

KARTA KURSU

Fizyka

Studia II stopnia
2020/2021

Nazwa	Fizyka statystyczna
Nazwa w j. ang.	<i>Statistica Physics</i>

Koordinator	Prof. dr hab. Ryszard Radwański	Zespół dydaktyczny
Punktacja ECTS*	4	

Opis kursu (cele kształcenia)

Celem kształcenia jest przedstawienie zagadnień fizyki statystycznej - w jaki sposób statystyczny opis olbrzymiej liczby cząstek, z koncepcją najbardziej prawdopodobnej konfiguracji, prowadzi do opisu znanego z termodynamiki tylko z kilkoma parametrami termodynamicznymi.

Warunki wstępne

Wiedza	Znajomość podstaw analizy matematycznej i algebry.
Umiejętności	Potrafi policzyć różne charakterystyki materii (gaz, ciało stałe, ciecz, metale).
Kursy	Elementy analizy matematycznej i algebry wyższej. Kurs podstawowy termodynamiki.

Efekty uczenia się

	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	Po zakończeniu kursu student:	...
	W01 Posiada wiedzę z budowy materii jako składającą się z ogromnej liczby cząstek i potrafi rozróżnić różne gęstości cząstek.	K_W01, K_W02,
	W02 Orientuje się w opisach układów bardzo wielu cząstek (gaz doskonały, gaz elektronów w metalu, ...	K_W03, K_W04,
	W03 Zna klasyczną termodynamikę i podstawy mechaniki statystycznej. Potrafi konstruować i stosować rozkład mikrokanoniczny i kanoniczny - rozumie ich wzajemne relacje.	K_W01
	W04 Potrafi opisać rozkład prędkości cząstek w gazie klasycznym (model Maxwella) oraz zna rozkład Fermiego-Diraca dla elektronów w metalu.	K_W02
	W05 zna stany energetyczne kwantowego oscylatora harmonicznego.	K_W02, K_W03
	W06 zna prawa promieniowania ciała doskonale czarnego w nawiązaniu do hipotezy Plancka	K_W04

	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Umiejętności	Po zakończeniu kursu student:	
	U01: umie wykorzystać równanie gazu doskonałego do praktycznych obliczeń.	K_U01,
	U02: potrafi wyprowadzić równanie gazu doskonałego z zasad mechaniki statystycznej.	K_U02,
	U03: rozumie zasady termodynamiki i mikroskopową definicję temperatury.	K_U04,
	U04: umie obliczyć populacje stanów energetycznych wynikającą z rozkładu Boltzmanna i rolę temperatury	K_U01, K_U06,
	U05: umie narysować rozkład Maxwella prędkości (i energii) cząsteczek w gazie doskonałym	K_U09
	U06: potrafi omówić kwantowy oscylator harmoniczny i jego stany energetyczne	K_U03
U07: potrafi omówić promieniowanie ciała doskonale czarnego i hipotezę Plancka kwantów promieniowania	K_U01, K_U13	

	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Kompetencje społeczne	Po zakończeniu kursu student: K01: jest świadomy konieczności łączenia wiedzy z fizyki, matematyki i stosowania komputerów oraz do przekazywania tej wiedzy w sposób zrozumiały dla innych - w nawiązaniu do konkretnych problemów.	K_K01, K_K02, K_K04, K_K07,

Organizacja												
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach										
		A		K		L		S		P		E
Liczba godzin	15	15										

Opis metod prowadzenia zajęć

Wykład jest pogładowym omówieniem zagadnienia zasad termodynamiki i fenomenologicznego opisu gazu doskonałego, ale wyprowadzanych z podstawowych zasad mechaniki i fizyki statystycznej. Podkreślany jest fakt wynikania makroskopowo obserwowanych zjawisk z permanentnego ruchu olbrzymiej liczby cząstek.

Zajęcia prowadzone są w sposób otwarty z możliwością dyskusji. Wykład teoretyczny jest przeplatany przykładami i obliczeniami.

Podkreślana jest niezbędność łączenia myślenia fizyka ze znajomością wyższej matematyki, kombinatoryki i statystyki.

Formy sprawdzania efektów uczenia się

	E – learning	Gry dydaktyczne	Ćwiczenia w szkole	Zajęcia terenowe	Praca laboratoryjna	Projekt indywidualny	Projekt grupowy	Udział w dyskusji	Referat	Praca pisemna (esej)	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Inne
W01								X			X	X	
W02								X			X	X	
W03								X			X	X	
W04								X			X	X	
W05											X	X	
W06								X			X	X	
U01								X			X	X	
U02								X			X	X	
U03								X			X	X	
U04								X			X	X	
U05								X			X	X	
U06								X			X	X	
U07								X			X	X	
K01								X					

Kryteria oceny	<p>OCENĘ DOBRĄ I BARDZO DOBRĄ może uzyskać student, który:</p> <ul style="list-style-type: none"> - bierze czynny udział w zajęciach i uzyskuje wysokie oceny z kolokwiiów częściowych, - otrzymuje wysoką ocenę z kolokwium zaliczeniowego - w terminie oddaje i zalicza opracowania cząstkowe <p>DOSTATECZNY Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W1 – W7, U1 – U6 oraz kompetencje K1 tylko w stopniu dostatecznym. Otrzymuje ocenę dostateczną z opracowań cząstkowych i z kolokwium zaliczeniowego</p> <p>NIEDOSTATECZNY Student nie opanował wiedzy wymienionej w punktach W1 – W7 ani nie osiągnął większości wspomnianych umiejętności i kompetencji. Otrzymuje ocenę niedostateczną z opracowań cząstkowych i z kolokwium zaliczeniowego</p>
----------------	---

Uwagi	
-------	--

Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Zagadnienia fizyki statystycznej. Równanie gazu doskonałego. Średnia prędkość kwadratowa
2. Średnia energia i średnie ciśnienie gazu doskonałego
3. Układ mikrokanoniczny. Rozkład dwumienny - obliczanie liczby mikrostanów i obliczanie rozkładu (podziału) najbardziej prawdopodobnego. Stan równowagi termodynamicznej. Entropia (definicja mikroskopowa)
4. Twierdzenie o wiriale w zastosowaniu do gazu doskonałego i pola grawitacyjnego. Gazy rzeczywiste. Zasada ekwipartycji energii. Entropia gazu doskonałego. Równanie adiabaty.
5. Obliczanie prawdopodobieństwa termodynamicznego i obliczanie populacji różnych stanów energetycznych. Wzór Stirlinga i metoda mnożników Lagrange'a. Rozkład Boltzmana. Maxwellowski rozkład prędkości cząstek w gazie klasycznym.
6. Układ kanoniczny jako układ kontaktujący się termicznie ze zbiornikiem ciepła. Obliczanie populacji stanów energetycznych atomu wielo-elektronowego (Ce^{3+} , Pr^{3+}) w funkcji temperatury - przykład stosowania rozkładu Boltzmana.
7. Przykładowe obliczenia temperaturowej zależności sumy statystycznej, energii swobodnej, entropii dla danego układu poziomów energetycznych (3, 6, 9 poziomów w atomowej skali 40 meV) na przykładach jonów wieloelektronowych (Ce^{3+} , Pr^{3+} , Fe^{2+} ..).
8. Gaz elektronów w metalu - rozkład Fermiego-Diraca dla elektronów w metalu. Obliczenia różnych charakterystyk gazu elektronowego dla różnych metali.
9. Klasyczny i Kwantowy oscylator harmoniczny oraz jego dozwolone stany energetyczne.
10. Rozkład Plancka dla promieniowania ciała doskonale czarnego. Prawo Stefana-Boltzmana. Prawo Wiena.

Wykaz literatury podstawowej

1. D. Tong , Univ. Cambridge, dostępny swobodnie w internecie
<http://www.damtp.cam.ac.uk/user/tong/statphys.html>
2. A. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski, Wstęp do fizyki, t. 1 rozdz. VII PWN 1984
3. R. J. Radwański, i wsp. Physica B 319 (2002) 78.
4. R. J. Radwański, Acta Physica 3 (2 007) 1.

Wykaz literatury uzupełniającej

K. Huang, Introduction to Statistical Physics

Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	15
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	15
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	10
liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	20
	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	10
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	
	Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	30
Ogółem bilans czasu pracy		100
Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika 1 ECTS = 25 h		4