



## Termodynamika i podstawy fizyki statystycznej Sylabus zajęć

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> Fizyka	<b>Cykl dydaktyczny</b> 2023/24
<b>Specjalność</b> -	<b>Kod zajęć</b> 04FIZS.12K.02157.23
<b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki	<b>Języki wykładowe</b> polski
<b>Poziom studiów</b> studia pierwszego stopnia	<b>Obligatoryjność</b> Obowiązkowy
<b>Forma studiów</b> studia stacjonarne	<b>Blok zajęciowy</b> Przedmioty kierunkowe
<b>Profil studiów</b> profil ogólnoakademicki	
<b>Koordinator zajęć</b>	Konrad Kapcia
<b>Prowadzący zajęcia</b>	Konrad Kapcia
<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia</b> • Wykład: 30, Egzamin • Ćwiczenia: 30, Zaliczenie z oceną
	<b>Liczba punktów ECTS</b> 5

### Cele kształcenia dla zajęć

Kod	Cel
C1	Przekazanie wiedzy z zakresu termodynamiki fenomenologicznej i podstaw fizyki statystycznej.
C2	Wykształcenie umiejętności ścisłego (matematycznego) opisu zjawisk termodynamicznych i zastosowania poznanej wiedzy do rozwiązywania problemów natury praktycznej.
C3	Rozwinięcie umiejętności analizy zjawisk fizycznych z wykorzystaniem zdobytej wiedzy.
C4	Zapoznanie z rozwojem pojęć i metod badawczych fizyki.

## Efekty uczenia się dla zajęć

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
<b>Wiedzy - Student/ka:</b>			
W1	ma wiedzę w zakresie podstawowych pojęć, zjawisk i formalizmu termodynamiki fenomenologicznej, praw termodynamiki oraz teoretycznych modeli wybranych układów termodynamicznych.	FIZ_K1_W01, FIZ_K1_W02	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
W2	zna formalizm matematyczny potrzebny do opisu oraz analizy praw termodynamiki.	FIZ_K1_W02, FIZ_K1_W03	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
W3	zna podstawowe rozkłady: mikrokanoniczny, kanoniczny i wielki kanoniczny i potrafi podać przykłady ich zastosowań.	FIZ_K1_W01, FIZ_K1_W02	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
<b>Umiejętności - Student/ka:</b>			
U1	potrafi sformułować słownie podstawowe prawa termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej oraz je zinterpretować, a także zapisać je w formalizmie matematycznym.	FIZ_K1_U04	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
U2	umie obliczyć właściwości termodynamiczne (równanie stanu, zmiany entropii i innych funkcji stanu, itp.) prostych substancji w typowych procesach.	FIZ_K1_U03	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
U3	umie podać parametry określające stan termodynamiczny układu oraz zdefiniować funkcje stanu oraz potrafi podać i opisać różne formy energii oraz jej przekazu.	FIZ_K1_U01, FIZ_K1_U03, FIZ_K1_U04	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
U4	rozumie i potrafi opisać podejście fenomenologiczne i statystyczne do zjawisk termodynamicznych, rozumie pojęcie mikrostanu i makrostanu oraz potrafi określić prawdopodobieństwo ich występowania.	FIZ_K1_U03, FIZ_K1_U04	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
<b>Kompetencji społecznych - Student/ka:</b>			
K1	potrafi wytłumaczyć rolę termodynamiki w fizyce oraz ewolucję rozumienia procesów termodynamicznych osobom spoza dziedziny.	FIZ_K1_K01, FIZ_K1_K02, FIZ_K1_K03	Egzamin pisemny

## Treści programowe dla zajęć

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
1.	Opis układu termodynamicznego. Pojęcie równowagi termodynamicznej. Parametry stanu. Zerowa zasada termodynamiki. Skale temperatury. Równania stanu. Diagramy fazowe. Metody pomiaru temperatury i ciśnienia.	W1, U1, K1	Wykład
2.	Elementy rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych. Różniczki zupełne i niezupełne, formy różniczkowe.	W1, W2, U1, U2, U3	Wykład, Ćwiczenia

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
3.	Energia w układach termodynamicznych. Pojęcia pracy i ciepła. Doświadczenia Joule'a. I zasada termodynamiki. Ciepła molowe i ciepła przemian fazowych. Entalpia. Przekaz energii w postaci ciepła: przewodnictwo cieplne, konwekcja, promieniowanie.	W1, W2, U1, U2, U3, K1	Wykład, Ćwiczenia
4.	Model gazu doskonałego: idealizacja w modelu, przemiany gazu doskonałego. Entropia gazu doskonałego. Modele gazu rzeczywistego: równanie van der Waalsa.	W1, W2, U2, U3, U4	Wykład, Ćwiczenia
5.	Entropia. II zasada termodynamiki. Procesy odwracalne i nieodwracalne, strzałka czasu. Cykl Carnota. Twierdzenie Clausiusa. Warunki równowagi termodynamicznej. Entropia mieszania i paradoks Gibbsa.	W1, W2, U1, U2, U3, K1	Wykład, Ćwiczenia
6.	Maszyny cieplne i ich sprawności. Silnik Stirlinga. Chłodziarka i pompa cieplna. Proces Joule'a-Thomsona i skraplanie gazów. Maszyny parowe.	W1, U1, U2, U3, K1	Wykład, Ćwiczenia
7.	Potencjały termodynamiczne. Energia swobodna i entalpia swobodna. Zasady pracy minimalnej. Związki Maxwella.	W1, U1, U2, U3	Wykład, Ćwiczenia
8.	Przemiany fazowe czystych substancji (układy wielofazowe). Układy otwarte. Przemiany fazowe mieszanin. Roztwory rozcieńczone. Równowaga chemiczna. Warunek równowagi faz. Równania Gibbsa-Duhema.	W1, W2, U1, U2, U3	Wykład, Ćwiczenia
9.	III zasada termodynamiki: temperatura zera bezwzględnego.	W1, U1	Wykład
10.	Kinetyczna teoria gazów: związek ciśnienia i temperatury ze średnią prędkością kwadratową cząstek, rozkład prędkości Maxwella, średnia droga swobodna cząstek. Zjawiska transportu (lepkość, przewodnictwo cieplne, dyfuzja).	W1, W2, U2, U3, U4, K1	Wykład, Ćwiczenia
11.	Układy wielu cząstek. Modele układów termodynamicznych. Prawdopodobieństwo, mikrostan a makrostan, suma statystyczna, prawdopodobieństwo a entropia. Rozkład mikrokanoniczny i kanoniczny. Układy otwarte i wielki rozkład kanoniczny.	W3, U3, U4, K1	Wykład, Ćwiczenia
12.	Statystyczna definicja entropii i temperatury. II zasada termodynamiki w obrazie statystycznym.	W1, W3, U3, U4, K1	Wykład
13.	Statystyka Maxwella-Boltzmana. Suma statystyczna. Obliczanie wartości średnich. Twierdzenie o ekwipartycji energii. Przykład gazu doskonałego. Rozkład Maxwella.	W1, W2, W3, U3, U4, K1	Wykład, Ćwiczenia
14.	Elementy przejść fazowych: fluktuacje, diagram fazowy, przejścia fazowe pierwszego rodzaju oraz ciągłe.	W1, W2, U1	Wykład
15.	Wprowadzenie do statystyk kwantowych. Bozony i fermiony. Zdegenerowany gaz Fermiego.	W3, U3, U4, K1	Wykład, Ćwiczenia

## Informacje dodatkowe

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Wykład	Wykład z prezentacją multimedialną wybranych zagadnień, Dyskusja
Ćwiczenia	Rozwiązywanie zadań (np.: obliczeniowych, artystycznych, praktycznych)

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Wykład	<p>Warunkiem zaliczenia przemiou jest pozytywny wynik egzaminu pisemnego (pytania otwarte / problemowe).</p> <p>Warunkiem koniecznym przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń rachunkowych.</p> <p>Skala ocen z zastosowanym rozkładem procentowym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bardzo dobry (bdb; 5,0) - minimum 95,0%</li> <li>• dobry plus (+db; 4,5) - w zakresie 86,0% - 94,9%</li> <li>• dobry (db; 4,0) - w zakresie 76,0% - 85,9%</li> <li>• dostateczny plus (+dst; 3,5) - w zakresie 67,0% - 75,9%</li> <li>• dostateczny (dst; 3,0) - w zakresie 60,0% - 66,9%</li> <li>• niedostateczny (ndst; 2,0) - poniżej 60,0%</li> </ul>
Ćwiczenia	<p>Warunkiem uzyskania oceny pozytywnej jest obecność na minimum 70% zajęć oraz uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwium zaliczeniowego (pisemnego) - zadania obliczeniowe.</p> <p>Skala ocen z zastosowanym rozkładem procentowym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>bardzo dobry (bdb; 5,0) - minimum 95,0%</li> <li>dobry plus (+db; 4,5) - w zakresie 86,0% - 94,9%</li> <li>dobry (db; 4,0) - w zakresie 76,0% - 85,9%</li> <li>dostateczny plus (+dst; 3,5) - w zakresie 67,0% - 75,9%</li> <li>dostateczny (dst; 3,0) - w zakresie 60,0% - 66,9%</li> <li>niedostateczny (ndst; 2,0) - poniżej 60,0%</li> </ul>

## Literatura

### Obowiązkowa

1. I. Danielewicz-Ferchmin, A.R. Ferchmin, „Ciepło. Część I. Termodynamika”, Wydanie III, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań (1999).
2. I. Danielewicz-Ferchmin, A.R. Ferchmin, „Ciepło. Część II: bodźce i przepływy, równanie stanu, rozkłady kanoniczne”, Wydanie I, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań (2000).
3. D.Halliday, R.Resnick, J.Walker, „Podstawy fizyki”, Tom 2, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (2003).
4. K. Huang, „Podstawy fizyki statystycznej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (2006).

### Dodatkowa

1. D. V. Schroeder, „An Introduction to Thermal Physics”, OUP Oxford (2021).
2. R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, „Feynmana wykłady z fizyki”, tom I, cz. 2, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (2014).
3. L.D. Landau, J.M. Lifszyc, „Fizyka statystyczna”, T. 1 i T.2, Wydawnictwo PWN, Warszawa (2011).
4. H. Gould, J. Tobochnik, „Statistical and Thermal Physics With Computer Applications”, Princeton University Press (2010).
5. A. Szewczyk, A. Wiśniewski, R. Puźniak, H. Szymczak, „Magnetyzm i nadprzewodnictwo”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (2012)

## Nakład pracy studenta i punkty ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
Wykład	30

Ćwiczenia	30
Przygotowanie do egzaminu	20
Przygotowanie do zajęć	15
Przygotowanie do zaliczenia	20
Czytanie wskazanej literatury	20
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 135
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>ECTS</b> 5

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Efekty uczenia się dla kierunku

Kod	Treść
FIZ_K1_K01	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści
FIZ_K1_K02	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do uznania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych, zasięgania opinii ekspertów (także z innych dyscyplin naukowych) w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu
FIZ_K1_K03	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego oraz inicjowania działań na rzecz interesu publicznego
FIZ_K1_U01	Absolwent/ka potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do formułowania i rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów z zakresu nauk fizycznych; dobrać i zastosować odpowiednie metody i narzędzia niezbędne do rozwiązania danego problemu (w tym zaawansowane techniki informatyczne)
FIZ_K1_U03	Absolwent/ka potrafi planować i wykonywać proste badania doświadczalne, obserwacje, obliczenia teoretyczne i symulacje komputerowe z zakresu fizyki; analizować i w sposób krytyczny oceniać otrzymane wyniki
FIZ_K1_U04	Absolwent/ka potrafi komunikować się z otoczeniem na tematy specjalistyczne z zakresu nauk fizycznych używając specjalistycznej terminologii, w szczególności przygotować wystąpienia ustne i opracowania pisemne oraz brać udział w debacie z tego zakresu
FIZ_K1_W01	Absolwent/ka zna i rozumie w zaawansowanym stopniu wybrane fakty, zjawiska, koncepcje i teorie właściwe dla fizyki oraz złożone zależności między nimi (stanowiące podstawową wiedzę ogólną z zakresu nauk fizycznych oraz reprezentujące wybrane zagadnienia z zakresu wiedzy szczegółowej w tej dyscyplinie)
FIZ_K1_W02	Absolwent/ka zna i rozumie w zaawansowanym stopniu wybrane techniki doświadczalne oraz modele matematyczne stosowane w fizyce
FIZ_K1_W03	Absolwent/ka zna i rozumie w zaawansowanym stopniu wybrane metody obliczeniowe oraz techniki informatyczne stosowane do rozwiązywania typowych problemów z zakresu fizyki