**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamika statystyczna i nierównowagowa

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Tomasz Wiśniewski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK414A

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

3 punkty ECTS - 75 godzin, w tym:
1. Liczba godzin kontaktowych: 33, w tym:
a) wykład – 15 godz.,
b) ćwiczenia – 15 godz.,
c) konsultacje – 3 godz.
2. Praca własna studenta – 42 godzin, w tym:
a) 20 godz. – bieżące przygotowywanie się do ćwiczeń i wykładów (analiza literatury),
b) 22 godz. - przygotowywanie się do 2 kolokwiów.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,3 punktu ECTS - 33 godziny, w tym:
a) wykład – 15 godz.,
b) ćwiczenia – 15 godz.,
c) konsultacje – 3 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Uzyskanie wiedzy o związkach pomiędzy zjawiskami zachodzącymi w gazach w skali mikro, opisywanymi statystycznie a ich makroskopowym zachowaniem. Uzyskanie wiedzy na temat zjawisk nierównowagowych i ich praktycznych zastosowań.

**Treści kształcenia:**

1. Postulaty liniowej termodynamiki nierównowagowej. Bodźce termodynamiczne i uogólnione strumienie. Zasada symetrii Curie. Zależności Onsagera. Efekty krzyżowe.
2. Równania bilansowe wielkości ekstensywnych dla płynów wieloskładnikowych.
3. Termodyfuzja i efekt Dufoura.
4. Wielkości przenoszenia.
5. Zjawiska termoelektryczne. Efekt Thomsona. Efekt Seebecka. Efekt Peltiera. Generatory termoelektryczne. Chłodziarki termoelektryczne.
6. Efekty galwanomagnetyczne. Efekty termomagnetyczne.
7. Linia Wilsona.
8. Podstawy kinetycznej teorii gazów i teorii zjawisk transportu. Rozkłady prędkości.
9. Efuzja.
9. Mikrostan i makrostan. Postulaty termodynamiki statystycznej.
10. Równanie Boltzmanna.
11. Statystyki klasyczne i kwantowe. Funkcje rozdziału.
12. Statystyczna interpretacja funkcji termodynamicznych.
13. Lokalne sformułowanie II zasady termodynamiki.

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia:
I - termodynamika nierównowagowa,
II - termodynamika statystyczna.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Wiśniewski S., Staniszewski B., Szymanik R.: Termodynamika procesów nierównowagowych, PWN, Warszawa 1973.
2. Wiśniewski S.: Termodynamika techniczna, WNT, Warszawa 1999.
3. Poniewski M., Sado J., Staniszewski B.: Termodynamika procesów nierównowagowych, OWPW, Warszawa 2008.
4. Ragone D.V.: Thermodynamics of materials. Wiley. 1995.
5. Linder B.: Thermodynamics and introductory statistical thermodynamics. Wiley. 2004.
6. Laurendeau N.M.: Statistical thermodynamics. Fundamentals and applications. Cambridge University Press. 2005.
7. Bzowski J.: Zbiór zadań z termodynamiki statystycznej. OWPW, Warszawa, 2005.
8. Engel T., Reid P.: Thermodynamics, statistical thermodynamics & kinetics. 2nd ed. Prentice Hall. 2010.
9. Materiały dostarczone przez wykładowcę.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NK414A\_W1:**

Student posiada wiedzę w zakresie opisu procesów za pomocą narzędzi termodynamiki statystycznej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK414A\_W1:**

Student posiada wiedzę w zakresie opisu procesów za pomocą narzędzi termodynamiki statystycznej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK414A\_W2:**

Student posiada wiedzę w zakresie termodynamiki nierównowagowej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK414A\_W2:**

Student posiada wiedzę w zakresie termodynamiki nierównowagowej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK414A\_U1:**

Student umie wykorzystywać zaawansowane modele termodynamiczne w opisie zjawisk cieplnych w energetyce oraz w chłodnictwie.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK414A\_U1:**

Student umie wykorzystywać zaawansowane modele termodynamiczne w opisie zjawisk cieplnych w energetyce oraz w chłodnictwie.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK414A\_U2:**

Student umie stosować zaawansowane modele procesów dla zagadnień badawczych.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK414A\_U2:**

Student umie stosować zaawansowane modele procesów dla zagadnień badawczych.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK414A\_U2:**

Student umie stosować zaawansowane modele procesów dla zagadnień badawczych.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ML.NK414A\_K1:**

Student rozwija swoje umiejętności badawcze.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK414A\_K1:**

Student rozwija swoje umiejętności badawcze.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**