**Nazwa przedmiotu:**

Projektowanie procesów przenoszenia pędu i masy

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Eugeniusz Molga

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-IC000-ISP-510

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2019/2020

**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, egzaminów, sprawdzianów etc. 21
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 20
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 15
Sumaryczny nakład pracy studenta 86

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

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

-

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

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

**Wymagania wstępne:**

1. Znajomość matematyki (rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe zwyczajne, elementy statystyki stosowanej), chemii fizycznej, termodynamiki procesowej oraz wymiany ciepła. Student powinien mieć zaliczone przedmioty: Matematyka, Fizyka, Chemia fizyczna, Termodynamika procesowa, Wymiana ciepła.
2.Wskazana jest umiejętność posługiwania się programami komputerowymi takimi jak Excel i Mathcad.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

1. Zapoznanie studentów z podstawami teoretycznymi procesów jednostkowych (nauczanie o zjawiskach przenoszenia pędu, energii i masy, również w obecności biegnącej równocześnie reakcji chemicznej).
2. Przybliżenie studentom podstaw teoretycznych i metod obliczeniowych stosowanych w rozwiązywaniu problemów przenoszenia pędu, energii i masy.

**Treści kształcenia:**

Ćwiczenia projektowe
1. Przyswojenie podstawowych pojęć (strumień, gęstość strumienia). Wykorzystanie równania ciągłości. Bilanse ogólne i różniczkowe pędu. Molekularne przenoszenie pędu. Równanie ruchu, równanie Naviera-Stokesa.
2. Obliczanie warstwy przyściennej. Wyznaczanie rozkładów prędkości i naprężeń w płynach o różnych właściwościach reologicznych płynących w układach o różnej geometrii.
3. Opis przepływów w układach rozproszonych (ruchu pojedynczych ziaren, kropli i pęcherzy, przepływu w zawiesinach, emulsjach i w barbotażu). Obliczanie przepływu przez warstwy porowate.
4. Równanie energii. Obliczanie przepływu płynów z dyssypacją energii.
5. Przyswojenie podstaw przenoszenia masy – dyfuzyjny i konwekcyjny mechanizm przenoszenia. Dyfuzja ustalona i nieustalona.
6. Obliczanie współczynników wnikanie masy w różnych układach geometrycznych. Konwekcja w przepływie burzliwym. Przenikanie masy.
7. Bilans absorbera. Wnikanie masy w przepływie kropli i pęcherzy (w fazie rozproszonej i ciągłej).
8. Kinetyka reakcji homogenicznych i heterogenicznych. Wnikanie masy z równoczesną reakcją chemiczną (reakcje chemiczne w układach płyn-płyn). Reakcje chemiczne w układach płyn – ciało stałe.

**Metody oceny:**

1. kolokwium
2. praca domowa
3. wykonanie projektu
4. dyskusja
5. seminarium

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. R. Pohorecki, S. Wroński, Kinetyka i Termodynamika Procesów Inżynierii Chemicznej, WNT, 1979.
2. S. Wroński, R. Pohorecki, J. Siwiński, Przykłady obliczeń z termodynamiki i kinetyki procesów inżynierii chemicznej, WNT, 1979.
3. S. Wroński, R. Pohorecki, J. Siwiński, Numerical Problems in Thermodynamics and Kinetics of Chemical Engineering Processes, Begell House, Inc. New York, 1998.
4. R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, Wiley Inc., New York, 2001.
5. T.K. Sherwood, R.L. Pigford, Ch.R. Wilke, Mass Transfer, McGraw-Hill, New York, 1975.
6. J.R. Welty, Ch.E. Wicks, R.E. Wilson, G.L. Rorrer, Fundamentals of momentum, heat and mass transfer 5th edition, John Wiley & Sons, Inc., 2008.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Ćwiczenia projektowe są jednym z elementów przedmiotu. Ćwiczenia te odbywają się w formie: 15 x 2h ćwiczeń w tygodniu.
Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa i sprawdzana. Nieusprawiedliwiona nieobecność na 3 ćwiczeniach powoduje niezaliczenie przedmiotu.
Warunkiem zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych jest zaliczenie każdego z dwóch pisemnych sprawdzianów (kolokwiów) organizowanych w trakcie trwania ćwiczeń. Terminy sprawdzianów podawane są przez prowadzących z dwutygodniowym wyprzedzeniem.
Przedmiotem sprawdzianów są zagadnienia omawiane podczas ćwiczeń audytoryjnych. Wymagania dotyczące zakresu materiału obowiązującego na poszczególnych sprawdzianach są przekazywane studentom w formie ustnej podczas ćwiczeń.
Z każdego ze sprawdzianów można uzyskać maksymalnie 10 pkt., przy czym podana jest ilość punktów za każde zadanie. Zaliczenie sprawdzianu to uzyskanie co najmniej 60% maksymalnej liczby punktów (czyli 6pkt. na 10pkt. możliwych) z każdego ze sprawdzianów. Podczas sprawdzianów studenci nie mogą korzystać z żadnych materiałów i urządzeń oprócz materiałów pomocniczych zawierających równania ciągłości oraz równania korelacyjne oraz z kalkulatorów z podstawowymi funkcjami matematycznymi. O zawartości materiałów pomocniczych decyduje prowadzący przedmiot i o tej decyzji studenci są informowani na ćwiczeniach.
W przypadku nieuzyskania zaliczenia z któregokolwiek ze sprawdzianów, możliwe jest zaliczenie w dodatkowym terminie podczas sesji. Do poprawy sprawdzianu studenci mogą przystępować tylko raz, wybierając jeden z wyznaczonych terminów: termin w sesji zimowej lub termin w czasie w sesji letniej w danym roku akademickim.
Dodatkowo, podczas ćwiczeń audytoryjnych, studenci mogą zdobyć do 10 pkt. za aktywną pracę na zajęciach, tj.: zgłaszanie się do odpowiedzi, poprawne rozwiązywanie zadań przy tablicy itp.. Aktywność oceniana jest i punktowana przez prowadzącego.
Drugim elementem przedmiotu jest wykonanie i zaliczenie 2 projektów. Terminy wydawania zadań projektowych, składania wykonanych projektów oraz ustnego zaliczenia każdego z projektów są wyznaczane podczas trwania semestru i podawane z wyprzedzeniem przez prowadzących.
Warunkiem zaliczenia poszczególnych projektów jest: złożenie projektu w terminie, poprawne wykonanie projektu oraz zaliczenie ustnego sprawdzianu (tzw. obrona projektu).
Z każdego z projektów można uzyskać maksymalnie 10 pkt. Warunkiem zaliczenia tego elementu przedmiotu jest uzyskanie co najmniej 60% maksymalnej liczby punktów (czyli 6pkt. na 10pkt. możliwych) z każdego z projektów.
Podczas ustnego zaliczania projektu studenci nie mogą korzystać z żadnych materiałów i urządzeń oprócz materiałów pomocniczych zawierających równania ciągłości oraz równania korelacyjne oraz z kalkulatorów z podstawowymi funkcjami matematycznymi.
W przypadku nieuzyskania zaliczenia z któregokolwiek z projektów istnieje możliwość jednokrotnej poprawy każdego z projektów. Poprawa polega na ponownym zaliczeniu wszystkich elementów projektu w terminie uzgodnionym z prowadzącym, jednak nie później niż 2 tygodnie po terminie podstawowym dla danego projektu.
Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest spełnienie 4 wymogów:
1. zaliczenie każdego ze sprawdzianów pisemnych (czyli uzyskanie co najmniej 6pkt. na 10pkt. możliwych z każdego ze sprawdzianów)
2. zaliczenie każdego z projektów (czyli uzyskanie co najmniej 6pkt. na 10pkt. możliwych z każdego z projektów)
3. uzyskanie łącznie co najmniej 26pkt. na 50pkt. możliwych, sumując punkty uzyskane przez studenta ze sprawdzianów pisemnych, projektów, aktywności.
4. obecność na zajęciach (możliwe maksymalnie 3 nieusprawiedliwione nieobecności)
Ocena z przedmiotu, wpisywana jako jedna ocena, wyznaczana jest następująco:
Suma punktów Ocena
<26÷30) 3
<30÷35) 3,5
<35÷40) 4
<40÷45) 4,5
<45÷50> 5
W przypadku nieuzyskania zaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć, przy czym powtórzeniu podlegają obie części składowe przedmiotu.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma wiedzę z podstaw teoretycznych procesów jednostkowych (nauczanie o zjawiskach przenoszenia pędu, energii i masy, również w obecności biegnącej równocześnie reakcji chemicznej).

Weryfikacja:

kolokwium, praca dyplomowa, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W2:**

Ma wiedzę z podstaw teoretycznych i metod obliczeniowych stosowanych w rozwiązywaniu problemów przenoszenia pędu, energii i masy.

Weryfikacja:

kolokwium, praca domowa, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi korzystać z wszelkiego rodzaju informacji i je analizować.

Weryfikacja:

praca domowa, wykonanie projektu, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, I.P6S\_UK, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U2:**

Potrafi przedstawić wyniki własnych badań w postaci samodzielnie przygotowanej prezentacji.

Weryfikacja:

wykonanie projektu, praca domowa, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UK

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Rozumie potrzebę dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych

Weryfikacja:

dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KK