



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Metody Monte Carlo, PG_00069102						
Kierunek studiów	Fizyka Techniczna						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2027 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2027/2028		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć					
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	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						
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	

Treści przedmiotu	<p>Treści przedmiotu - wykład Część I Podstawy</p> <p>1. Wykład: Wprowadzenie do metod Monte Carlo (MC): historia, zastosowania. Laboratorium: Pierwsze kroki w Pythonie (print, pętle, listy, proste wykresy).</p> <p>2. Wykład: Liczby losowe: rozkład jednostajny i normalny, generatory pseudolosowe. Laboratorium: Generowanie liczb losowych, histogramy, szybkie testy rozkładów.</p> <p>3. Wykład: Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka: wartość oczekiwana, wariancja, centralne twierdzenie graniczne (CLT). Laboratorium: Symulacje rzutów kostką; obliczanie średniej, wariancji, przedziałów ufności.</p> <p>4. Wykład: Całkowanie Monte Carlo, szacowanie błędów. Laboratorium: Oszacuj PI metodą losową; porównanie z prostą kwadraturą numeryczną.</p> <p>5. Wykład: Redukcja wariancji: ważone próbkowanie (importance sampling), próbkowanie warstwowe (stratified). Laboratorium: Całkowanie prostych funkcji z użyciem importance sampling.</p> <p>Część II Stochastyczne modele w fizyce</p> <p>6. Wykład: Błądzenia przypadkowe i dyfuzja. Laboratorium: Symulacja błędzeń 1D/2D; wizualizacja torów i średniego kwadratu przemieszczenia.</p> <p>7. Wykład: Transport cząstek w ośrodku: rozpraszanie, absorpcja, średnia droga swobodna. Laboratorium: Transport fotonów przez warstwę; zliczanie transmisji/absorpcji z błędami.</p> <p>8. Wykład: Łańcuchy Markowa i rozkłady stacjonarne. Laboratorium: Symulacja skończonego łańcucha Markowa; weryfikacja rozkładu stacjonarnego.</p> <p>9. Wykład: Algorytm Metropolis w fizyce statystycznej. Laboratorium: Model Isinga (1D lub 2D) z aktualizacjami Metropolis; magnetyzacja względem temperatury.</p> <p>10. Wykład: Analiza błędów i zbieżności, autokorelacja w łańcuchach Markowa. Laboratorium: Badanie zbieżności i autokorelacji obserwabli w modelu Isinga.</p> <p>Część III Metody kwantowe i zastosowania</p> <p>11. Wykład: Wariacyjna metoda Monte Carlo (VMC): funkcje próbne i wartości oczekiwane. Laboratorium: VMC dla stanu podstawowego wodoru (bardzo prosta funkcja próbna Gaussa).</p> <p>12. Wykład: Path Integral Monte Carlo (PIMC) I: dyskretyzacja czasu urojonego, model łańcucha paciorków (ring-polymer). Laboratorium: Budowa łańcucha paciorków dla oscylatora harmonicznego; histogramowanie położenia paciorków.</p> <p>13. Wykład: Path Integral Monte Carlo (PIMC) II: obserwabli i proste zastosowania. Laboratorium: Rozszerzenie PIMC: szacowanie energii lub innych podstawowych obserwabli; porównanie z wynikami analitycznymi.</p> <p>14. Wykład: Zastosowania poza fizyką: finanse, biologia, inżynieria (łagodny przegląd). Laboratorium: Symulacja spoza fizyki (na przykład z finansów, biologii lub inżynierii).</p> <p>15. Wykład: Summary and outlook. Laboratorium: Otwarte problemy i eksploracje.</p>		
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 ocena końcowej
	Zadanie programistyczne	50.0%	50.0%
	Quizy	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	<p>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?</p> <p>2. Porównaj standardową metodę całkowania Monte Carlo z ważonym próbkowaniem (importance sampling). W jakich sytuacjach importance sampling daje istotną przewagę? zilustruj odpowiedź krótkim przykładem.</p> <p>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.</p>		

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.