**Nazwa przedmiotu:**

Wymiana ciepła I

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. dr hab. inż. Piotr Furmański

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK423E

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Całkowita liczba godzin - 103, w tym:
1) Liczba godzin kontaktowych - 48, w tym:
a) wykład 30,
b) ćwiczenia 15,
c) konsultacje 3.
2) Praca własna studenta - 55, w tym:
a) przygotowanie do ćwiczeń - 15,
b) przygotowanie do kolokwiów- 20,
b) przygotowanie do egzaminu - 20.

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

2 punkty ECTS - liczba godzin kontaktowych - 48, w tym:
a) wykład 30,
b) ćwiczenia 15.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

-

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Termodynamika I.

**Limit liczby studentów:**

150

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie z podstawowymi i złożonymi sposobami wymiany ciepła, ich opisem matematycznym, właściwościami cieplnymi materiałów.

**Treści kształcenia:**

Wykład: Podstawowe i złożone sposoby wymiany ciepła. Przewodzenie ciepła. Przewodzenie ciepła w elementach cienkościennych (żebra). Opory cieplne. Przewodzenie ciepła w stanach nieustalonych dla prostych kształtów ciał. Charakterystyczne cechy przewodzenia ciepła w stanach nieustalonych przy granicznych wartościach liczb podobieństwa. Konwekcja (unoszenie ciepła). Współczynnik przejmowania ciepła i sposoby jego wyznaczania. Zastosowanie teorii podobieństwa w zagadnieniach wymiany ciepła. Równania kryterialne. Cechy szczególne przejmowania ciepła przy konwekcji wymuszonej i swobodnej. Wymiana ciepła przy zmianie fazy. Cechy szczególne wymiany ciepła przy skraplaniu i wrzeniu. Podstawy promieniowania cieplnego. Ćwiczenia: Przykłady obliczeń rozkładu temperatury i ilości przepływającego ciepła dla prostych geometrii ciał przy przewodzeniu ciepła w stanie ustalonym i nieustalonym. Wyznaczanie współczynnika przejmowania ciepła dla różnych przypadków opływu ciał stałych przez płyny. Wyznaczanie ilości ciepła wymienianego między ciałem stałym i płynem na drodze konwekcji. Prawa promieniowania cieplnego ciała czarnego i ciał rzeczywistych. Obliczenia wymiany ciepła na drodze promieniowania między powierzchniami szarych i dyfuzyjnymi.

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia: I – przewodzenie ciepła, II – przejmowanie ciepła. Egzamin zadaniowy i teoretyczny.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1) S. Wiśniewski, T.S. Wiśniewski: “Wymiana ciepła”, WNT.
 2) P. Furmański, R. Domański: „ Wymiana ciepła. Przykłady i zadania”, Oficyna wydawnicza PW.
 3) R. Domański, M. Jaworski, M. Rebow: „Wymiana ciepła, Termodynamika. Komputerowe bazy danych.”, Oficyna wydawnicza PW.
 Dodatkowa literatura: Materiały dla studentów zamieszczane na stronie (część dostępna po zalogowaniu dla odrabiających zajęcia).

**Witryna www przedmiotu:**

www.itc.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NK423E\_W1:**

Znajomość podstawowych i złożonych sposobów wymiany ciepła, podstawowych pojęć używanych w wymianie ciepła, metodach formułowania i rozwiązywania zagadnień wymiany ciepła.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK423E\_W2:**

 Znajomość związków łączących wymianę ciepła z termodynamiką.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK423E\_W3:**

 Zna związki łączące konwekcyjną wymianę ciepła z mechaniką płynów, w tym: związki między współczynnikiem tarcia a współczynnikiem przejmowania ciepła.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK423E\_W4:**

 Zna, w jaki sposób wymiana ciepła wpływa na efektywność energetyczną procesów.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK423E\_W5:**

 Wie, jakie procesy wymiany ciepła i w jaki sposób wpływają na działanie urządzeń energetyki konwencjonalnej.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK423E\_W6:**

Wie, jakie mechanizmy wymiany ciepła i w jaki sposób wpływają na działanie urządzeń energetyki odnawialnej.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK423E\_U1:**

 Potrafi rozwiązywać proste zagadnienia wymiany ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK423E\_U2:**

 Potrafi posługiwać się podstawowymi pojęciami, nomenklaturą i jednostkami wielkości fizycznych występującymi w wymianie ciepła.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK423E\_U3:**

 Ma umiejętność wyszukiwania informacji o właściwościach cieplnych substancji koniecznych do obliczeń wymiany ciepła.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK423E\_U4:**

 Potrafi rozpoznać podstawowe i złożone sposoby wymiany ciepła w różnych procesach oraz sformułować zagadnienie matematyczne służące do wyznaczenia rozkładów temperatury i strumienia ciepła.

Weryfikacja:

Kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**