

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Metody Monte Carlo, PG_00069102						
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2025 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2025/2026		
Poziom kształcenia	II stopnia		Grupa zajęć		Grupa zajęć specjalnościowych		
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	2		Język wykładowy		polski		
Semestr studiów	3		Liczba punktów ECTS		2.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydziały Politechniki Gdańskiej -> Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Instytut Fizyki i Informatyki Stosowanej -> Zakład Metod Obliczeniowych Fizyki Chemicznej						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. Jan Franz				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu		dr hab. Jan Franz				
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	15.0	0.0	15.0	0.0	0.0	30
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
	Adresy kursu na platformie eNauczanie: Moodle ID: 1312 Metody Monte Carlo https://enauczanie.pg.edu.pl/2025/course/view.php?id=1312						
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	30		2.0		18.0	50
Cel przedmiotu	Celem kursu jest systematyczne wprowadzenie studentów do metod Monte Carlo (MC), ze szczególnym uwzględnieniem ich zastosowań w naukach fizycznych. Kurs koncentruje się zarówno na zrozumieniu koncepcyjnym, jak i na zdobyciu praktycznych umiejętności projektowania i analizy symulacji MC z wykorzystaniem języka Python. Kluczowe zagadnienia obejmują techniki losowego próbkowania, redukcję wariancji, procesy Markowa, diagnostykę zbieżności oraz szacowanie błędów statystycznych na podstawie centralnego twierdzenia granicznego. Kurs kończy się omówieniem zastosowań metod MC do zjawisk transportowych oraz prostych układów kwantowych, w tym wariacyjnej metody Monte Carlo i metody całek po trajektoriach Monte Carlo.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu		Sposób weryfikacji i oceny efektu		
	[K7_U07] posiada pogłębioną umiejętność przygotowania wystąpienia ustnego w językach polskim i angielskim, w tym również przedstawiającego wyniki własnych badań naukowych		potrafi przygotować zwięzły raport pisemny, w języku polskim lub angielskim, przedstawiający cel, zastosowaną metodę, wyniki oraz interpretację symulacji Monte Carlo.		[SU1] Ocena realizacji zadania		
	[K7_W02] ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę w zakresie wybranego działu fizyki oraz, w stopniu adekwatnym do potrzeb, w zakresie pokrewnych dziedzin nauki lub techniki		wykazuje szczegółową i teoretycznie ugruntowaną wiedzę na temat metod Monte Carlo w fizyce, w tym ich zastosowania w modelowaniu zjawisk transportowych, procesów stochastycznych oraz układów kwantowych, a także świadomość ich wykorzystania w pokrewnych dziedzinach nauki i technologii.		[SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym		
	[K7_W03] ma wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie fizyki oraz pokrewnych dziedzin nauki i techniki		zna współczesne zastosowania metod Monte Carlo w fizyce, w tym w symulacjach transportu cząstek oraz układów kwantowych, i rozumie ich znaczenie dla aktualnych kierunków rozwoju fizyki obliczeniowej oraz pokrewnych dyscyplin naukowych.		[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		

Treści przedmiotu	Część I Podstawy		
	1. Wykład: Wprowadzenie do metod Monte Carlo (MC): historia, zastosowania. Laboratorium: Pierwsze kroki w Pythonie (print, pętle, listy, proste wykresy).		
	2. Wykład: Liczby losowe: rozkład jednostajny i normalny, generatory pseudolosowe. Laboratorium: Generowanie liczb losowych, histogramy, szybkie testy rozkładów.		
	3. Wykład: Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka: wartość oczekiwana, wariancja, centralne twierdzenie graniczne (CLT). Laboratorium: Symulacje rzutów kostką; obliczanie średniej, wariancji, przedziałów ufności.		
	4. Wykład: Całkowanie Monte Carlo, szacowanie błędu. Laboratorium: Oszacuj PI metodą losową; porównanie z prostą kwadraturą numeryczną.		
	5. Wykład: Redukcja wariancji: ważone próbkowanie (importance sampling), próbkowanie warstwowe (stratified). Laboratorium: Całkowanie prostych funkcji z użyciem importance sampling.		
	Część II Stochastyczne modele w fizyce		
	6. Wykład: Błądzenia przypadkowe i dyfuzja. Laboratorium: Symulacja błędzeń 1D/2D; wizualizacja torów i średniego kwadratu przemieszczenia.		
	7. Wykład: Transport cząstek w ośrodku: rozpraszanie, absorpcja, średnia droga swobodna. Laboratorium: Transport fotonów przez warstwę; zliczanie transmisji/absorpcji z błędami.		
	8. Wykład: Łańcuchy Markowa i rozkłady stacjonarne. Laboratorium: Symulacja skończonego łańcucha Markowa; weryfikacja rozkładu stacjonarnego.		
	9. Wykład: Algorytm Metropolis w fizyce statystycznej. Laboratorium: Model Isinga (1D lub 2D) z aktualizacjami Metropolis; magnetyzacja względem temperatury.		
	10. Wykład: Analiza błędów i zbieżności, autokorelacja w łańcuchach Markowa. Laboratorium: Badanie zbieżności i autokorelacji obserwabli w modelu Isinga.		
	Część III Metody kwantowe i zastosowania		
	11. Wykład: Wariacyjna metoda Monte Carlo (VMC): funkcje próbne i wartości oczekiwane. Laboratorium: VMC dla stanu podstawowego wodoru (bardzo prosta funkcja próbna Gaussa).		
	Wymagania wstępne i dodatkowe	Znajomość podstaw mechaniki klasycznej i mechaniki kwantowej.	
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Quizy	50.0%	50.0%
	Zadanie programistyczne	50.0%	50.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	1. M. Romaniuk, Metody Monte Carlo, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej Wydawca, Warszawa, 2019.	
	Uzupełniająca lista lektur	1. R. Zieliński, Metody Monte Carlo, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1970.	
	Adresy eZasobów		
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	1. Wyjaśnij, w jaki sposób błądzenie przypadkowe może być wykorzystane do modelowania dyfuzji. Wyprowadź oczekiwany związek między średnim kwadratem przemieszczenia a liczbą kroków. Jakie założenia muszą być spełnione, aby ta zależność była prawdziwa?		
	2. Porównaj standardową metodę całkowania Monte Carlo z ważonym próbkowaniem (importance sampling). W jakich sytuacjach importance sampling daje istotną przewagę? Zilustruj odpowiedź krótkim przykładem.		
	3. Zasymuluj dwuwymiarowe błądzenie przypadkowe dla dużej liczby cząstek. Dla każdej cząstki zapisz kwadrat przemieszczenia po zadanej liczbie kroków. Powtórz symulację dla rosnącej liczby kroków (np. N = 10, 50, 100, 500, 1000) i oszacuj średni kwadrat przemieszczenia jako funkcję N. Wykreśl wyniki i sprawdź oczekiwaną liniową zależność.		

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.