**Nazwa przedmiotu:**

Wymiana ciepła

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Leszek Rudniak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

IC.IK404

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 30
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji 10
3. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach zaliczeń i egzaminów 14
4. Przygotowanie do zajęć (studiowanie literatury, odrabianie prac domowych itp.) 12
5. Zbieranie informacji, opracowanie wyników -
6. Przygotowanie sprawozdania, prezentacji, raportu, dyskusji -
7. Nauka samodzielna – przygotowanie do zaliczenia/kolokwium/egzaminu 18
Sumaryczne obciążenie studenta pracą 84 godz.

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

1,8 ECTS

**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: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi podstaw ruchu ciepła w wyniku mechanizmów przewodzenia, konwekcji i
promieniowania w ujęciu stacjonarnym i niestacjonarnym.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Ustalone przewodzenie ciepła. Równania różniczkowe we współrzędnych prostokątnych, cylindrycznych i sferycznych. Warunki brzegowe i początkowe w przewodzeniu ciepła. Przewodzenie ciepła przez płytę płaską jedno- i wielowarstwową. Przewodzenie ciepła przez ściany cylindryczne i koliste. Pojęcie oporu cieplnego.
2. Wnikanie ciepła. Przenikanie ciepła, prawo Newtona, prawo Stefana-Bolzmana. Przenikanie ciepła przez ścianki cylindryczne wielowarstwowe oraz przez rury cienkościenne. Przewodzenie ze zmienną wartością λ = f(T). Izolacja cieplna i jej grubość krytyczna. Wymiana ciepła przez powierzchnie ożebrowane, sprawność żebra. Wewnętrzne źródła ciepła - przewodzenie przez płyty. Płyta płaska chłodzona dwustronnie. Walec nieskończony z ustaloną temperaturą na powierzchni. Przegroda sferyczna.
3. Przewodzenie nieustalone. Chłodzenie i ogrzewanie ciał. Liczby Biota i Fouriera. Rozkład temperatur w płytach i bryłach w przypadku, kiedy opór wnikania jest pominięty i kiedy trzeba go uwzględnić. Rozkład temperatur w bryłach o innych kształtach niż podstawowe. Metody graficzne przy przewodzeniu nieustalonym.
4. Konwekcja wymuszona. Równania różniczkowe. Równania konwekcji i przewodzenia Kirchoffa -Fouriera. Warstwa graniczna, przyścienna warstwa termiczna. Konwekcyjna wymiana ciepła podczas laminarnego i burzliwego przepływu w rurze. Konwekcja wymuszona podczas opływu ciał, równanie Frusslinga. Konwekcja swobodna. Konwekcja swobodna przy ścianie pionowej i w szczelinach. Konwekcja swobodna i wymuszona; kondensacja pary na rurach poziomych i pionowych, konwekcja przy wrzeniu cieczy, etapy wrzenia.
5. Wymienniki ciepła. Intensyfikacja wymiany ciepła. Rozkłady temperatur przy różnych prądach. Wymiennik pracujący ze zmianą fazy medium. Prąd skrzyżowany. Określenie temperatur końcowych mediów. Metody obliczania powierzchni wymiany ciepła, pojęcie sprawności, metoda NTU. Projektowanie wymiennika.
6. Promieniowanie ciał. Prawo Stefana - promieniowanie ciała doskonale czarnego. Prawo Kirchoffa - promieniowanie ciał rzeczywistych.

**Metody oceny:**

Forma zaliczenia: egzamin pisemny.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. T. Hobler, Ruch ciepła i wymienniki, WNT, 1986.
2. B. Staniszewski, Wymiana ciepła, PWN, 1963.
3. S. Wiśniewski, Wymiana ciepła, PWN, 1979.
4. Cz. Strumiłło, Ruch ciepła, podstawy teoretyczne, Łódź, 1980.
5. J. Ciborowski, Podstawy inżynierii chemicznej, WNT, 1965.
6. C. Bennett, J. Meyers, Przenoszenie pędu, ciepła i masy, WNT 1967.
7. J. Holman, Heat transfer, McGraw-Hill, 1972.
8. W. Gogół, Wymiana ciepła. Tablice i wykresy, WPW, Warszawa, 1984.
9. R. Domański, P. Furmański, Wymiana ciepła. Przykłady obliczeń z zadaniami, OWPW, Warszawa, 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W1:**

Ma wiedzę przydatną do zrozumienia podstaw fizycznych i chemicznych podstawowych operacji i procesów inżynierii chemicznej i procesowej oraz aparatów.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03

**Efekt W2:**

Ma wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składnika i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U2:**

Ma umiejętności samokształcenia się.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U05

**Efekt U1:**

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, bazy danych oraz innych źródeł; potrafi je interpretować a także wyciągać wnioski i formułować opinie.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt KS1:**

Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykorzystaniem zawodu inżyniera.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K05