

## WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

## KARTA PRZEDMIOTU – WYKŁAD

**Nazwa w języku polskim:** Termodynamika i fizyka statystyczna**Nazwa w języku angielskim:** Thermodynamics and Statistical Physics**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Inżynieria kwantowa**Specjalność (jeśli dotyczy):** .....**Stopień studiów i forma:** I stopień, stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Kod przedmiotu** ...FZP001085W.....**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	Egzamin na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Wiedza z zakresu fizyki ogólnej
2. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki kwantowej
3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej i algebry liniowej
4. Podstawowe umiejętności stosowania funkcji zespolonych i rozwiązywania równań różniczkowych
5. Kompetencje w zakresie docierania do uzupełniających obszarów wiedzy i umiejętności
6. Kompetencje organizacyjne związane z przekazem informacji

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Nabycie wiedzy z zakresu metod mechaniki statystycznej oraz ich związków z termodynamiką
- C2 Nabycie wiedzy na temat możliwych stosowanych opisów układów klasycznych i kwantowych
- C3 Nabycie wiedzy w zakresie tworzenia i rozwiązywania statystycznych modeli gazów klasycznych i kwantowych
- C4 Nabycie wiedzy na temat podstawowych własności termodynamicznych układów klasycznych i kwantowych
- C5 Opanowanie umiejętności studiowania literatury i prezentacji wiedzy w zakresie różnych modeli fizyki statystycznej opisujących zjawiska termodynamiczne

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 zna zasady termodynamiki, rozumie metody wyznaczania wielkości termodynamicznych dla układów równowagowych oraz potrafi uzasadnić ograniczenia i równowagę stosowanych metod
- PEK\_W02 zna i rozumie pojęcia zespołów statystycznych, równowagi stosowanych opisów oraz umie je odnieść do badanych układów klasycznych i kwantowych
- PEK\_W03 zna modele podstawowych układów – wybranych gazów klasycznych i kwantowych oraz ich własności termodynamiczne, relacjonuje zachodzące zjawiska i własności opisujących je wielkości

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK\_K01 potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
- PEK\_K02 ma znajomość aparatu fizyki statystycznej w zakresie umożliwiającym studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych zagadnień

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Postulaty klasycznej mechaniki statystycznej, przestrzeń fazowa, zespół statystyczny, postulat równego a priori prawdopodobieństwa, zespół mikrokanoniczny, objętość zespołu, definicja entropii – wzór Boltzmanna, termodynamiczna temperatura bezwzględna, zasady termodynamiki	4
Wy2	Zasada ekwipartycji energii, twierdzenie o wirale, hipoteza ergodyczna, energia i pojemność cieplna gazów klasycznych	2
Wy3	Zespół kanoniczny, gęstość stanów – czynnik Boltzmanna, suma statystyczna, energia swobodna, fluktuacje energii w zespole kanonicznym, równowaga entropii w zespołach kanonicznym i mikrokanonicznym, wielki zespół kanoniczny, potencjał chemiczny, aktywność, ciśnienie, wielka suma statystyczna, równanie stanu, fluktuacje liczby cząstek, potencjał termodynamiczny	4
Wy4	Kwantowa mechanika statystyczna, postulaty równego a priori prawdopodobieństwa i faz przypadkowych, macierz gęstości i operator gęstości, zespoły mikrokanoniczny, kanoniczny i wielki kanoniczny, związki z termodynamiką, średnie termiczne, zasady termodynamiki	2
Wy5	Doskonałe gazy kwantowe, dwa rodzaje statystyk, reprezentacja liczb obsadzeń, formuły dla sum statystycznych, równanie stanu, średnia liczba cząstek, doskonały gaz Fermiego, doskonały gaz Bosego, energia wewnętrzna i równanie stanu, przejście do gazu Boltzmanna	4
Wy6	Doskonały gaz Fermiego – gaz elektronowy w metalach, rozwinięcie asymptotyczne metodą Sommerfelda, przypadek wysokich temperatur i małych gęstości, metoda kolejnych przybliżeń, przypadek niskich temperatur i dużych gęstości, energia Fermiego i temperatura Fermiego, rozwinięcie potencjału chemicznego, energia wewnętrzna, ciepło właściwe, ciśnienie gazu Fermiego	5
Wy7	Doskonały gaz Bosego: fotony, energia wewnętrzna, wzór Plancka, ciepło właściwe, prawo Stefana-Boltzmanna, prawo Wiena; fonony, model Debye’a, energia wewnętrzna, temperatura Debye’a,	4

	ciepło właściwe dla wysokich i niskich temperatur, prawo Dulonga-Petita	
Wy8	Kondensacja Bosego-Einsteina, objętość krytyczna i temperatura krytyczna, średnia liczba obsadzeń stanów z $p = 0$ , równanie stanu, równanie Clapeyrona, ciepło utajone – przejście fazowe I rodzaju, energia wewnętrzna i ciepło właściwe, odniesienie do nadciekłego $He^4$ , kondensat atomów metali alkalicznych	3
Wy9	Normalny i nadciekły $He^4$ , dwuskładnikowy model Tiszy, model Landaua, fononowe i rotonowe ciepło właściwe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
1. Wykłady problemowy – metoda tradycyjna 2. Wykład – udostępniony w sieci zapis elektroniczny 3. Seminaria problemowe z przeliczeniami – metoda tradycyjna 4. Seminaria problemowe, uzupełnienia – prezentacje multimedialne 5. Konsultacje 6. Praca własna – przygotowanie do seminariów 7. Samodzielne przygotowanie prezentacji podanego zagadnienia - wykorzystanie aktualnej literatury przedmiotu	

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F3	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_K02	egzamin
P = F3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[1] K. Huang	Mechanika statystyczna
[2] K. Huang	Podstawy fizyki statystycznej
[3] A.I. Anselm	Podstawy fizyki statystycznej i termodynamiki
[4] K. Zalewski	Wykłady z termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej
[5] K. Gumiński	Termodynamika
[6] F. Reif	Fizyka statystyczna
[7] R.S. Ingarden	
A. Jamiołkowski	
R. Mrugała	Fizyka statystyczna i termodynamika
[8] A.N. Matwiejew	Fizyka cząsteczkowa
[9] A. Sukiennicki	
A. Zagórski	Fizyka ciała stałego

[10]	R. Gonczarek	Teoria przejść fazowych – wybrane zagadnienia
[11]		J. R. Dorfman Wprowadzenie do teorii chaosu w nierównowagowej mechanice statystycznej
[12]	J. Klamut K. Durczewski J. Sznajd	Wstęp do fizyki przejść fazowych
[13]	J.J. Binney N.J. Dowrick A.J. Fisher M.E.J. Newman	Zjawiska krytyczne
[14]	A.H. Morrish	Fizyczne podstawy magnetyzmu
[15]	R.M. White	Kwantowa teoria magnetyzmu
[16]	Sz. Szczeniowski	Fizyka doświadczalna II – ciepło i fizyka cząsteczkowa
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Prof. dr hab. inż. Ryszard Gonczarek, ryszard.gonczarek@pwr.edu.pl		

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
TERMODYNAMIKA I FIZYKA STATYSTYCZNA  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA KWANTOWA**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01 (wiedza)</b>	K1INK_W02, K1INK_W03	C1, C2, C3, C4	Wy1, Wy2, Wy3	1, 2, 5
<b>PEK_W02</b>	K1INK_W02, K1INK_W03	C1, C2, C3, C4	Wy4, Wy5	1, 2, 5
<b>PEK_W03</b>	K1INK_W03	C1, C2, C3, C4	Wy6, Wy7, Wy8, Wy9	1, 2, 5
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>	K1INK_K01, K1INK_K03	C1, C2, C3, C4, C5	Wy1 – Wy9,	1 – 7
<b>PEK_K02</b>	K1INK_K01, K1INK_K03	C1, C2, C3, C4, C5	Wy1 – Wy9,	1 – 7

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej