

**KARTA KURSU**  
Studia stacjonarne I stopnia Fizyka

Nazwa	Metody Matematyczne Fizyki
Nazwa w j. ang.	<i>Mathematical Methods in Physics</i>

Koordinator	dr hab Tomasz Dobrowolski	Zespół dydaktyczny
		dr Jacek Gruszcak
Punktacja ECTS*	6	

Opis kursu (cele kształcenia)

Uzupełnienie wiedzy z zakresu metod matematycznych stosowanych do rozwiązywania problemów fizycznych. Nabycie umiejętności pozwalających na głębsze rozumienie treści poznawanych w ramach różnorodnych przedmiotów fizycznych m.in. Mechaniki klasycznej, Elektrodynamiki oraz Mechaniki kwantowej a także Fizyki atomowej, Fizyki ciała stałego, Fizyki jądrowej itd. Umiejętność samodzielnego wykorzystania metod matematycznych w prowadzonych badaniach. Nabycie umiejętności porównywania treści matematycznych poznanych na zajęciach z przedmiotów fizycznych.  
Przedmiot prowadzony w języku polskim.

Warunki wstępne

Wiedza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- z zakresu Podstawy Programowej z matematyki dla szkoły ponadgimnazjalnej (Liceum Ogólnokształcące, Liceum Profilowane, Technikum)</li> <li>- z kursów Analizy matematycznej oraz Algebry: Analiza matematyczna w fizyce 1, Analiza matematyczna w fizyce 2, Algebra dla fizyków.</li> </ul>
Umiejętności	Prowadzenia obliczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nabyte w szkole średniej</li> <li>- nabyte na zajęciach z Analizy matematycznej oraz Algebry</li> </ul>
Kursy	Analiza matematyczna, Algebra

Wiedza	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla studiów
	<p>W_01 - Wie w jakich sytuacjach definiuje się funkcje specjalne. Zna funkcję gamma Eulera, funkcję beta, dzeta Riemanna, funkcje eliptyczne, funkcję błędu oraz zna ich własności oraz przykłady problemów, do opisu których są wykorzystywane. Zna rozwinięcie punktu siodłowego.</p> <p>W_02 - Wie czym jest funkcja delta Diraca zna jej definicję oraz własności. Potrafi reprezentować funkcję delta jako granicę ciągu funkcji. Zna pojęcie dystrybucji oraz określenie jej pochodnej.</p> <p>W_03 - Zna pojęcia przestrzeni Banacha, przestrzeni Hilberta. Zna tw. Riesz – Fischera. Wie jak wybór bazy w przestrzeni <math>L^2(a,b)</math> wiąże się z rozkładem funkcji na szereg. Zna rozwinięcie funkcji w szereg Fouriera. Wie jak rozwijać funkcję delta w szereg funkcyjny.</p> <p>W_04 - Zna całkową transformatę Fouriera oraz jej zastosowania do rozwiązywania równań różniczkowych. Zna relację Parsevala, tw. O splocie oraz inne tw. dotyczące transformaty Fouriera. Zna pojęcie transformaty Laplace'a oraz jej zastosowania do rozwiązywania równań różniczkowych.</p> <p>W_05 - Zna pojęcie równania różniczkowego zwyczajnego. Zna tw. O rozwiązaniach równań różniczkowych rzędu pierwszego. Zna metody rozwiązywania równań liniowych rzędu drugiego. Wie jakie jest znaczenie liniowej niezależności rozwiązań (Wrońskian). Zna tw. O drugim rozwiązaniu równań rzędu drugiego oraz tw. O rozwiązaniach równań niejednorodnych.</p> <p>W_06 - Zna tw. aproksymacyjne Weierstrassa. Wie jak badać samosprężoność operatora różniczkowego rzędu drugiego w przestrzeniach funkcji całkowalnych z kwadratem. Zna zagadnienie Sturm – Liouville’a. Potrafi klasyfikować wielomiany ortogonalne jako funkcje własne operatora Sturm – Liouville’a. Wie jak rozwijać funkcje w szereg wielomianów ortogonalnych. Zna wzór Rodriguesa oraz wzór Schäfli. Zna pojęcie funkcji generującej.</p> <p>W_07 - Zna podstawowe operatory różniczkowe (gradient, dywergencję, rotację, Laplacian) oraz wie jakie jest ich znaczenie. Zna podstawowe równania różniczkowe cząstkowe fizyki matematycznej. Zna podstawowe typy równań różniczkowych cząstkowych rzędu drugiego. Zna metody rozpoznawania typu równania w dwóch wymiarach.</p>	<p>K_W04</p> <p>K_W04</p> <p>K_W04</p> <p>K_W04</p> <p>K_W04</p> <p>K_W04</p> <p>K_W04, K_W03</p>

	Wie jaka jest relacja pomiędzy warunkami początkowymi oraz brzegowymi, a typem równania. Zna postać warunków Dirichleta oraz Neumanna . Wie na czym polega metoda separacji zmiennych.	
--	--	--

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Umiejętności	U_01 - Potrafi zastosować w różnych kontekstach fizycznych funkcje specjalne.	K_U01, K_U02, K_U03
	U_02 - Potrafi wykonywać obliczenia na dystrybucjach.	K_U01, K_U02, K_U03
	U_03 - Jest przygotowany do wykorzystania analizy Fouriera w różnych kontekstach fizycznych.	K_U01, K_U02, K_U03 K_U08, K_U09
	U_04 - Stosuje transformatę Laplace'a do rozwiązywania równań różniczkowych.	K_U01, K_U02, K_U03
	U_05 - Potrafi rozwiązywać pewne klasy równań różniczkowych zwyczajnych.	K_U01, K_U02, K_U03
	U_06 - Potrafi dokonywać rozkładu funkcji na wielomiany ortogonalne.	K_U01, K_U02, K_U03
	U_07 - Potrafi rozwiązywać pewne klasy stosowanych w fizyce i technice równań różniczkowych cząstkowych.	K_U01, K_U02, K_U03 K_U08, K_U09

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Kompetencje społeczne	K_01 - Zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych.	K_K01,
	K_02 - Potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania.	K_K01,
	K_03 - Potrafi pracować zespołowo; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter.	K_K03,
	K_04 - Rozumie i docenia znaczenie sumienności i uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie.	K_K05,

Organizacja							
Forma zajęć	Wykład (W)	zajęcia w grupach					
		A	K	L	S	P	Z
Liczba godzin	30	45					

### Opis metod prowadzenia zajęć

Podczas wykładów preferowane są metody aktywizujące i motywujące: metody dyskusji, intuicyjne przedstawianie pojęć abstrakcyjnych; motywujące są wzmianki o zastosowaniach fizycznych poszczególnych pojęć. Podczas ćwiczeń preferowana jest dyskusja oraz samodzielne rozwiązywanie problemów związanych z tematyką wykładów.

### Formy sprawdzania efektów kształcenia

	E – learning	Gry dydaktyczne	Ćwiczenia w szkole	Zajęcia terenowe	Praca laboratoryjna	Projekt indywidualny	Projekt grupowy	Udział w dyskusji	Referat	Praca pisemna (esej)	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Inne
W_01	x							x			x	x	
W_02	x							x			x	x	
W_03	x							x			x	x	
W_04	x							x			x	x	
W_05	x							x			x	x	
W_06	x							x			x	x	
W_07	x							x			x	x	
U_01								x		x	x	x	
U_02								x		x	x	x	
U_03								x		x	x	x	
U_04								x		x	x	x	

U_05								X		X	X	X	
U_06								X		X	X	X	
U_07								X		X	X	X	
K_01								X			X	X	
K_02								X			X	X	
K_03								X			X	X	
K_04								X			X	X	

Kryteria oceny	<p>Ocena końcowa jest średnią oceny podsumowującej odpowiedzi ustne oraz oceny uzyskanej z kolokwium zaliczeniowego.</p> <p>Ocena podsumowująca odpowiedzi ustne jest średnią ocen z odpowiedzi ustnych.</p>
----------------	--

Uwagi	<p><b>BARDZO DOBRY</b> Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W_01 – W_07, U_01 – U_07 oraz kompetencje K_01 – K_04 i wykazuje samodzielność, operatywność i twórcze podejście w ich stosowaniu w procesie edukacyjnym.</p> <p><b>DOBRY</b> Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W_01 – W_07, U_01 – U_07 oraz kompetencje K_01 – K_04. Wykorzystuje je w procesie edukacyjnym według wskazówek nauczyciela akademickiego.</p> <p><b>DOSTATECZNY</b> Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W_01 – W_07, U_01 – U_07 oraz kompetencje K_01 – K_04. Stosuje je w procesie edukacyjnym według szczegółowych instrukcji nauczyciela akademickiego.</p> <p><b>NIEDOSTATECZNY</b> Student nie opanował wiedzy wymienionej w punktach W_01 – W_07 ani nie osiągnął większości wspomnianych umiejętności i kompetencji.</p>
-------	---

Treści merytoryczne (wykaz tematów)

## WYKAZ ZAGADNIEŃ DLA PRZEDMIOTU MATEMATYCZNE METODY FIZYKI

### A) Funkcje specjalne

Funkcja gamma Eulera oraz jej własności.

Funkcja beta i jej własności.

Funkcja dzeta Reimanna.

Funkcje eliptyczne.

Funkcja błędu.

Rozwinięcie punktu siodłowego.

### **B) Dystrybucje**

Funkcja delta Diraca i jej własności.

Delta jako granica ciągu funkcji.

Dystrybucje.

Pochodna dystrybucji.

Iloczyn prosty dystrybucji.

### **C) Analiza harmoniczna**

Przestrzeń Banacha.

Przestrzeń Hilberta.

Tw. Riesz – Fischera.

Wybór bazy w  $L^2(a,b)$ .

Rozwinięcie funkcji w szereg Fouriera.

Rozwinięcie funkcji delta.

Całkowa transformata Fouriera.

Zastosowanie transformaty Fouriera do rozwiązywania równań różniczkowych.

Relacja Parsevala.

Tw. O splocie.

Transformata Laplace'a oraz jej własności.

### **D) Równania różniczkowe zwyczajne.**

1. Tw. O rozwiązaniach równań różniczkowych rzędu pierwszego.

2. Równania liniowe rzędu drugiego.

3. Liniowa niezależność rozwiązań (Wrońskian).

4. Tw. O drugim rozwiązaniu równań rzędu drugiego.

5. Tw. O rozwiązaniach równań niejednorodnych.

6. Zagnienie Sturma – Liouville'a.

7. Operator samosprężony rzędu drugiego.

### **E) Wielomiany ortogonalne .**

1. Tw. aproksymacyjne Weierstrassa.
2. Baza ortogonalna w przestrzeniach nieskończenie wymiarowych.
3. Wielomiany ortogonalne jako funkcje własne zagadnienia Sturma – Liouville’a.
4. Klasyfikacja wielomianów ortogonalnych.
5. Wzór Rodriguesa.
6. Funkcja generująca.
7. Wzór Schäfli.

**F) Równania różniczkowe cząstkowe.**

1. Operatory różniczkowe (gradient, dywergencja, rotacja, Laplacian).
2. Podstawowe równania fizyki matematycznej.
3. Klasyfikacja równań cząstkowych, a warunki brzegowe.
4. Separacja zmiennych.

Wykaz literatury podstawowej

F.W. Byron, R.W. Fuller „Matematyka w fizyce klasycznej i kwantowej.” Tom 1 i 2.  
 R. Wit, „Matematyczne metody fizyki.”  
 K. Maurin „Metody przestrzeni Hilberta.”  
 N.N. Lebediew „Funkcje specjalne i ich zastosowania.”  
 M. Krzymbański „Równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu.” Tom 1 i 2.

Wykaz literatury uzupełniającej

K. Maurin „Analiza.” cz. 2  
 K. Golec-Biernat "Metody matematyczne dla fizyków II - Równania różniczkowe"

Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	30
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	45

	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	15
liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	20
	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	10
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	
	Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	30
Ogółem bilans czasu pracy		150
Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika (1 ECTS = 25h)		6