

**KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ**

Kod przedmiotu	4606-PS-00DEGKL-0082	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Złożone problemy wymiany ciepła i masy		
			w j. angielskim	Complex problems of heat and mass transfer		
Przynależność do grupy przedmiotów	przedmioty specjalnościowe					
Koordinator przedmiotu	Prof. dr hab. inż. Paweł Gierycz					
Jednostka realizująca	Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej	Dyscyplina/y naukowa*	Inżynieria chemiczna, Nauki chemiczne, Inżynieria materiałowa, Inżynieria biomedyczna, Nauki fizyczne			
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów	Semestr	zimowy			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia:	zaliczenie na ocenę	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2	
Minimalna liczba uczestników	6	Maksymalna liczba uczestników	32	Dostępność dla studentów	Nie	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	-	-	-	-
	łącznie w semestrze	30	-	-	-	-

\* nie dotyczy warsztatu badacza

**1. Wymagania wstępne**

Zaliczenie: matematyki, fizyki, chemii (fizycznej)

**2. Cele przedmiotu**

Celem przedmiotu jest :

Poznanie i pogłębienie wiedzy w zakresie ilościowego opisu procesów wymiany ciepła i masy oraz jednoczesnej wymiany masy i ciepła ze szczególnym uwzględnieniem procesów przebiegających w układach wieloskładnikowych przy dużych stężeniach składników transportowanych przez powierzchnię międzyfazową. Nabycie umiejętności w zakresie matematycznego opisu procesów transportowych, ze szczególnym uwzględnieniem umiejętności formułowania równań opisujących te procesy, określania warunków brzegowych oraz przyjmowania założeń upraszczających, które umożliwiają i ułatwiają rozwiązanie zdefiniowanego problemu

**3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)**

Wykład

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Procesy transportu ciepła: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie.	4
2.	Procesy przenoszenia ciepła ze zmianą fazy – kondensacja i wrzenie.	4
3.	Nieustalone procesy transportu ciepła – chłodzenie i ogrzewanie	4
4.	Intensyfikacja procesów wymiany ciepła, wykorzystanie procesów transportu ciepła w nowoczesnych rozwiązaniach proekologicznych	2
5.	Dyfuzja w układach wieloskładnikowych i stężonych – równania Stefana-Maxwella. Problem zamknięcia równań dyfuzji wieloskładnikowej – warunki określoności	4
6.	Naturalne i przemysłowe procesy transportu masy w układach dwufazowych.	4
7.	Modelowanie dyspersji masy w przepływach dwufazowych i jej wpływ na przebieg procesów. Matematyczny opis dyspersji masy w przestrzeni fazowej.	4
8.	Intensyfikacja procesów wymiany masy, nowoczesne rozwiązania technologiczne wykorzystujące zjawiska transportu masy.	4

4. Efekty uczenia się			
Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SD PW	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
<b>Wiedza</b>			
W01	Ma ugruntowaną i poszerzoną wiedzę przydatną do zrozumienia podstaw fizycznych i chemicznych podstawowych operacji i procesów inżynierii chemicznej i procesowej w zakresie procesów transportu masy i ciepła	SD_W1 (P8S_WK)	Kolokwium pisemne
W02	Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do analizy i modelowania procesów związanych z przenoszeniem ciepła i masy zarówno w warunkach przemysłowych jak i naturalnych.	SD_W2 (P8S_WG)	Kolokwium pisemne
W03	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach z zakresu zastosowań inżynierii chemicznej w procesach wykorzystujących zjawiska transportu ciepła i masy w nowoczesnych technologiach dla przemysłu energetycznego, chemicznego, spożywczego, farmaceutycznego itp.	SD_W3 (P8S_WG)	Kolokwium pisemne
<b>Umiejętności</b>			
U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł w celu wykonania projektu związanego z przenoszeniem ciepła i masy w procesach przemysłowych oraz analizy takich procesów w procesach naturalnych.	SD_U1 (P8S_UW)	Kolokwium pisemne
U02	Potrafi wykonać projekt dotyczący procesów, w których zachodzą zjawiska przenoszenia ciepła i masy w układach jedno i wielofazowych oraz zmiana stanu skupienia.	SD_U2 (P8S_UW)	Kolokwium pisemne
U03	Potrafi, w oparciu o nabytą wiedzę dotyczącą procesów transportu ciepła i masy stosować nowoczesną inżynierię chemiczną i procesową do projektowania pro-ekologicznych procesów przemysłowych.	SD_U4 (P8S_UK) SD_U7 (P8S_UO) SD_U8 (P8S_UU)	Kolokwium pisemne
<b>Kompetencje społeczne</b>			
K01	Mając szeroką wiedzę dotyczącą naturalnych i przemysłowych procesów transportu ciepła i masy oraz związanych z tym problemów i zagrożeń środowiskowych rozumie potrzebę krytycznej oceny dorobku reprezentowanej dyscypliny jak i stałego dokształcania się i	SD_K1 (P8S_KK) SD_K2 (P8S_KK)	Kolokwium pisemne

	podnoszenia swoich kompetencji zawodowych.		
K02	Potrafi stosować nabytą wiedzę do poszukiwania i rozwoju nowych pro-ekologicznych rozwiązań w zagadnieniach nowoczesnej inżynierii chemicznej i procesowej	SD_K3 (P8S_KO) SD_K4 (P8S_KO)	Kolokwium pisemne

\* 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

Zaliczenie przedmiotu: pozytywny wynik pisemnego kolokwium dotyczącego treści prowadzonych wykładów. Kolokwium składa się z trzech przekrojowych pytań. Odpowiedź na pytania powinna zawierać ścisły opis przedstawionego problemu, określenie i wyjaśnienie założeń upraszczających oraz metodologię jego rozwiązania.

Oceny:

5.0 – punkty: 19 - 20

4.5 – punkty: 17 - 18

4.0 – punkty: 15 - 16

3.5 – punkty: 13 - 14

3.0 – punkty: 11 - 12

brak zaliczenia (2.0): ≤ 10 punktów

## 6. Literatura

### Literatura podstawowa:

[1] Cengel Y.A. & Ghajar A.J. "Heat And Mass Transfer: Fundamentals And Applications", McGraw Hill, New York, 2011

(2) Chhabra R. & Shankar V. "Coulson and Richardson's Chemical Engineering Volume 1B: Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications", ed. 7, Elsevier, Oxford, 2018

(3) Raju K. S. N., „Fluid Mechanics, Heat Transfer, And Mass Transfer. Chemical Engineering Practice”, Wiley, Hoboken, 2011

(4) Reay D.; Ramshaw C.; Harvey A., "Process Intensification - Engineering for Efficiency, Sustainability and Flexibility", Elsevier, Oxford, 2008

### Literatura uzupełniająca:

(1) S. Wiśniewski: "Wymiana ciepła" WNT, Warszawa 1988

[2] T. Hobler: „Ruch ciepła i wymienniki" WNT, Warszawa 1986.

(3) T. Hobler „Dyfuzyjny ruch masy i absorbery" WNT, Warszawa 1976

[4] R. Zarzycki: „Absorpcja i absorbery" WNT, Warszawa 1987.

## 7. Nakład pracy doktoranta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się\*\*

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	30
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	10
3	Godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	10
4	Godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	10
<b>Sumaryczny nakład pracy doktoranta</b>		<b>60</b>
<b>Liczba punktów ECTS</b>		<b>2</b>

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

