

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Functional Analysis and Partial Differential Equations, PG_00215086						
Kierunek studiów	Quantum Information Technology (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			
Semestr studiów	3	Liczba punktów ECTS		6.0			
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia		zaliczenie			
Jednostka prowadząca							
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot						
	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		0.0		0.0	60
Cel przedmiotu	The aim of the course is to introduce the principal concepts and methods of functional analysis and to demonstrate their application to the study of partial differential equations. The first part of the course develops the theory of Banach and Hilbert spaces, bounded linear operators, duality, weak convergence, compactness and spectral properties of operators. Particular attention is given to fundamental results such as the Hahn–Banach theorem, the Riesz representation theorem and the Lax–Milgram theorem. The second part introduces classical and weak methods for partial differential equations. Students study first-order equations, the Laplace, Poisson and heat equations, fundamental solutions, Green functions and energy methods. The course then develops weak derivatives and Sobolev spaces, including approximation, extension, trace and embedding results, and uses this framework to formulate and analyse weak solutions of elliptic and parabolic equations. A further objective is to enable students to recognize the role of functional-analytic methods in establishing existence, uniqueness, regularity and stability properties of solutions of partial differential equations.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[QITL3_W04] zna zaawansowane metody fizyki teoretycznej i matematycznej niezbędne w tworzeniu modeli mechaniki kwantowej	The student knows the principal theorems of functional analysis, including the Hahn–Banach theorem, the Riesz representation theorem and the Lax–Milgram theorem, and understands the assumptions and conclusions of these results.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[QITL3_W02] posiada pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej matematyki oraz metod matematycznych i komputerowych, konieczną do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim poziomie złożoności oraz zaawansowaną w obszarze informacji kwantowej i jej technologicznych aspektów	The student can solve representative first-order equations using characteristics and can apply fundamental solutions, Green functions, mean-value properties and energy methods to basic elliptic and parabolic equations.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny
Treści przedmiotu	Functional analysis 1. Normed spaces and Banach spaces. Examples and non-examples. 2. The spaces $(L^p(X, \mu))$. 3. Riesz lemma and non-compactness of the closed unit ball in infinite-dimensional normed spaces. 4. Bounded linear operators and equivalent characterizations of continuity. 5. Hilbert spaces and orthogonality. 6. Orthogonal projections. 7. Riesz representation theorem for Hilbert spaces. 8. The Lax–Milgram theorem. 9. Orthonormal systems and orthonormal bases. 10. Hahn–Banach extension theorem. 11. Geometric forms of the Hahn–Banach theorem and separation of convex sets. 12. Weak and weak-* convergence. 13. Adjoint operators. 14. Compact operators. 15. Spectrum and resolvent of a bounded linear operator. Partial differential equations 1. First-order partial differential equations and the method of characteristics, including nonlinear examples. 2. Laplace equation and harmonic functions. 3. Fundamental solution of the Laplace operator. 4. Poisson equation and representation by the fundamental solution. 5. Mean-value property for harmonic functions. 6. Liouville theorem. 7. Boundary-value problems and Green functions. 8. Energy methods. 9. Heat equation. 10. Mean-value properties for the heat equation. 11. Weak derivatives. 12. Sobolev spaces. 13. Approximation by smooth functions. 14. Extension theorems for Sobolev functions. 15. Trace theorem. 16. Sobolev inequalities and embedding theorems. 17. Weak formulations of elliptic and parabolic equations; existence and uniqueness of weak solutions.		
Wymagania wstępne i dodatkowe	A solid background in undergraduate real analysis, linear algebra and multivariable calculus is required. Students should be familiar with metric spaces, sequences and series of functions, Lebesgue integration and basic measure theory. Familiarity with ordinary differential equations is recommended.		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	colloquium	51.0%	50.0%
	exam	51.0%	50.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	Basic literature 1. H. Brezis, <i>Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations</i>, Springer. 2. L. C. Evans, <i>Partial Differential Equations</i>, American Mathematical Society. 3. W. Rudin, <i>Functional Analysis</i>, McGraw–Hill.	
	Uzupełniająca lista lektur	Supplementary literature 1. J. B. Conway, <i>A Course in Functional Analysis</i>, Springer.	
	Adresy eZasobów		

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.