**Nazwa przedmiotu:**

Wymiana ciepła

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Karolina Błogowska

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ZNK423

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

3 ECTS - 75 godzin
1. Liczba godzin kontaktowych: 20, w tym:
d) wykład – 12 – godz.
e) ćwiczenia – 6 –godz.
f) konsultacje – 2 godz.
2. Praca własna studenta – 55 godzin, w tym:
a) 10 godz. – bieżące przygotowywanie się do ćwiczeń i wykładów (analiza literatury),
b) 20 godz. - przygotowywanie się do 2 kolokwiów ,
c) 25 godz. –przygotowywanie się do egzaminu (część zadaniowa i teoretyczna)

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

1,3 ECTS - 20 godzin, w tym:
d) wykład – 12 – godz.
e) ćwiczenia – 6 –godz.
f) konsultacje – 2 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:**

Termodynamika I

**Limit liczby studentów:**

40 osób

**Cel przedmiotu:**

Umiejętność rozwiązywania prostych problemów z przewodzenia ciepła, przejmowania przy konwekcji wymuszonej i swobodnej oraz promieniowania cieplnego. Znajomość podstawowych mechanizmów wymiany ciepła.

**Treści kształcenia:**

Podstawowe i złożone mechanizmy wymiany ciepła oraz ich opis matematyczny. Właściwości cieplne materiałów. Przewodzenie ciepła w stanie ustalonym i nieustalonym. Przejmowanie ciepła w warunkach konwekcji wymuszonej i swobodnej. Przejmowanie ciepła podczas skraplania i wrzenia. Podstawy promieniowania cieplnego.
Wykłady
1. Podstawowe i złożone mechanizmy wymiany ciepła.
2. Przewodzenie ciepła w stanie ustalonym. Ścianki wielowarstwowe i żebra.
3. Przewodzenie ciepła w stanie nieustalonym.
4. Przejmowanie ciepła przy konwekcji wymuszonej.
5. Przejmowanie ciepła przy konwekcji swobodnej.
6. Wymiana ciepła podczas wrzenia i kondensacji.
7. Podstawy radiacyjnej wymiany ciepła.
Ćwiczenia
1. Obliczanie rozkładu temperatury i strumieni ciepła dla prostych geometrii ciał przy przewodzeniu ciepła w stanie ustalonym.
2. Obliczanie rozkładu temperatury i strumieni ciepła dla prostych geometrii ciał przy przewodzeniu ciepła w stanie nieustalonym.
3. Obliczanie współczynników przejmowania ciepła, strumieni ciepła i zmian temperatury płynu podczas przepływu płynu przez kanały oraz przy opływie ciał.
4. Obliczanie współczynników przejmowania ciepła i strumieni ciepła przy konwekcji swobodnej w przestrzeni otwartej i zamkniętej.
5. Obliczanie współczynników przejmowania ciepła i strumieni ciepła podczas wrzenia i skraplania.

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia: I - przewodzenie ciepła, II - przejmowanie ciepła.
Egzamin zadaniowy i teoretyczny.
Ocena końcowa wystawiana na podstawie ocen z części zadaniowej i teoretycznej egzaminu.
Możliwość zwolnienia z części zadaniowej egzaminu po zaliczeniu każdego z kolokwiów na ocenę co najmniej 4.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Wiśniewski S., Wiśniewski T.S.: "Wymiana ciepła", WNT, 2009.
2. Furmański P., Domański R.: "Wymiana ciepła. Przykłady i zadania", OWPW.
3. Domański R., Jaworski M., Rebow M.: : Wymiana ciepła. Termodynamika. Komputerowe bazy danych." OWPW

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka EW1:**

Posiada wiedzę w zakresie opisu fenomenologicznego i matematycznego procesów wymiany ciepła, a w szczególności opisu procesów przepływu ciepła przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EW2:**

Posiada wiedzę w zakresie zjawisk zachodzących podczas wrzenia i kondensacji.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EW3:**

Posiada wiedzę w zakresie właściwości cieplnych ciał stałych, cieczy i gazów.

Weryfikacja:

Kolokwium 1, Kolokwium 2, Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka EU1:**

Potrafi wykonać obliczenia rozkładu temperatury i strumieni ciepła dla prostych geometrii ciał przy przewodzeniu ciepła w stanie ustalonym.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU1:**

Potrafi wykonać obliczenia rozkładu temperatury i strumieni ciepła dla prostych geometrii ciał przy przewodzeniu ciepła w stanie ustalonym.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU2:**

Potrafi wykonać obliczenia rozkładu temperatury i strumieni ciepła dla prostych geometrii ciał przy przewodzeniu ciepła w stanie nieustalonym.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU2:**

Potrafi wykonać obliczenia rozkładu temperatury i strumieni ciepła dla prostych geometrii ciał przy przewodzeniu ciepła w stanie nieustalonym.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 1, Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU3:**

Potrafi wykonać obliczenia współczynników przejmowania ciepła, strumieni ciepła i zmian temperatury płynu podczas przepływu płynu przez kanały oraz przy opływie ciał.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU3:**

Potrafi wykonać obliczenia współczynników przejmowania ciepła, strumieni ciepła i zmian temperatury płynu podczas przepływu płynu przez kanały oraz przy opływie ciał.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU4:**

Potrafi wykonać obliczenia współczynników przejmowania ciepła i strumieni ciepła przy konwekcji swobodnej w przestrzeni otwartej i zamkniętej.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU4:**

Potrafi wykonać obliczenia współczynników przejmowania ciepła i strumieni ciepła przy konwekcji swobodnej w przestrzeni otwartej i zamkniętej.

Weryfikacja:

Kolokwium nr 2, Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU5:**

Potrafi wykonać obliczenia współczynników przejmowania ciepła i strumieni ciepła podczas wrzenia i skraplania.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU5:**

Potrafi wykonać obliczenia współczynników przejmowania ciepła i strumieni ciepła podczas wrzenia i skraplania.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**