

SYLABUS PRZEDMIOTU

1.	Nazwa przedmiotu w języku polskim Badania kwantowych układów wielu ciał nowoczesnymi narzędziami numerycznymi 1
2.	Dyscyplina: nauki fizyczne
3.	Język wykładowy: angielski
4.	Jednostka prowadząca przedmiot: Wydział Fizyki i Astronomii
5.	Rodzaj przedmiotu (obowiązkowy lub do wyboru): do wyboru
6.	Kierunek studiów: fizyka
7.	Poziom studiów (I stopień lub II stopień): II
8.	Rok studiów: 1 lub 2
9.	Semestr (zimowy lub letni): zimowy
10.	Forma zajęć i liczba godzin: wykład – 30, laboratorium komputerowe - 30
11.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu: Znajomość jednego języka programowania, znajomość podstaw mechaniki kwantowej, podstawowa znajomość algebry linowej i rachunku różniczkowego.
12.	Cele kształcenia dla przedmiotu: - poznanie podstawowych koncepcji programowania w języku Julia; - umiejętność stosowania technik numerycznych, w tym podstawowych metod całkowania, dyskretyzacji, Monte Carlo i diagonalizacji; - rozumienie koncepcji fizyki w badaniach kwantowych układów wielu ciał, w tym problemów rozpraszania w mechanice kwantowej, termicznej teorii pola i nieabelowej teorii cechowania.
13.	Treści programowe: • Wprowadzenie do języka Julia: ○ REPL, Pluto i program skryptów, ○ przepływ, przewodnik po stylu, ○ podstawowe typy danych, struktury, ○ zmienne i niezmiennicze: tablice, iteratory krotek i generatory, ○ zakres i rodzaj, ○ niestabilność typu, ○ wskazówki dotyczące pisania wydajnego kodu. • Podstawowe umiejętności stosowanej fizyki obliczeniowej (1): ○ różniczkowanie: różnica skończona, krok zespolony, ○ całkowanie: kwadratura Gaussa, ○ Metody Monte Carlo, ○ minimalizacja, ○ operacje na macierzach: diagonalizacja, wartości własne. • Mechanika kwantowa (1):

	- rozwiązanie równania Schroedingera: stany związane, - metoda siatki pędów (macierz hamiltonianu), - problemy rozpraszania: twarde sfery, przybliżenia Borna. - Teoria pola w skończonej temperaturze (1): - skończona temperatura i funkcje Greena, - funkcje spektralne, - masy ekranujące. - Teoria Ginzburga-Landaua: - teoria przejść fazowych, - transformacja Legendre'a i funkcje termodynamiczne, - efektywne modele kwarków i gluonów, - teoria funkcjonału gęstości. - Modele spinowe. - Symulacja systemu Pure Gauge: - teoria cechowania $Z(2)$, - nieabelowa teoria cechowania $SU(N_c)$	
14.	Zakładane efekty uczenia się: - opanowanie podstawowych pojęć z zakresu programowania Julia; - uzyskanie głębszego zrozumienia układów kwantowo-mechanicznych wielu ciał; - zastosowanie poznanych metod numerycznych do rozwiązywania problemów fizycznych; - umiejętność zaplanowania i przeprowadzenia samodzielnych symulacji komputerowych i przedstawienia ich wyników w postaci raportu.	Symbole odpowiednich kierunkowych efektów uczenia się: F2_W01 F2_W02 F2_W03 F2_W05 F2_U05 F2_U10 F2_K01 F2_K03 F2_K06
15.	Literatura obowiązkowa: J.F. Boudreau and E.S. Swanson, Applied Computational Physics (Oxford University Press, 2017) Literatura zalecana: Rubin H. Landau Manuel J. Páez Cristian C. Bordeianu, Computational Physics J. Kapusta and C. Gale, Finite-Temperature Field Theory: Principles and Applications, A. Fetter and J.D. Walecka, Quantum Theory of Many Particle Systems	
16.	Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się: - aktywny udział w laboratoriach - przygotowanie wystąpienia ustnego (indywidualnego lub grupowego) - przygotowanie i zrealizowanie projektu (indywidualnego lub grupowego) - egzamin ustny	
17.	Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu: - ciągła kontrola obecności i kontroli postępów w zakresie tematyki zajęć - wystąpienie ustne (indywidualne lub grupowe) - egzamin (ustny)	
	Nakład pracy studenta	

18.	Forma realizacji zajęć przez studenta	Liczba godzin przeznaczona na zrealizowanie danego rodzaju zajęć
	zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym:	
	- wykład:	30
	- laboratoria	30
	praca własna studenta (w tym udział w pracach grupowych):	
	- przygotowanie do zajęć:	30
	- czytanie wskazanej literatury:	15
	- przygotowanie prac/wystąpień/projektu:	25
	- przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu:	20
	Łączna liczba godzin	150
	Liczba punktów ECTS	6

COURSE SYLLABUS

1.	Course: Exploring Quantum Many Body Systems with Modern Numerical Tools 1
2.	Scientific discipline: physical sciences
3.	Teaching language: English
4.	University department: Faculty of Physics and Astronomy
5.	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional): elective
6.	University subject (programme/major): physics
7.	Study level (I or II): II
8.	Year: 1 or 2
9.	Semester (autumn/spring) autumn
10.	Form of tuition and number of hours: lectures – 30, computer labs – 30
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module: Knowledge of one programming language, knowledge of the basics of quantum mechanics, basic knowledge of linear algebra and differential calculus.
12.	Learning objectives for the subject: - Learning the basic concepts of Julia programming. - Ability to apply numerical techniques, including basic integration, discretization, Monte Carlo and diagonalization methods. - Understanding of physical concepts in the study of quantum many-body systems, including scattering problems in quantum mechanics, thermal field theory and non-abelian gauge theory.
13.	Course content: • Introduction to the Julia language: ◦ REPL, Pluto, and the scripting program, ◦ flow, style guide, ◦ basic data types, structures, ◦ variables and immutables: arrays, tuple iterators and generators, ◦ scope and type, ◦ type instability, ◦ tips for writing efficient code. • Basic skills of applied computational physics (1): ◦ differentiation: finite difference, complex step, ◦ integration: Gauss quadrature, ◦ Monte Carlo methods, ◦ minimization, ◦ matrix operations: diagonalization, eigenvalues.

	- Quantum mechanics (1): - solution of Schroedinger equation: bound states, - momentum lattice method (Hamiltonian matrix), - scattering problems: hard spheres, Born approximations. - Finite temperature field theory (1): - finite temperature and Green's functions, - spectral functions, - shielding masses. - Ginzburg-Landau theory: - phase transition theory, - Legendre transformation and thermodynamic functions, - effective models of quarks and gluons, - density functional theory. - Spin models. - Pure Gauge system simulation: - Z(2) gauge theory, - non-abelian SU(Nc) gauge theory.	
14.	Learning outcomes: - mastering the basic concepts of Julia programming; - gaining a deeper understanding of quantum mechanical many-body systems; - applying the numerical methods learned to solve physical problems; - ability to plan and carry out computer simulations, and presenting their results in the form of a report.	Learning outcomes for the course: F2_W01 F2_W02 F2_W03 F2_W05 F2_U05 F2_U10 F2_K01 F2_K03 F2_K06
15.	Obligatory literature: J.F. Boudreau and E.S. Swanson, Applied Computational Physics (Oxford University Press, 2017) Recommended literature: Rubin H. Landau Manuel J. Páez Cristian C. Bordeianu, Computational Physics, J. Kapusta and C. Gale, Finite-Temperature Field Theory: Principles and Applications, A. Fetter and J.D. Walecka, Quantum Theory of Many Particle Systems	
16.	Methods for verifying the assumed learning outcomes: - active participation in labs - preparation of an oral presentation (individual or group) - preparation and implementation of a project (individual or group) - oral exam	
17.	Conditions and form of passing individual components of the subject: - constant monitoring of attendance and progress in the scope of classes - oral presentation (individual or group) - exam (oral)	
18.	Student's workload	
	The form of carrying out classes by the student (leave appropriate)	Number of hours allocated to carry out a given type of classes

	classes (according to the study plan) with the instructor:	
	- lecture:	30
	- labs	30
	student's own work (including participation in group work):	
	- preparation for classes:	30
	- reading the indicated literature:	15
	- preparation of works/speeches/projects:	25
	- preparation for tests and exams:	20
	Total number of hours	150
	Number of ECTS	6