



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PS-00000EI-0342	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Procesy membranowe		
			w j. angielskim	Membrane processes		
Rodzaj zajęć	specjalnościowe					
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Maciej Szwast, prof. uczelni		Prowadzący zajęcia	dr hab. inż. Maciej Szwast, prof. uczelni		
Jednostka realizująca	Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej	Dyscyplina/y naukowa/e	Inżynieria chemiczna, inżyniera środowiska, górnictwo i energetyka			
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	letni			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia	zaliczenie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	26	Sumaryczna liczba ECTS	2	
Minimalna liczba uczestników	12	Maksymalna liczba uczestników		Dostępność dla studentów I lub II stopnia	Tak/Nie	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	0	0	0	0
	łącznie w semestrze	26	0	0	0	0

1. Wymagania wstępne

Brak

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest (1) zaznajomienie z procesami rozdzielania mieszanin gazowych i roztworów ciekłych w układach wykorzystujących moduły membranowe i (2) nabycie umiejętności przewidywania efektu rozdzielania w procesach membranowych.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

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. Różnice między procesami filtracji membranowej i filtracji konwencjonalnej. Zastosowanie.
6. Polaryzacja stężeniowa: skutki i przeciwdziałanie. Zanieczyszczanie membran (fouling).
7. Elektrodializa: istota procesu i metody opisu.
8. Przewidywanie stopnia demineralizacji.
9. Perwaporacja: opis procesu, metody realizacji i zastosowanie.
10. Rozdzielanie gazów w permeacji przez membrany porowate (dyfuzja gazowa).
11. Rozdzielanie gazów w permeacji przez membrany nieporowate.



12. Rozdzielanie roztworów w układach z membranami ciekłymi; rodzaje membran ciekłych i ich właściwości.
13. Transport przenośnikowy w układach z membranami ciekłymi.

Laboratorium

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Posiada wiedzę o procesach rozdzielania roztworów ciekłych i mieszanin gazowych przy użyciu membran.	SD_W2	Kolokwium pisemne
W02	Posiada wiedzę o rodzajach i technikach działalności zawodowej zgodnie ze strategią zrównoważonego rozwoju.	SD_W3	Kolokwium pisemne
W03			
Umiejętności			
U01	Potrafi posługiwać się słownictwem związanym z technikami membranowymi.	SD_U4	ocena aktywności w trakcie zajęć
U02	Potrafi zaproponować rozwiązania problemów rozdzielania z zastosowaniem procesów membranowych.	SD_U1	Kolokwium pisemne
U03			
Kompetencje społeczne			
K01	Potrafi myśleć i działać samodzielnie proponując rozwiązania alternatywne.	SD_K4	ocena aktywności w trakcie zajęć
K02			
K03			

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

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



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

6. Literatura

R. Rautenbach, Procesy membranowe. Podstawy projektowania modułów i instalacji, WNT, Warszawa, 1996.
M. Bodzek, K. Bohdziewicz, K. Konieczny, Techniki membranowe w ochronie środowiska, Wydawnictwo PŚI, Gliwice, 1997.
M. Szwałd, Podstawy projektowania instalacji odwróconej osmozy, Polymemtech, Warszawa, 2015.

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	26
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	6
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	6
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		48
Liczba punktów ECTS		2

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	2
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	0