**Nazwa przedmiotu:**

Membranowe procesy rozdzielania

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Maciej Szwast, profesor uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-ICIOS-MSP-106

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 45
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 9
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 6
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 10
Sumaryczny nakład pracy studenta 60

**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:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

brak

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Zaznajomienie z procesami separacji mieszanin gazowych i roztworów ciekłych w układach wykorzystujących moduły membranowe.
2. Nabycie umiejętności przewidywania efektu separacji w procesach membranowych.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Podstawy rozdzielania roztworów ciekłych i mieszanin gazowych przy użyciu membran permeacyjnych.
2. Rodzaje membran, metody ich wytwarzania i określania właściwości. Mechanizmy transportu masy przez membrany.
3. Budowa modułów membranowych.
4. Klasyfikacja procesów separacji membranowej.
5. Filtracja membranowa (mikro-, ultra-, nanofiltracja, osmoza odwrócona) w rozdzielaniu roztworów ciekłych. Różnicemmiędzy procesami filtracji membranowej i filtracji konwencjonalnej. Zastosowanie.
6. Polaryzacja stężeniowa: skutki i przeciwdziałanie. Zanieczyszczanie membran (fouling).
7. Elektrodializa: istota procesu i metody opisu.
8. Polaryzacja elektrochemiczna.
9. Przewidywanie stopnia demineralizacji.
10. Metody realizacji elektrodializy wielokomorowej i jej zastosowanie.
11. Perwaporacja: opis procesu, metody realizacji i zastosowanie.
12. Rozdzielanie gazów w permeacji przez membrany porowate (dyfuzja gazowa).
13. Rozdzielanie gazów w permeacji przez membrany nieporowate.
14. Rozdzielanie roztworów w układach z membranami ciekłymi; rodzaje membran ciekłych i ich właściwości.
15. Transport przenośnikowy w układach z membranami ciekłymi.
16. Elementy teorii kaskady rozdzielczej.

Ćwiczenia projektowe
1. Wykonanie projektu przemysłowej instalacji membranowej

**Metody oceny:**

1. sprawdzian pisemny
2. kolokwium
3. wykonanie projektu

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. R. Rautenbach, Procesy membranowe. Podstawy projektowania modułów i instalacji, WNT, Warszawa, 1996.
2. A. Selecki, R. Gawroński, Podstawy projektowania wybranych procesów rozdzielania mieszanin, WNT, Warszawa, 1992.
3. R. Gawroński, Procesy oczyszczania cieczy (rozdział 8), Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 1999.
4. M. Adamczak, W. Bednarski, J. Fideruk, R. Gawroński, J.Leman, K.W. Szewczyk, Podstawy biotechnologii przemysłowej, rozdz. 4, WNT, Warszawa, 2012
5. 1. M. Bodzek, K. Bohdziewicz, K. Konieczny, Techniki membranowe w ochronie środowiska, Wydawnictwo PŚl, Gliwice, 1997.

**Witryna www przedmiotu:**

Brak

**Uwagi:**

Wykład:
Obecność na wykładach nie jest obowiązkowa, poza terminami zaliczeń cząstkowych.
Zaliczenia pisemne odbywają się w godzinach trwania zajęć, zgodnie z semestralnym planem studiów.
Zaliczenie pierwszej partii materiału organizowane jest na 7-tych zajęciach w semestrze, zaliczenie drugiej partii materiału na 14-tych zajęciach w semestrze.
Istnieje możliwość przystąpienia do zaliczenia poprawkowego obejmującego zakres całego materiału wykładu na 15-tych zajęciach w semestrze. Nie przewiduje się dodatkowych terminów zaliczeń.
Podczas zaliczeń pisemnych student korzysta wyłącznie z arkusza papieru i długopisu. Inne pomoce nie są potrzebne, a tym samym dozwolone.
Wyniki zaliczenia pisemnego przekazywane są do wiadomości studentów najpóźniej na 3 dni robocze po terminie zaliczenia.
Metoda przekazania wyników studentom uzgadniana jest ze studentami; preferowane jest przekazanie wyników mailowo na adres grupowy lub starosty.

Ćwiczenia projektowe:
Obecność na zajęciach projektowych jest obowiązkowa.
Studenci wykonują ćwiczenie projektowe w grupach. Oceniane jest tylko wykonanie projektu, nie przewiduje się kolokwium.

Ocena końcowa z przedmiotu jest oceną ważoną z wykładu (waga 2) i z projektu (waga 1), przy czym obie oceny cząstkowe muszą być pozytywne.
Warunkiem uzyskania zaliczenia wykładu jest uzyskanie pozytywnej oceny z zaliczenia pisemnego, według poniższej zasady.
Każde z dwóch zaliczeń pisemnych oceniane jest w skali 0-15 pkt. Zaliczenie poprawkowe oceniane jest w skali 0-30 pkt. Student przystępując do zaliczenia poprawkowego wyraża zgodę na wystawienie oceny według punktacji uzyskanej podczas zaliczenia poprawkowego.
Ocena końcowa wystawiana jest według następującej skali (sumy punktów dwóch zaliczeń lub jednego zaliczenia poprawkowego):
30-28 pkt – ocena 5,0
27-25 pkt – ocena 4,5
24-22 pkt – ocena 4,0
21-19 pkt – ocena 3,5
18-16 pkt – ocena 3,0
15-00 pkt – ocena 2,0
Warunkiem uzyskania zaliczenia z ćwiczeń projektowych jest poprawne wykonanie i złożenie w terminie zadania projektowego.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Posiada wiedzę o rodzajach i technikach działalności zawodowej zgodnie ze strategią
zrównoważonego rozwoju.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WK, P7U\_W

**Charakterystyka W2:**

Posiada wiedzę o procesach rozdzielania roztworów ciekłych i mieszanin gazowych przy użyciu membran.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, kolokwium, wykonanie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi posługiwać się słownictwem związanym z technikami membranowymi separacji.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, P7U\_U

**Charakterystyka U2:**

Potrafi zaproponować rozwiązania problemów rozdzielania z zastosowaniem procesów
membranowych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, kolokwium, wykonanie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Potrafi myśleć i działać samodzielnie proponując rozwiązania alternatywne.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, kolokwium, wykonanie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K03

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