**Nazwa przedmiotu:**

Wymiana ciepła i masy

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Ryszard Zwierzchowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Biogospodarka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

-

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Zajęcia z prowadzącym: 45 h
Praca samodzielna:
15 h przygotowanie do zaliczenia wykładów
15 h przygotowanie do zaliczenia ćwiczeń
25 h wykonanie i obrona projektu
Łącznie 100 h

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawy termodynamiki
Inżynieria procesowa i aparatura

**Limit liczby studentów:**

30 ćwiczenia, 15 zajęcia projektowe

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami różnych form przenoszenia ciepła i masy, a w szczególności tych procesów zachodzących w środowisku i biogospodarce.

**Treści kształcenia:**

Wykłady
W ramach przedmiotu studenci pozyskują wiedzę na temat podstaw teoretycznych przenoszenia ciepła i masy na drodze molekularnej, konwekcyjnej i turbulentnej.
Procesy wymiany ciepła przy przepływach laminarnych i burzliwych oraz procesy absorpcji i desorpcji, a także wymiany masy w układach przepływowych.
Ćwiczenia
1. Przenikanie ciepła przez ściankę płaską, cylindryczną i ożebrowaną.
2. Przejmowanie ciepła przy konwekcji swobodnej w przestrzeni ograniczonej. 3. Przejmowanie ciepła przy konwekcji wymuszonej: napływ na pęczki rur gładkich i ożebrowanych.
3. Obliczanie przekazywania ciepła na drodze promieniowania pomiędzy powierzchniami równoległymi.
4. Stężenia w fazie ciekłej i gazowej, obliczanie koncentracji oraz udziałów molowych i masowych.
5. Rozpuszczalność gazów w cieczach, obliczanie równowagi absorpcyjnej.
6. Obliczanie równowagi destylacyjnej dla roztworów doskonałych i fazy gazowej doskonałej
7. Procesy dyfuzyjne, obliczanie współczynników dyfuzji binarnej w gazach i cieczach.
8. Obliczanie dyfuzji jednokierunkowej i równomolowej (nawilżanie i osuszanie powietrza, kondensacja w obecności gazu inertnego, absorpcja, destylacja).
9. Wnikanie masy przy przepływie, obliczanie wnikania przy przepływie laminarnym i burzliwym.
Projekt
Obliczenia projektowe wymiennika ciepła i masy.

**Metody oceny:**

Egzamin pisemny
Pisemne zaliczenie ćwiczeń
Obrona projektu
Ocena zintegrowana: 0,4E + 0,3C + 0,3P

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. K. Brodowicz – „Teoria wymienników ciepła i masy” PWN, Warszawa 1982
2. T. Hobler – „Dyfuzyjny ruch masy i absorbery” WNT, Warszawa 1976
3. R. Zarzycki – „Absorpcja i absorbery” WNT, Warszawa 1987
4. J. Malczewski, M. Piekarski– „Modele procesów transportu masy pędu i energii” PWN, Warszawa 1992
5. M. Piekarski, M. Poniewski – „Dynamika i sterowanie procesami wymiany ciepła i masy” WNT, Warszawa 1994
6. B. Staniszewski: Wymiana ciepła, PWN, 1980.
7. S. Wiśniewski, T.S. Wiśniewski: Wymiana ciepła, WNT, 2000.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Ma uporządkowaną wiedzę o podstawowych procesach wymiany ciepła i masy.

Weryfikacja:

Zdanie egzaminu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, II.T.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

**Charakterystyka W02:**

Zna różne formy przenoszenia ciepła i masy. Zna podstawowe modele przejmowania masy i ciepła oraz metody określania współczynników przejmowania masy i ciepła.

Weryfikacja:

Zdanie egzaminu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, II.T.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi opisać i obliczyć proces przenikania ciepła przez ściankę w warunkach konwekcji. Potrafi opisać i obliczyć proces przekazywania ciepła przez promieniowanie dwóch powierzchni. Poprawnie posługuje się nazewnictwem stosowanym w opisie zjawisk wymiany ciepła.

Weryfikacja:

Zaliczenie kolokwium, obrona projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_U05 , B2\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** II.T.P7S\_UW.1, I.P7S\_UU, I.P7S\_UW

**Charakterystyka U02:**

Potrafi opisać i obliczać równowagi absorpcyjne i destylacyjne w układach ciecz-gaz. Potrafi określić współczynniki dyfuzji binarnej w gazach i cieczach. Potrafi opisać i obliczyć proste przypadki przejmowania masy przy przepływie laminarnym lub burzliwym. Poprawnie posługuje się nazewnictwem stosowanym w opisie zjawisk wymiany masy.

Weryfikacja:

Zaliczenie kolokwium, obrona projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_U05 , B2\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, II.T.P7S\_UW.1, I.P7S\_UU

**Charakterystyka U03:**

Potrafi przeprowadzić obliczenia i dobrać elementy składowe układu wymiany ciepła i masy.

Weryfikacja:

Obrona projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_U05 , B2\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, II.T.P7S\_UW.1, I.P7S\_UU

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Rozumienia znaczenia osobistych kwalifikacji przy wykorzystaniu procesów wymiany ciepła i masy. Rozumienia społecznych konsekwencji stosowania technik wymiany ciepła i masy w biogospodarce.

Weryfikacja:

Dyskusja w trakcie zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_K01 , B2\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK