

### OPIS PRZEDMIOTU/MODUŁU KSZTAŁCENIA (SYLABUS)

|     |   |
|-----|---|
| 1.  | Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim<br>Fizyka statystyczna   |
| 2.  | Nazwa przedmiotu/modułu w języku angielskim<br>Statistical Physics  |
| 3.  | Jednostka prowadząca przedmiot<br>Wydział Fizyki i Astronomii   |
| 4.  | Kod przedmiotu/modułu   |
| 5.  | Rodzaj przedmiotu/modułu ( <i>obowiązkowy lub fakultatywny</i> )<br>Obowiązkowy   |
| 6.  | Kierunek studiów<br>Astronomia  |
| 7.  | Poziom studiów ( <i>I lub II stopień lub jednolite studia magisterskie</i> )<br>II stopień  |
| 8.  | Rok studiów ( <i>jeśli obowiązuje</i> )<br>I  |
| 9.  | Semestr ( <i>zimowy lub letni</i> )<br>letni  |
| 10. | Forma zajęć i liczba godzin<br>Wykład – 30 godz., konwersatorium – 30 godz.   |
| 11. | Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia<br>Dr hab. Janusz Jędrzejewski, prof. UWr   |
| 12. | Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu oraz zrealizowanych przedmiotów<br><br>- zna podstawy rachunku różniczkowego i całkowego dla funkcji jednej i wielu zmiennych [[ K_W02]<br><br>- zna podstawowe pojęcia i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa [K_W03]<br><br>- mechanika kwantowa;<br>zna i rozumie język matematyczny tych teorii oraz podstawowe analityczne i numeryczne metody obliczeniowe w nich stosowane [K_W06]. |
| 13. | Cele przedmiotu   |

|     |  |   |
|-----|--|---|
|     | <p>Zapoznanie studentów z podstawowymi ideami pozwalającymi przejść od opisu mikroskopowego układów makroskopowych, opartego na mechanice, klasycznej i kwantowej, do opisu fenomenologicznego – termodynamiki fenomenologicznej, w tym z metodami klasycznej i kwantowej mechaniki statystycznej stanów równowagowych. Nabyta wiedza i umiejętności są niezbędne do studiowania fizyki statystycznej układów oddziałujących, teorii przejść fazowych, teorii materii skondensowanej i innych działów fizyki.</p>  |   |
| 14. | <p>Zakładane efekty kształcenia</p> <p>Rozumie różnice pomiędzy zjawiskami fizycznymi a modelami matematycznymi. Formułuje prawa opisujące zjawiska fizyczne w języku matematyki. Zna wyjaśnienia wybranych zjawisk obserwowanych w przyrodzie i życiu codziennym wykorzystujące pojęcia i prawa fizyczne.</p> <p>Wie w jaki sposób fizyka statystyczna, teoria materii skondensowanej i mechanika kwantowa opisują i wyjaśniają właściwy dla nich obszar zjawisk i prawidłowości fizycznych. Zna i rozumie język matematyczny tych teorii oraz podstawowe analityczne metody obliczeniowe w nich stosowane.</p> <p>potrafi zastosować podstawowe metody rachunku prawdopodobieństwa</p> <p>potrafi stosować ogólne prawa i formuły do rozwiązywania wybranych problemów z fizyki statystycznej; wykorzystuje poznane metody matematyczne i numeryczne do rozwiązywania tych problemów</p> <p>potrafi uczyć się samodzielnie; umie precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania; sprawnie wyszukuje i wykorzystuje informacje niezbędne do poznania nowego zagadnienia lub rozwiązania problemu</p> <p>potrafi w sposób przystępny omówić wybrane zjawiska i teorie fizyczne oraz praktyczne zastosowania fizyki</p> <p>ałożenia i wyciągane wnioski.</p> | <p>K_W05</p> <p>K_W06</p> <p>K_U03</p> <p>K_U04</p> <p>K_U08</p> <p>K_U09</p> |

|            |  |              |
|------------|--|--------------|
|            | <p>Zdaje sobie sprawę z konieczności posiadania odpowiednich kompetencji matematycznych i fizycznych dla zrozumienia i prawidłowego wyjaśnienia różnorodnych zjawisk. Dostrzega konieczność poszerzania wiedzy i doskonalenia umiejętności przy rozwiązywaniu nowych problemów.</p>  | <p>K_K01</p> |
| <p>15.</p> | <p><b>Treści programowe</b></p> <p><b>I. Podsumowanie termodynamiki stanów równowagowych w podejściu gibbsowskim:</b></p> <p>równoważne parametryzacje stanów równowagowych układów prostych, ich podstawowe funkcje termodynamiczne, odpowiadające im zasady ekstremum, przekształcenia Legendre’a łączące podstawowe funkcje termodynamiczne – równoważność termodynamiczna, warunki równowagi termodynamicznej, własności jednorodności i wypukłości podstawowych funkcji termodynamicznych -- stabilność termodynamiczna</p> <p><b>II . Zasady mechaniki statystycznej stanów równowagowych</b></p> <p>Metoda zespołów Gibbsa, związki zespołów z termodynamiką, rola granicy termodynamicznej.</p> <p>A. Klasyczne zespoły i rozkłady Gibbsa: mikrokanoniczny, kanoniczny, wielki kanoniczny, izobaryczny</p> <p>Przykłady: otrzymanie termodynamik gazu doskonałego punktowych cząstek materialnych z każdego z tych zespołów, równoważność tych termodynamik; termodynamika układu klasycznych oscylatorów harmoniczych (model własności cieplnych kryształów niemetalicznych) w zespołach mikrokanonicznym i kanonicznym, i ich równoważność, prawo Dulonga-Petita.</p> <p>B. Kwantowe zespoły i rozkłady Gibbsa:</p> <p>1. Mikrokanoniczny. Przykłady: boltzmannowski gaz sieciowy niezależnych, rozróżnialnych, wielopoziomowych „atomów”, układ kwantowych oscylatorów harmoniczych (model Einsteina własności cieplnych kryształów niemetalicznych), układ „atomów” dwupoziomowych -- jako przypadki szczególne gazu boltzmannowskiego, model Callena wstęgi polimerowej.</p> <p>2. Kanoniczny. Przykłady: te rozważone w przypadku zespołu mikrokanonicznego, sprawdzenie równoważności termodynamik otrzymanych z obu zespołów; model Debye’a własności cieplnych kryształów niemetalicznych, model promieniowania ciała doskonale czarnego.</p> <p>3. Wielki kanoniczny. Przykłady: boltzmannowski gaz sieciowy i jako przypadek szczególny model absorpcji gazu na powierzchni kryształu, swobodny gaz fermionowy i jego własności termodynamiczne (degeneracja gazu fermionowego), swobodny gaz bozonowy i jego własności termodynamiczne ( kondensacja Bosego-Einsteina jako przemiana fazowa I. rodzaju).</p> |              |
| <p>16.</p> | <p><b>Zalecana literatura (podręczniki)</b></p> <p>1. Kerson Huang, <i>Podstawy Fizyki Statystycznej</i>, PWN, Warszawa 2006.</p>  |              |

|     |  |   |
|-----|--|---|
|     | <p>2. Kerson Huang, <i>Mechanika Statystyczna</i>, PWN, Warszawa 1987.</p> <p>3. R.P. Feynman, <i>Wykłady z Mechaniki Statystycznej</i>, PWN, Warszawa 1980.</p> <p>4. H. B. Callen, <i>Thermodynamics and an introduction to thermostatistics</i>, John Wiley and Sons, 1985.</p> <p>5. Silvio R.A. Salinas, <i>Introduction to Statistical Physics</i>, Springer-Verlag, 2001.</p>   |   |
| 17. | <p>Forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu, sposób sprawdzenia osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia:<br/>         wykład: dwuczęściowy egzamin pisemny, część I. - pytania teoretyczne, część II. - zadania<br/>         seminarium:<br/>         laboratorium:<br/>         konwersatorium: oceniane odpowiedzi (rozwiązywanie zadań z list) przy tablicy, pisemne sprawdziany<br/>         inne:</p> |   |
| 18. | <p>Język wykładowy<br/>polski</p>  |   |
| 19. | <p>Obciążenie pracą studenta</p>   |   |
|     | Forma aktywności studenta  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności   |
|     | <p>Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem:<br/>         - wykład:<br/>         - ćwiczenia:<br/>         - laboratorium:<br/>         - inne:</p>   | <p>30 godz.<br/>         30 godz.</p>   |
|     | <p>Praca własna studenta np.:<br/>         - przygotowanie do zajęć:<br/>         - opracowanie wyników:<br/>         - czytanie wskazanej literatury:<br/>         - napisanie raportu z zajęć:<br/>         - przygotowanie do egzaminu:</p>   | <p>30 godz.<br/>         --<br/>         30 godz.<br/>         --<br/>         30 godz.</p> |
|     | Suma godzin  | 150   |
|     | Liczba punktów ECTS  | 6   |

\*objaśnienie symboli:

K (przed podkreśleniem) - kierunkowe efekty kształcenia

W - kategoria wiedzy

U - kategoria umiejętności

K (po podkreśleniu) - kategoria kompetencji społecznych

01, 02, 03 i kolejne - numer efektu kształcenia

## COURSE/MODULE DESCRIPTION (SYLLABUS)

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 1.  | Course/module  |   |
| 2.  | University department  |   |
| 3.  | Course/module code   |   |
| 4.  | Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional)   |   |
| 5.  | University subject (programme/major)   |   |
| 6.  | Degree: ( <i>master, bachelor</i> )  |   |
| 7.  | Year   |   |
| 8.  | Semester ( <i>autumn, spring</i> )   |   |
| 9.  | Form of tuition and number of hours  |   |
| 10. | Name, Surname, academic title  |   |
| 11. | Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module and its completion  |   |
| 12. | Objectives   |   |
| 13. | Learning outcomes  | Outcome symbols, e.g.:<br><i>K_W01*, K_U05, K_K03</i> |
| 14. | Content  |   |
| 15. | Recommended literature   |   |
| 16. | Ways of earning credits for the completion of a course /particular component, methods of assessing academic progress:<br>lecture:<br>class:<br>laboratory:<br>seminar: |   |

|     |   |  |
|-----|---|--|
|     | other:  |  |
| 17. | Language of instruction   |  |
| 18. | Student's workload  |  |
|     | Activity  | Average number of hours for the activity |
|     | Hours of instruction (as stipulated in study programme) :<br>- lecture:<br>- classes:<br>- laboratory:<br>- other:  |  |
|     | student's own work, e.g.:<br>- preparation before class (lecture, etc.)<br>- research outcomes:<br>- reading set literature:<br>- writing course report:<br>- preparing for exam: |  |
|     | Hours   |  |
|     | Number of ECTS  |  |

\* Key to symbols:

K (before underscore) - learning outcomes for the programme

W - knowledge

U - skills

K (after underscore) - social competences

01, 02, 03 and subsequent - consecutive number of learning outcome