



Kod przedmiotu	1070-IC000-ISP-404	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Wymiana ciepła	
			w j. angielskim	Heat Transfer	
Kierownik przedmiotu	dr inż. Leszek Rudniak				
Jednostka prowadząca	WICHIP PW	Kierunek studiów	Inżynieria chemiczna i procesowa		
Profil i poziom kształcenia	ogólnoakademicki studia I stopnia stacjonarne	Semestr studiów	4	Specjalność	-
Rodzaj przedmiotu	Obowiązkowy		Język zajęć		polski
Forma zaliczenia: Egzamin (Tak/Nie)	Tak	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
Liczba godzin zajęć	Tygodniowo	2	-	-	-
	łącznie w semestrze	30	-	-	-

**I. Wymagania wstępne i dodatkowe**

I.1.	Brak wymagań.
------	---------------

**II. Cele przedmiotu**

II.1.	Zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi podstaw ruchu ciepła w wyniku mechanizmów przewodzenia, konwekcji i promieniowania w ujęciu stacjonarnym i niestacjonarnym.
-------	--

**III. Treści programowe przedmiotu (dla każdego typu zajęć oddzielnie)**

**III.1. Wykład**

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Ustalone przewodzenie ciepła. Równania różniczkowe we współrzędnych prostokątnych, cylindrycznych i sferycznych. Warunki brzegowe i początkowe w przewodzeniu ciepła. Przewodzenie ciepła przez płytę płaską jedno- i wielowarstwową. Przewodzenie ciepła przez ściany cylindryczne i kolistę. Pojęcie oporu cieplnego.	5
2.	Wnikanie ciepła. Przenikanie ciepła, prawo Newtona, prawo Stefana-Boltzmana. Przenikanie ciepła przez ścianki cylindryczne wielowarstwowe oraz przez rury cienkościenne. Przewodzenie ze zmienną wartością $\lambda = f(T)$ . Izolacja cieplna i jej grubość krytyczna. Wymiana ciepła przez powierzchnie ożebrowane, sprawność żebra. Wewnętrzne źródła ciepła - przewodzenie przez płyty. Płyta płaska chłodzona dwustronnie. Walec nieskończony z ustaloną temperaturą na powierzchni. Przegroda sferyczna.	6
3.	Przewodzenie nieustalone. Chłodzenie i ogrzewanie ciał. Liczby Biota i Fouriera. Rozkład temperatur w płytach i bryłach w przypadku, kiedy opór wnikania jest pominięty i kiedy trzeba go uwzględnić. Rozkład temperatur w bryłach o innych kształtach niż podstawowe. Metody graficzne przy przewodzeniu nieustalonym.	6
4.	Konwekcja wymuszona. Równania różniczkowe. Równania konwekcji i przewodzenia Kirchoffa-Fouriera. Warstwa graniczna, przyścienna warstwa termiczna. Konwekcyjna wymiana ciepła podczas laminarnego i burzliwego przepływu w rurze. Konwekcja wymuszona podczas opływu ciał, równanie Frusslinga. Konwekcja swobodna. Konwekcja swobodna przy ścianie pionowej i w szczelinach. Konwekcja swobodna i wymuszona; kondensacja pary na rurach poziomych i pionowych, konwekcja przy wrzeniu cieczy, etapy wrzenia.	5
5.	Wymienniki ciepła. Intensyfikacja wymiany ciepła. Rozkłady temperatur przy różnych prądach. Wymiennik pracujący ze zmianą fazy medium. Prąd skrzyżowany. Określenie temperatur końcowych mediów. Metody obliczania powierzchni wymiany ciepła, pojęcie sprawności, metoda NTU. Projektowanie wymiennika.	5
6.	Promieniowanie ciał. Prawo Stefana - promieniowanie ciała doskonale czarnego. Prawo Kirchoffa - promieniowanie ciał rzeczywistych.	3

IV. Wykaz efektów uczenia się dla przedmiotu				
Rodzaj efektu	Symbol efektu uczenia się	Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się	Efekt uczenia się	Metody weryfikacji osiągnięcia efektu uczenia się*
<b>WIEDZA</b>				
W1	K1_W04 K1_W07	I.P6S_WG.o III.P6S_WG P6U_W	Ma wiedzę dotyczącą podstaw ruchu ciepła w wyniku mechanizmów przewodzenia, konwekcji i promieniowania w ujęciu stacjonarnym i niestacjonarnym.	EP
<b>UMIĘTNOŚCI</b>				
U1	K1_U01	I.P6S_UW.o III.P6S_UW.o I.P6S_UK P6U_U	Potrafi korzystać z wszelkiego rodzaju informacji i je analizować.	EP
U2	K1_U21	I.P6S_UU P6U_U	Ma umiejętności systematycznego pogłębiania wiedzy i doskonalenia się w praktycznych zastosowaniach inżynierii chemicznej.	EP
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
KS1	K1_K02	I.P6S_KR P6U_K	Prawidłowo reaguje na problemy związane z pracą inżyniera.	EP
* - Metody weryfikacji: np. egzamin pisemny/ustny (EP/EU), sprawdzian pisemny/ustny (SP/SU), kolokwium (K), wykonanie projektu (WP), sprawozdanie (SPR), referat (R), test (T), praca domowa (PDM), dyskusja (D), seminarium (SEM).				

V. Literatura zalecana i dodatkowa
1. T. Hobler, Ruch ciepła i wymienniki, WNT, 1986. 2. B. Staniszewski, Wymiana ciepła, PWN, 1963. 3. S. Wiśniewski, Wymiana ciepła, PWN, 1979. 4. Cz. Strumiłło, Ruch ciepła, podstawy teoretyczne, Łódź, 1980. 5 J. Ciborowski, Podstawy inżynierii chemicznej, WNT, 1965. 6 C. Bennett, J. Meyers, Przenoszenie pędu, ciepła i masy, WNT 1967. 7 J. Holman, Heat transfer, McGraw-Hill, 1972. 8 W. Gogół, Wymiana ciepła. Tablice i wykresy, WPW, Warszawa, 1984. 9 R. Domański, P. Furmański, Wymiana ciepła. Przykłady obliczeń z zadaniami, OWPW, Warszawa, 2002.

VI. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów	30
2.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc.	24
3.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc.	12
4.	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc.	18
<b>Sumaryczny nakład pracy studenta</b>		<b>84</b>
<b>Liczba punktów ECTS</b>		<b>3</b>