

**KARTA KURSU**  
Studia stacjonarne I stopnia Fizyka

Nazwa	TERMODYNAMIKA Z ELEMENTAMI FIZYKI STATYSTYCZNEJ
Nazwa w j. ang.	Thermodynamics with Basic Statistical Physics

Koordynator	Dr Renata Bujakiewicz-Korońska	Zespół dydaktyczny
		Dr Jacek Gruszcza Dr hab. Irena Jankowska-Sumara
Punktacja ECTS*	5	

Opis kursu (cele kształcenia)

Uzyskanie wiadomości teoretycznych i umiejętności do opisu zjawisk i procesów makroskopowych na gruncie termodynamiki fenomenologicznej i fizyki cząsteczkowej. Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami i zależnościami termodynamicznymi oraz ich związkami z mikroskopową budową materii. Wypracowanie umiejętności stosowania wprowadzonych pojęć i metod w rozwiązywaniu prostych problemów fizycznych z zakresu termodynamiki klasycznej z wykorzystaniem modeli fizycznych oraz odpowiedniego aparatu matematycznego (rachunku różniczkowego i całkowego funkcji wielu zmiennych). Po wysłuchaniu kursu studenci powinni umieć wykorzystać nabytą wiedzę do interpretacji zjawisk fizycznych związanych z termodynamiką, opisem układów wielu ciał, termicznej i czasowej ewolucji tychże układów.

Warunki wstępne

Wiedza	brak
Umiejętności	brak
Kursy	brak

## Efekty kształcenia

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01. Student rozumie opis makroskopowy i mikroskopowy układu termodynamicznego; zna podstawowe pojęcia termodynamiki fenomenologicznej: temperatura, energia wewnętrzna, praca, ciepło, entropia, potencjały termodynamiczne.	K_W01, K_W02, K_W03
	W02. Student rozumie zjawiska zachodzące w procesach rzeczywistych i procesach kwazistatycznych; rozróżnia procesy odwracalne i nieodwracalne; zna zasady termodynamiki.	K_W01, K_W02, K_W03
	W03. Student rozpoznaje i określa makroskopowe cechy materii; zna model gazu doskonałego i różnice wzg. gazów rzeczywistych; rozumie przemiany fazowe i zna ich mikroskopową interpretację; zna zasady opisu procesów nierównowagowych, przewodnictwa cieplnego, dyfuzji, osmozy.	K_W01, K_W02, K_W03 K_W07

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Umiejętności	U01. Student opisuje makroskopowy i mikroskopowy układ termodynamiczny wykorzystując podstawowe pojęcia termodynamiki fenomenologicznej takie jak np.: temperatura, energia wewnętrzna, praca, ciepło, entropia, potencjały termodynamiczne.	K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11
	U02. Student umie opisywać zjawiska zachodzące w procesach rzeczywistych i procesach kwazistatycznych; potrafi stosować zasady termodynamiki w opisie procesów odwracalnych i nieodwracalnych.	K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11
	U03. Student umie rozpoznać i omówić makroskopowe cechy materii; zna model gazu doskonałego i zauważa różnice wzg. gazów rzeczywistych; dostrzega i opisuje przemiany fazowe w różnych procesach fizycznych; opisuje procesy nierównowagowe, przewodnictwa cieplnego, dyfuzji, osmozy.	K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Kompetencje społeczne	K01. Student korzysta z różnych źródeł informacji dotyczących termodynamiki w celu podnoszenia poziomu swojej wiedzy i umiejętności.	K_K01
	K02. Student posiada nawyk śledzenia na bieżąco aktualnych wydarzeń w technice i fizyce w celu podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych.	K_K02
	K03. Student rozumie konieczność kształcenia przez całe życie.	K_K03

Organizacja													
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach											
		A		K		L		S		P		E	
Liczba godzin	30	30											

#### Opis metod prowadzenia zajęć

Wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej. W ćwiczeniach konwersatoryjnych preferowane są metody aktywizujące: metoda dyskusji dydaktycznej i metoda problemowa.

#### Formy sprawdzania efektów kształcenia

	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		
U01						X		X			X		
U02						X		X			X		
U03						X		X			X		
K01						X		X			X		
K02						X		X			X		
K03						X		X			X		

Kryteria oceny	BARDZO DOBRY
	Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W1 – W3, U1 – U3 oraz kompetencje K1 – K3 i wykazuje samodzielność, operatywność i twórcze podejście w ich stosowaniu w procesie edukacyjnym.
	DOBRY
	Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W1 – W3, U1 – U3 oraz kompetencje K1 – K3. Wykorzystuje je w procesie edukacyjnym według wskazówek nauczyciela akademickiego.
	DOSTATECZNY
	Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W1 – W3, U1 – U3 oraz kompetencje K1 – K3. Stosuje je w procesie edukacyjnym według szczegółowych instrukcji nauczyciela akademickiego.
	NIEDOSTATECZNY
	Student nie opanował wiedzy wymienionej w punktach W1 – W3 ani nie osiągnął większości wspomnianych umiejętności i kompetencji.

Uwagi	
-------	--

#### Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Opis makroskopowy i mikroskopowy układu termodynamicznego: parametry makroskopowe, stan równowagi termodynamicznej, pojęcie stanu makroskopowego oraz mikrostanu.
2. Podstawowe pojęcia termodynamiki fenomenologicznej: temperatura, energia wewnętrzna, praca, ciepło, entropia, potencjały termodynamiczne.
3. Procesy rzeczywiste i procesy kwazistatyczne.
4. Procesy odwracalne i nieodwracalne. Zasady termodynamiki.
5. Makroskopowe cechy materii a jej mikroskopowa budowa: gaz, ciecz, ciało stałe.
6. Model gazu doskonałego a modele gazów rzeczywistych.
7. Przemiany fazowe i ich mikroskopowa interpretacja.
8. Zasady opisu procesów nierównowagowych, przewodnictwo cieplne, dyfuzja, osmoza.
9. Przejścia fazowe (ogólne uwagi). Termodynamika przejść fazowych: układy wielofazowe i wieloskładnikowe; przejścia fazowe pierwszego rodzaju. Reguła faz Gibbsa; nachylenie krzywej współistnienia faz (równanie Clapeyrona). Diagram fazowy wody. Ciepło właściwe. Przemiany fazowe. Ciepło przemian fazowych. Stan równowagi pomiędzy fazami; równanie Clausiusa - Clapeyrona. Przejścia fazowe ciągłe: parametr porządku i teoria Landau'a. Punkt potrójny wody, definicja skali bezwzględnej temperatur.
10. Mikrostan, hipoteza molekularnego chaosu i entropia Boltzmanna. Trzecia zasada termodynamiki. Przykład: model dwustanowy i 'ujemna temperatura absolutna'. Laser - jako układ z ujemną temperaturą. Przejście do granicy klasycznej. Twierdzenie o ekwipartycji energii.
11. Rozkład: kanoniczny, wielki kanoniczny, mikro-kanoniczny, izobaryczno-izotermiczny. Obliczenia dla przykładowych dyskretnych struktur energetycznych -funkcja rozdziału, populacje stanów z temperaturą. Kwantowy oscylator harmoniczny. Stany energetyczne i ciepło właściwe kwantowego oscylatora harmonicznego. Ciepło właściwe i paramagnetyzm dla układu dwu-stanowego (prawo

Curie).

12. Fizyka statystyczna, ścisłe wyniki: związki między rozkładami. Obliczenia dla przykładowych dyskretnych wielo-stanowych struktur energetycznych - termiczna ewolucja populacji stanów, średniej energii, energii swobodnej, entropii.

#### Wykaz literatury podstawowej

D. Holliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy Fizyki t.2; PWN  
S. Szczeniowski, Fizyka Doświadczalna cz.II; PWN  
K. Zalewski, Wykłady z mechaniki i termodynamiki statystycznej;  
K. Gumiński, Termodynamika;  
A.I. Anselm, Podstawy fizyki statystycznej.

#### Wykaz literatury uzupełniającej

D.R. Gaskell, Introduction to the Thermodynamics of Materials, Taylor & Francis, New York, London 2003  
J. Koronacki, J. Mielniczuk: Statystyka, WNT, Warszawa 2001;  
M. Toda, R. Kubo, N. Saito, Fizyka statystyczna.

#### Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	30
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	30
	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)	5
	Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	20
Ogółem bilans czasu pracy		125
Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika 1ECTS=25 h		5