozumowania matematyczne: dowodzić twierdzenia, jak i obalać hipotezy poprzez konstrukcje i dobór kontrprzykładów	Student konstruuje rozumowania matematyczne: wyprowadza własności rozwiązań równania Schrödingera i podaje kontrprzykłady tam, gdzie jest to stosowne.	[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_K02] jest gotów do precyzyjnego formułowania pytań, służących pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	Student formułuje precyzyjne pytania dotyczące modeli mechaniki kwantowej i algorytmów numerycznych w celu identyfikacji luk w swoim rozumieniu.	[SK4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[MATMU2_W02] zna i rozumie dobrze rolę i znaczenie konstrukcji rozumowań matematycznych	Student zna i rozumie rolę rozumowań matematycznych leżących u podstaw metod podziału (splitting), metod Galerkina oraz dyskretyzacji spektralnej.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny

	<table><tr><th>Efekt kierunkowy</th><th>Efekt z przedmiotu</th><th>Sposób weryfikacji i oceny efektu</th></tr><tr><td>[MATMU2_U04] potrafi, na poziomie zaawansowanym i obejmującym matematykę współczesną, stosować oraz przedstawiać w mowie i na piśmie, metody co najmniej jednej wybranej gałęzi matematyki</td><td>Student stosuje współczesną matematykę — transformaty Fouriera, teorię operatorów, całkowanie numeryczne — na poziomie zaawansowanym, zarówno w mowie, jak i na piśmie.</td><td>[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny</td></tr></table>	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu	[MATMU2_U04] potrafi, na poziomie zaawansowanym i obejmującym matematykę współczesną, stosować oraz przedstawiać w mowie i na piśmie, metody co najmniej jednej wybranej gałęzi matematyki	Student stosuje współczesną matematykę — transformaty Fouriera, teorię operatorów, całkowanie numeryczne — na poziomie zaawansowanym, zarówno w mowie, jak i na piśmie.	[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny		
Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu							
[MATMU2_U04] potrafi, na poziomie zaawansowanym i obejmującym matematykę współczesną, stosować oraz przedstawiać w mowie i na piśmie, metody co najmniej jednej wybranej gałęzi matematyki	Student stosuje współczesną matematykę — transformaty Fouriera, teorię operatorów, całkowanie numeryczne — na poziomie zaawansowanym, zarówno w mowie, jak i na piśmie.	[SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny							
Treści przedmiotu	TREŚCI PRZEDMIOTU 1. Wprowadzenie do mechaniki klasycznej i układów hamiltonowskich. 2. Podstawy mechaniki kwantowej: funkcje falowe, interpretacja probabilistyczna, obserwable, oscylator harmoniczny. 3. Swobodne liniowe równanie Schrödingera; techniki transformaty Fouriera. 4. Zależne od czasu równanie Schrödingera z potencjałami; prawa zachowania (masy, energii). 5. PL: Metody podziału i kompozycji do całkowania w czasie; stabilność numeryczna; algorytmy zachowujące strukturę. 6. Gaussowskie pakiety falowe jako przykład metod aproksymacji bez siatki. 7. Dyskretyzacja przestrzenna: metody Galerkina, metody kolokacji, metoda Czebyszewa. 8. Implementacja algorytmów numerycznych w Pythonie; wizualizacja zjawisk kwantowych.								
Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawowa znajomość rachunku różniczkowego i całkowego, algebry liniowej oraz zwyczajnych równań różniczkowych.								
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table><tr><th>Sposób oceniania (składowe)</th><th>Próg zaliczeniowy</th><th>Składowa oceny końcowej</th></tr><tr><td>egzamin pisemny</td><td>51.0%</td><td>100.0%</td></tr></table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	egzamin pisemny	51.0%	100.0%		
	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej						
egzamin pisemny	51.0%	100.0%							
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	1. C. Lubich, <i>From Quantum to Classical Molecular Dynamics: Reduced Models and Numerical Analysis</i> , European Mathematical Society, 2008. 2. B. C. Hall, <i>Quantum Theory for Mathematicians</i> , Springer, 2013.							
	Uzupełniająca lista lektur	1. W. Scherer, <i>Mathematics of Quantum Computing: An Introduction</i> , Springer, 2019.							
	Adresy eZasobów								
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	1. Wyprowadź prawo zachowania masy dla liniowego równania Schrödingera. 2. Zaimplementuj schemat Stranga (Strang splitting) dla zależnego od czasu równania Schrödingera w Pythonie. 3. Zastosuj spektralną metodę Czebyszewa do dyskretyzacji przestrzennej równania Schrödingera. 4. Symuluj i zwizualizuj dynamikę gaussowskiego pakietu falowego w potencjale harmonicznym. 5. Przeanalizuj stabilność numeryczną danego schematu całkowania w czasie.								
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy								

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.