

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Pojazdy Samochodowe

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: S

Stopień studiów: I

Specjalności: Budowa i badania pojazdów samochodowych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Podstawy wymiany ciepła
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM POJSAM oIN B35 21/22
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	5

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
5	9	9	0	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie się z podstawami wymiany ciepła, z analitycznymi i numerycznymi metodami rozwiązywania przewodzenia ciepła.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wiedza z zakresu termodynamiki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Posiada umiejętność wyznaczania przekazywanego ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych

**EK2 Wiedza** Ma wiedze na temat ustalonej i nieustalonej wymiany ciepła na drodze przewodzenia, konwekcji i promieniowania.

**EK3 Kompetencje społeczne** Jest gotów do podejmowania decyzji, brania pod uwagę różnych aspektów swojej działalności oraz wpływu techniki i technologii na środowisko.

**EK4 Wiedza** Zna rodzaje wymienników ciepła i sposoby ich projektowania.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Wyznaczanie rozkładu temperatury w ścianie płaskiej, cylindrycznej i kulistej. Obliczanie współczynników przenikania ciepła. Sprawność żeber. Obliczanie współczynników przejmowania ciepła dla konwekcji swobodnej i wymuszonej. Współczynniki przejmowania ciepła podczas wrzenia i skraplania Promieniowanie: wyznaczanie współczynników konfiguracji, obliczanie strumienia ciepła wymienianego pomiędzy powierzchniami o różnej geometrii. Obliczanie wymienników ciepła metodą NTU i metodą bilansową. Wyznaczanie sprawności wymienników ciepła. Nieustalona wymiana ciepła: nagrzewanie i ochładzanie ciał o skupionej pojemności cieplnej.	9

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	<p>Rodzaje wymiany ciepła. Równanie różniczkowe przewodzenia ciepła w ciałach stałych i warunki jednoznaczności jego rozwiązania. Właściwości termofizyczne ciał stałych. Ustalone przewodzenie ciepła przez ściankę płaską i walcową. Wymiana ciepła przez żebra i kołki. Wyprowadzenie ogólnego wzoru na przepływ ciepła przez żebra. Wyprowadzenie wzoru na rozkład temperatury i sprawność żebra prostego o stałej grubości. Wyprowadzenie wzoru na zredukowany współczynnik przenikania ciepła dla powierzchni ożebrowanej. Ustalone przewodzenie ciepła przy istnieniu wewnętrznych źródeł ciepła w ściance płaskiej i walcu. 3 Podstawy przejmowania ciepła. Rodzaje przejmowania ciepła. Zastosowanie teorii podobieństwa do zagadnień przejmowania ciepła. 2 Podstawowe prawa promieniowania termicznego. Gęstość emisji ciała czarnego. Spektralna gęstość emisji. Funkcja promieniowania. Intensywność emisji promieniowania. Właściwości radiacyjne powierzchni ciał stałych: powierzchnie rzeczywiste, dyfuzyjne, szare, czarne. Promieniowanie ciała doskonale czarnego. Wymiana ciepła przez promieniowanie między powierzchniami czarnymi. Współczynniki konfiguracji. Wymiana ciepła przez promieniowanie między powierzchniami szarymi. 3 Rodzaje wymienników ciepła. Średnia różnica temperatur czynników w rekuperatorach. Efektywność rekuperatorów. Metoda LMTD i NTU. 4 Wyprowadzenie równania na nieustalony rozkład temperatury w ciele o skupionej pojemności cieplnej. Rozwiązanie równania przy skokowej zmianie temperatury otaczającego czynnika. Błąd dynamiczny pomiaru temperatury. Wymiana ciepła między ciałem o skupionej pojemności cieplnej i otoczeniem o temperaturze zależnej od czasu.</p>	9

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Zadania tablicowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	18
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>48</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Ćwiczenie praktyczne

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 3.0	Potrafi wyznaczyć przekazywane ciepło w stanach ustalonych dla dowolnych ciał i w stanach nieustalonych w ciałach o prostych kształtach
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	Potrafi wyznaczyć ciepło przekazywane na drodze przewodzenia, konwekcji i promieniowania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Podejmuje decyzję o wyborze właściwej metody wyznaczania powierzchni wymiennika ciepła

EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Potrafi wymienić rodzaje wymienników ciepła

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	C1 W1	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2		Cel 1	C1 W1	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK3		Cel 1	C1 W1	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4		Cel 1	C1 W1	N1 N2 N3	F1 F2 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] | Taler J., Duda P. — *Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła*, Warszawa, 2003, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] | Lewicki P. — *Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego*, Warszawa, 2005, WNT

### LITERATURA DODATKOWA

[1] | Zarzycki R. — *Wymiana Ciepła i Masy w Inżynierii Środowiska*, Warszawa, 2005, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Piotr, Jakub Duda (kontakt: pduda@mech.pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 mgr inż. Monika Osika (kontakt: monika.osika@pk.edu.pl)



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....