**Nazwa przedmiotu:**

Kinetyka procesowa

**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-509

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 60
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 39
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 48
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 29
Sumaryczny nakład pracy studenta 176

**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: | 45h |
| Ćwiczenia: | 15h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| 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 studentów podstaw teoretycznych i metod obliczeniowych stosowanych w rozwiązywaniu problemów przenoszenia pędu, energii i masy.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Wprowadzenie: zakres tematyczny przedmiotu i definicje podstawowych pojęć (strumień, gęstość strumienia).
2. Mechanizmy procesów przenoszenia (molekularny i makroskopowy). Bilanse ogólne i różniczkowe masy. Równanie ciągłości.
3. Klasyfikacja płynów. Modele reologiczne płynów.
4. Bilanse ogólne i różniczkowe pędu. Molekularne przenoszenie pędu. Równanie ruchu, równanie Naviera-Stokesa.
5. Podstawy teorii burzliwości przepływu. Teoria warstwy przyściennej.
6. Wyznaczanie rozkładów prędkości i naprężeń w płynach o różnych właściwościach reologicznych, płynących w układach o różnej geometrii.
7. Przepływy w układach rozproszonych. Klasyfikacja przepływów. Metody opisu ruchu pojedynczych ziaren, kropli i pęcherzy. Przepływy w zawiesinach, emulsjach i w barbotażu. Przepływ przez warstwy porowate. Dyspersja i koalescencja.
8. Przypomnienie podstaw przenoszenia energii – przewodzenie i konwekcja. Równanie energii. Wymiana ciepłą przy opływie płyty. Przepływ płynów z dyssypacją energii.
9. Podstawy przenoszenia masy – dyfuzyjny i konwekcyjny mechanizm przenoszenia. Dyfuzja ustalona i nieustalona.
10. Wnikanie masy (konwekcja). Modele wnikania masy. Wnikanie masy w różnych układach geometrycznych. Konwekcja w przepływie burzliwym. Przenikanie masy.
11. Bilans absorbera. Przenoszenie masy w układach rozproszonych: wnikanie masy w przepływie kropli i pęcherzy (w fazie rozproszonej i ciągłej).
12. Kinetyka reakcji homogenicznych i heterogenicznych.
13. Wnikanie masy z równoczesną reakcją chemiczną (reakcje chemiczne w układach płyn-płyn).
14. Reakcje chemiczne w układach płyn – ciało stałe.
Ćwiczenia audytoryjne
1. Metody formułowania ogólnych i różniczkowych równań bilansu pędu, energii i masy.
2. Bilanse pędu, energii i masy w układach o różnej specyficznej geometrii: rura, zbiornik z mieszadłem, warstwa przyścienna, warstwa spływającej cieczy, bryły proste.

**Metody oceny:**

1. egzamin pisemny
2. egzamin ustny
3. kolokwium
4. praca domowa

**Egzamin:**

tak

**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:**

Wykład:
Wykład jest jednym z elementów przedmiotu. Zajęcia wykładowe odbywają się w formie: 15 wykładów po 3 godz. w tygodniu. Obecność na wykładzie nie jest obowiązkowa.
Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia dla tej części przedmiotu jest dokonywana na podstawie wyniku egzaminu, który składa się z egzaminu pisemnego i ustnego. Warunkiem uczestnictwa w egzaminie ustnym jest zaliczenie egzaminu pisemnego.
Dla obu typów egzaminów wyznacza się trzy terminy: dwa bezpośrednio po zakończeniu wykładów w sesji zimowej oraz trzeci w sesji jesiennej.
Podczas egzaminu pisemnego i ustnego studenci nie mogą korzystać z żadnych materiałów i urządzeń oprócz materiałów pomocniczych zawierających równania ciągłości oraz równania korelacyjne. O zawartość materiałów pomocniczych decyduje prowadzący przedmiot i o tej decyzji studenci są informowani na wykładzie.
Wymagania dotyczące zakresu materiału obowiązującego na egzaminie są przekazywane studentom w formie ustnej podczas wykładu oraz w formie pisemnej na ostatnim wykładzie.
Warunkiem zaliczenia części wykładowej przedmiotu jest uzyskanie oceny pozytywnej z egzaminu zgodnie ze skalą ocen; od 2,0 do 5,0. Ocena ustalana jest jako średnia z ocen uzyskanych za odpowiedzi na pytania egzaminatora.
Ćwiczenia audytoryjne:
Ćwiczenia audytoryjne są drugim z elementów przedmiotu i są prowadzone są równolegle z wykładem. Ćwiczenia odbywają się w formie: 15 x 1h ćwiczeń w tygodniu.
Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa i sprawdzana.
Nieusprawiedliwiona nieobecność na 3 ćwiczeniach powoduje niezaliczenie przedmiotu.
Warunkiem zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych jest uzyskanie co najmniej 60% maksymalnej ilości punktów ze sprawdzianu organizowanego po zakończeniu ćwiczeń, co jest równoznaczne z uzyskaniem oceny pozytywnej z ćwiczeń.
Przedmiotem sprawdzianu są zagadnienia omawiane podczas ćwiczeń audytoryjnych. 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.
Ocena pozytywna jest w formie: – „zal.”, ocena negatywna w formie: - „nzal”. Studenci, którzy nie uzyskali zaliczenia sprawdzianu, mogą przystąpić jeden raz w sesji zimowej, w wyznaczonym przez prowadzącego terminie, do sprawdziany poprawkowego.
Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie oceny pozytywnej z części wykładowej i zaliczenie ćwiczeń audytoryjnych. Oceny te są wpisywane jako odrębne zaliczenia.
W przypadku nieuzyskania zaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć, przy czym powtórzeniu podlega jedynie ta część przedmiotu (wykład i/lub ćwiczenia audytoryjne), z której student nie uzyskał oceny pozytywnej.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma wiedzę o podstawowych zjawiskach fizycznych z zakresu kinetyki, mechanizmów procesów przenoszenia i wnikania.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium, praca domowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W02

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

**Charakterystyka W2:**

Ma wiedzę niezbędną do formułowania ogólnych i różniczkowych równań bilansu pędu, energii i masy. Ma wiedzę o bilansach w układach o różnej specyficznej geometrii: rura, zbiornik z mieszadłem, warstwa przyścienna, warstwa spływającej cieczy, bryły proste.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium, praca domowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W07

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

**Charakterystyka W3:**

Ma podstawową wiedzę niezbędną do przenoszenia wiedzy i działalności inżynierskiej poza uczelnię.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium, praca domowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W08

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi korzystać z wszelkiego rodzaju informacji i je analizować.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U01

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Rozumie potrzebę dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K01

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