

SYLABUS PRZEDMIOTU

1.	Nazwa przedmiotu w języku polskim Zaawansowana fizyka statystyczna
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 dla specjalności: fizyka teoretyczna, fizyka komputerowa, dla specjalności Master's Study of Theoretical Physics do wyboru jeden kurs z pary: "Zaawansowana fizyka statystyczna" albo "Zaawansowane zagadnienia ogólnej teorii względności"
6.	Kierunek studiów: fizyka
7.	Poziom studiów (I stopień lub II stopień): II
8.	Rok studiów: 2
9.	Semestr (zimowy lub letni): zimowy
10.	Forma zajęć i liczba godzin: wykład – 30, konwersatoria - 30
11.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu: brak
12.	Cele kształcenia dla przedmiotu: Dobre zrozumienie fizyki statystycznej oddziałujących układów. Umiejętność rozumienia i stosowania nowoczesnych metod fizyki statystycznej, w tym metody pól skwantowanych, grupy renormalizacji i transformacji kanonicznej. Dobre zrozumienie podstawowych zagadnień, takich jak przejścia fazowe, fluktuacje, zjawiska kondensacji.
13.	Treści programowe: Fizyka statystyczna oddziałujących gazów (Sformułowanie Gibbsa termodynamiki stanu równowagowego oddziałujących gazów. Funkcja rozkładu. Rozwinięcie Mayera. Rozwinięcie Wirialne. Podejście Betha- Uhlenbecka do gazów kwantowych. Równanie stanu plazmy wieloskładnikowej z zastosowaniem do gwiazd. Równowaga chemiczna i równanie Saha. Grawitacyjna równowaga gwiazd dla różnych równań stanu). Fizyka statystyczna skwantowanych pól (Metoda pól skwantowanych. Zachowanie gazu Bosego w niskich temperaturach. Kondensacja Bosego-Einsteina. Niskie wzbudzenia w układach Fermiego. Teoria Fermiego cieczy. Równanie stanu materii zdegenerowanej. Białe karły i gwiazdy neutronowe. Słaba równowaga i warunki neutralności ładunków. Grawitacyjna równowaga białych karłów i gwiazd neutronowych). Przejścia fazowe (Przejścia fazowe w gazie Van-der- Waalsa. Modele na sieci. Spontaniczna magnetyzacja ferromagnetyka. Gaz na sieci i stopy dwuskładnikowe. Model Isinga w przybliżeniu Bethego. Wykładowiki krytyczne. Nierówności termodynamiczne. Teoria Landaua przejść fazowych drugiego rodzaju. Krystalizacja materii w białych karłach. Przejścia fazowe pomiędzy materią hadronową a kwarkową w gwiazdach neutronowych). Podejście grupy renormalizacyjnej (Podstawowe skalowania.

	Proste przykłady renormalizacji. Ogólne sformułowanie równań grupy renormalizacji. Twierdzenie fluktuacyjno-dyssypacyjne. Teoria odpowiedzi liniowej. Oddziaływania fotonów i neutrin w materii gwiazdowej w teorii odpowiedzi liniowej). Fluktuacje (Fluktuacje termodynamiczne. Korelacje przestrzenne. Analiza fluktuacji na przykładzie ruchów Browna. Fizyka statystyczna reakcji jądrowych w gwiazdach, reakcje piknojądrowe w gwiazdach neutronowych).	
14.	Zakładane efekty uczenia się: • Ma pogłębioną wiedzę w zakresie statystycznego opisu układów wielocząstkowych i wielociałowych w ujęciu metod fizyki statystycznej. Rozumie pojęcia funkcji podziału, funkcji rozkładu, ekspansji klastra i pól kwantowych. • Ma rozszerzoną wiedzę w zakresie fizyki statystycznej do opisu termodynamiki, statystyki i przemian fazowych w materii występującej w gwiazdach, atmosferach gwiazdnych, dyskach wokół obiektów gwiazdnych i czarnych dziur, planet i obiektów zwartych. • Zna wybrane nowoczesne metody modelowania różnych stanów materii odpowiednich dla obiektów astrofizycznych, w tym oddziałującego gazu Boltzmann, gazów zdegenerowanych i wpływu pól magnetycznych na materię. • Zna sposoby otrzymywania związków termodynamicznych pomiędzy różnymi wielkościami opisującymi stan materii w gwiazdach, atmosferach gwiazdowych, planetach i gwiazdach zwartych.	Symbole odpowiednich kierunkowych efektów uczenia się: F2_W01, F2_W02, F2_U01, F2_U05, F2_U08, F2_U10, F2_U11, F2_K01, F2_K03
15.	Literatura obowiązkowa: R. K. Pathria, Statistical Mechanics L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Fizyka statystyczna (t. 5 Kursu fizyki teoretycznej) Literatura zalecana: K. Huang, Mechanika statystyczna	
16.	Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się: - egzamin ustny lub pisemny - rozwiązywanie zadań przy tablicy	
17.	Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu: - ciągła kontrola obecności i postępów w zakresie tematyki zajęć - egzamin (pisemny lub ustny)	
18.	Nakład pracy studenta	
	Forma realizacji zajęć przez studenta	Liczba godzin przeznaczona na zrealizowanie danego rodzaju zajęć
	zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym:	
	- wykład:	30
	- konwersatoria:	30
	praca własna studenta:	
	- przygotowanie do zajęć:	60
	- czytanie wskazanej literatury:	30
	- przygotowanie do egzaminu:	30
	Łączna liczba godzin	180

	Liczba punktów ECTS	6
--	---------------------	---

COURSE SYLLABUS

1.	Course: Advanced Statistical Physics
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): optional for specialties: theoretical physics, computer physics, for specialty Master's Study of Theoretical Physics elective one of the two: either " Advanced Statistical Physics" or "Advanced General Relativity"
6.	University subject (programme/major): physics
7.	Study level (I or II): II
8.	Year: 2
9.	Semester (autumn/spring) autumn
10.	Form of tuition and number of hours: lectures – 30, classes - 30
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module: none
12.	Learning objectives for the subject: Good understanding of statistical physics of interacting systems. Ability to understand and apply modern methods of statistical physics, including the method of quantized fields, renormalization group, and canonical transformation. Good understanding of fundamental topics such as phase transition, fluctuations, condensation phenomena.
13.	Course content: Statistical physics of interacting gases (Gibbs' formulation of equilibrium state thermodynamics of interacting gases. Partition function. Mayer's cluster expansion. Virial expansion. Beth-Uhlenbeck approach to quantum gases. Equation of state of multicomponent plasma with applications to stars. Chemical equilibrium and Saha equation. Gravitational equilibrium of stars for different equations of state.) Statistical physics of quantized fields. (The method of quantized fields. Low-temperature behavior of Bose gas, Bose- Einstein condensation. Low-lying excitations in Fermi systems. Fermi-liquid theory. Equation of state of degenerate matter, white dwarfs, and neutron stars. Weak equilibrium and charge neutrality conditions. Gravitational equilibrium of white dwarfs and neutron stars.) Phase transitions (Phase transitions in Van-der-Waals gas. Lattice models. Spontaneous magnetization of a ferromagnet. Lattice gas and binary alloys. Ising model in the Bethe approximation. Critical exponents. Thermodynamic inequalities. Landau's theory of second-order phase transitions. Crystallization of white dwarf matter. Phase transitions from hadronic to quark matter in neutron stars.) Renormalization group approach (Basic scalings. Simple examples of renormalization. General formation of renormalization group equations. Fluctuation-dissipation theorem. Linear response theory. Photon and neutrino

	interactions in the stellar matter within the linear response theory.) Fluctuations (Thermodynamic fluctuations. Spatial correlations. Fluctuation analysis on the example of Brownian motion. Statistical physics of nuclear reaction in stars, pycnonuclear reactions in neutron stars.)	
14.	Learning outcomes: • Has in depth knowledge of statistical description of multi-particle and multi-body systems in terms of methods of statistical physics. Has understanding of the concepts of partition function, distribution function, cluster expansion and quantum fields. • Has extended knowledge of statistical physics to describe thermodynamics, statistics and phase transition in matter found in stars, stellar atmospheres, disks around stellar objects and black holes, planets, and compact objects. • Knows selected modern methods of modeling various states of matter appropriate for astrophysical objects, including interacting Boltzmann gas, degenerate gases, and effect of magnetic fields on matter. • Knows how to obtain thermodynamical relations between various quantities that describe the state of matter in stars, stellar atmosphere, planets and compact stars.	Learning outcomes for F2_W01, F2_W02, F2_U01, F2_U05, F2_U08, F2_U10, F2_U11, F2_K01, F2_K03
15.	Obligatory literature: R. K. Pathria, Statistical Mechanics, L. D. Landau and E. M. Lifshitz, Statistical Physics (Vol. 5 of Course of Theoretical Physics) Recommended literature: K. Huang, Statistical Mechanics	
16.	Methods for verifying the assumed learning outcomes : - presenting solution to problems on blackboard - oral or written exam	
17.	Conditions and form of passing individual components of the subject: - constant monitoring of attendance and progress in the scope of classes - exam (written or oral)	
18.	Student's workload	
	The form of carrying out classes by the student	Number of hours allocated to carry out a given type of classes
	classes (according to the study plan) with the instructor:	
	- lecture:	30
	- conversation classes:	30
	student's own work (including participation in group work):	
	- preparation for classes:	60
	- reading the indicated literature:	30
	- preparation for exams:	30
	Total number of hours	180
	Number of ECTS	6