Uniwersytet Gdański

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ SPOŁECZNY

**Nazwa przedmiotu**

Metody matematyczne fizyki I - wykład

**Kod ECTS**

13.2.0616

**Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot**

Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki

**Studia**

| wydział | kierunek | | |
|---|---|---|---|
| Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki | Fizyka | poziom | pierwszego stopnia |
| | | forma | stacjonarne |
| | | moduł specjalnościowy | fizyka |
| | | specjalizacja | Podstawowa |

**Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)**

dr Krzysztof Szczygielski; dr hab. Marcin Marciniak; prof. UG, dr hab. Adam Rutkowski

**Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin**

**Formy zajęć**

Wykład

**Sposób realizacji zajęć**

zajęcia w sali dydaktycznej

**Liczba godzin**

Wykład: 30 godz.

**Liczba punktów ECTS**

3

udział studenta w zajęciach (30 godzin): 2 ECTS

praca własna studenta: 1 ECTS

**Termin realizacji przedmiotu**

2024/2025 zimowy

**Status przedmiotu**

obowiązkowy

**Język wykładowy**

polski

**Metody dydaktyczne**

Wykład problemowy

**Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne**

**Sposób zaliczenia**

Egzamin

**Formy zaliczenia**

- egzamin ustny
- egzamin pisemny z pytaniami (zadaniami) otwartymi
- egzamin pisemny (dłuższa wypowiedź pisemna / rozwiązanie problemu)

**Podstawowe kryteria oceny**

Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie min. 51% punktów na egzaminie pisemnym oraz (ewentualnie) poprawna odpowiedź na pytania podczas egzaminu ustnego.

| Składowe oceny | Próg zaliczeniowy | Składowa oceny końcowej |
|---|---|---|
| egzamin | 51% | 100% |

**Sposób weryfikacji założonych efektów uczenia się**

| zakładany efekt kształcenia | Egzamin |
|---|---|
| | Wiedza |
| K_W02 | + |
| K_W04 | + |
| | Umiejętności |
| K_U02 | + |
| K_U08 | + |
| K_U16 | + |
| | Kompetencje |
| K_K01 | + |
| K_K02 | + |
| K_K08 | + |

## Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi

**A. Wymagania formalne**

**B. Wymagania wstępne**

Znajomość algebry liniowej i analizy matematycznej na poziomie pierwszych dwóch semestrów studiów na kierunku Fizyka.

## Cele kształcenia

Opanowanie przez studenta podstawowych pojęć, twierdzeń i metod analizy zespolonej, elementów teorii funkcji analitycznych i podstaw analizy harmonicznej. Zaznajomienie studenta z pojęciem całki Lebesgue'a oraz przybliżenie podstawowej wiedzy na temat operatorów całkowych i różniczkowych.

## Treści programowe

1. Funkcje zespolone. Pochodna funkcji zespolonej
2. Funkcje holomorficzne. Równania Cauchy'ego-Riemanna i ich związek z holomorficznością
3. Twierdzenie Cauchy'ego, wzór całkowy Cauchy'ego
4. Funkcje analityczne i meromorficzne. Szereg Laurenta
5. Punkty osobliwe, residua i obliczanie całek za ich pomocą
6. Elementy teorii przestrzeni Hilberta i przestrzeń L^2
7. Szereg Fouriera i jego zbieżność. Wielomiany ortogonalne
8. Transformacja Fouriera, jej własności i zastosowania
9. Przestrzeń mierzalna, miara. Podzbiory borelowskie w R^n
10. Całka z funkcji mierzalnej względem miary. Całka Lebesgue'a

## Wykaz literatury


1. F. Leja, *Funkcje zespolone*, PWN 1973
2. W. A. Majewski, *Matematyczne metody fizyki 1*, UG 1989
3. F. W. Byron, R. W. Fuller, *Matematyka w fizyce klasycznej i kwantowej*, t. 1 i 2, PWN 1975
4. W. Rudin, *Analiza rzeczywista i zespolona*, PWN 1998


## Kierunkowe efekty uczenia się

K_W02 rozumie rolę eksperymentu fizycznego, matematycznych modeli teoretycznych przybliżających rzeczywistość oraz symulacji komputerowych w metodologii badań naukowych; ma świadomość ograniczeń technologicznych, aparaturowych i metodologicznych w badaniach naukowych

K_W04 zna podstawowe techniki matematyki wyższej, w tym rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej i wielu zmiennych, oraz podstawy algebry w zakresie niezbędnym do opisu zjawisk fizycznych i rozwiązywania problemów fizycznych

K_U02 posiada umiejętność wykonywania pomiarów podstawowych wielkości fizycznych; potrafi opracować, opisać i przedstawić wyniki prostych eksperymentów fizycznych i symulacji komputerowych; potrafi wykonywać analizy ilościowe oraz formułować na tej podstawie wnioski

## Wiedza

Student zna:

- podstawowe własności topologiczne płaszczyzny zespolonej, pojęcie funkcji holomorficznej, pojęcie całki krzywoliniowej z funkcji zespolonej, warunki równoważne holomorficzności: równania Cauchy'ego-Riemanna, analityczność i warunek całkowy Cauchy'ego, pojęcie funkcji meromorficznej, twierdzenie o rozwinięciu funkcji meromorficznej w szereg Laurenta, twierdzenie o residuach, zastosowania twierdzenia o residuach do obliczania całek niewłaściwych
- relację ortogonalności w przestrzeni L_2, pojęcie szeregu trygonometrycznego, szereg Fouriera funkcji rzeczywistej, wzory na współczynniki w szeregu Fouriera, nierówność Bessela, tożsamość Parsevala, twierdzenia o zbieżności szeregu Fouriera, zastosowania szeregów Fouriera do obliczania sum szeregów liczbowych, zastosowania do rozwiązywania równań różniczkowych (m.in. równania falowego)
- definicję transformaty Fouriera dla funkcji całkowalnej, wzory i metody obliczania transformat Fouriera dla wybranych funkcji, własności transformacji Fouriera jako operatora na przestrzeni L_2, określenie transformaty odwrotnej,

| | |
|---|---|
| jakościowe; potrafi szacować niepewności pomiarowe<br>K_U08 potrafi posługiwać się aparatem matematycznym i metodami numerycznymi do opisu i modelowania zjawisk i procesów fizycznych<br>K_U16 potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się<br>K_K01 zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia<br>K_K02 potrafi precyzyjnie formułować problemy służące pogłębieniu zrozumienia danego tematu<br>K_K08 potrafi kompetentnie wypowiadać się na temat podstawowych problemów fizyki i jej zastosowań | związki transformaty Fouriera z różniczkowaniem i splotem funkcji, zastosowanie do rozwiązywania równań różniczkowych<br>• pojęcia sigma-algebry zbiorów, przestrzeni mierzalnej, funkcji mierzalnej, miary; konstrukcję całki z rzeczywistej funkcji mierzalnej względem miary i jej własności; twierdzenia Lebesgue'a o zbieżności monotonicznej i o zbieżności ograniczonej, lemat Fatou; pojęcie zbioru mierzalnego w sensie Lebesgue'a w przestrzeni euklidesowej i pojęcie miary Lebesgue'a; określenie przestrzeni L^p dla dowolnej przestrzeni mierzalnej i ich własności<br>• określenie operatora różniczkowego i jego własności; klasyfikację operatorów różniczkowych drugiego rzędu; postać kanoniczną operatora różniczkowego; operator Laplace'a; określenie operatora całkowego i jego własności; pojęcie jądra operatora całkowego; operator Fredholma.<br>**Umiejętności**<br>Student potrafi:<br>• rozpoznawać własności topologiczne płaszczyzny zespolonej, definiować zbieżność ciągu zespolonego i pojęcie ciągłości funkcji zespolonej<br>• definiować holomorficzność funkcji zespolonej i określić warunki równoważne holomorficzności; zdefiniować całkę po drodze na płaszczyźnie zespolonej i jej własności<br>• definiować pojęcie szeregu potęgowego i szeregu Laurenta funkcji meromorficznej; określić rodzaje punktów osobliwych i scharakteryzować pojęcie residuum; wytłumaczyć użyteczność residuów w obliczeniach całek z funkcji rzeczywistych<br>• zdefiniować szereg Fouriera funkcji zdefiniowanej na odcinku; podać definicję przestrzeni L^2 oraz relacji ortogonalności w niej; zdefiniować transformację Fouriera i podać jej własności<br>• uzasadnić proste własności sigma-ciał i funkcji mierzalnych; nakreślić konstrukcję całki z funkcji mierzalnej względem dowolnej miary<br>• zadać proste przykłady operatorów różniczkowych i całkowych i określić ich własności.<br>**Kompetencje społeczne (postawy)**<br>Student wie, że twierdzenia i metody wnioskowania wypracowane przez matematykę mają bezpośrednie przełożenie na sposób rozumienia zjawisk fizycznych występujących w otaczającym świecie. Student ma świadomość istotności analizy zespolonej, analizy harmonicznej oraz teorii operatorów różniczkowych w różnych aspektach efektywnego modelowania rzeczywistości przyrodniczej. |

**Kontakt**

krzysztof.szczygielski@ug.edu.pl