

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Termodynamika przemian energetycznych i wymiana ciepła
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIN C9 19/20
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	12.00
SEMESTRY	2 3

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

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	9	18	0	0	0	0
3	18	9	0	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zdobyć wiedzy z zakresu termodynamiki przemian energetycznych

**Cel 2** Zdobyć wiedzy z zakresu wymiany ciepła na sposób przewodzenia, konwekcji i promieniowania

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

1 Podstawy fizyki

2 Podstawy termodynamiki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student posiada wiedzę na temat obiegów termodynamicznych i tworzenia bilansów energii urządzeń i instalacji energetycznych.

**EK2 Wiedza** Student posiada wiedzę na temat sposobów wymiany ciepła.

**EK3 Umiejętności** Student posiada umiejętność tworzenia bilansów energii urządzeń i instalacji energetycznych oraz wyznaczania sprawności obiegów termodynamicznych.

**EK4 Umiejętności** Student posiada umiejętność obliczania przekazywanego ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Pierwsza zasada termodynamiki dla układów otwartych: dysz, dyfuzorów, turbin, elementów dławiących, pomp, sprężarek i wymienników ciepła.	6
C2	Obiegi termodynamiczne silników cieplnych oraz pomp ciepła i ziębiarek. Obieg Carnota. Obieg Clausiusa-Rankine'a. Obieg Diesla. Obieg Otto.	12
C3	Wymiana ciepła przez przewodzenie w ściankach płaskich i cylindrycznych jedno- i wielowarstwowych. Konwekcyjna wymiana ciepła. Przenikanie ciepła. Wymiana ciepła przez powierzchnie ożebrowane. Nieustalone przewodzenie ciepła w ciałach o skupionej pojemności cieplnej.	6
C4	Wymiana ciepła przez promieniowanie.	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Pierwsza zasada termodynamiki dla układów otwartych. Bilanse energii i masy dla dysz, dyfuzorów, turbin, pomp, sprężarek, elementów dławiących oraz wymienników ciepła.	3
W2	Obiegi termodynamiczne - wiadomości ogólne. Sprawność obiegu termodynamicznego. Sformułowanie drugiej zasady termodynamiki i pojęcie entropii. Obliczanie entropii w przemianach gazów doskonałych oraz układ T,s.	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W3</b>	Odwracalny obieg Carnota. Termodynamiczna skala temperatur. Obiegi termodynamiczne: Clausiusa-Rankine'a, Braytona-Joule'a, Diesla, Otto.	3
<b>W4</b>	Podstawowe zasady i procesy wymiany ciepła. Wymiana ciepła przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie. Prawo Fouriera. Jednowymiarowe ustalone przewodzenie ciepła. Rozkład temperatury w ściankach płaskich i cylindrycznych (jednowarstwowych i wielowarstwowych). Nieustalone przewodzenie ciepła w ciałach o skupionej pojemności cieplnej. Wymiana ciepła przez powierzchnie ożebrowane i pręty.	6
<b>W5</b>	Mechanizm konwekcyjnej wymiany ciepła. Konwekcja swobodna i wymuszona. Analiza wymiarowa. Przejmowanie ciepła przy wymuszonym opływie ciał oraz przy przepływie przez kanały. Przejmowanie ciepła przy konwekcji swobodnej. Przejmowanie ciepła przy kondensacji pary i przy wrzeniu. Przenikanie ciepła - równanie Pecleta.	6
<b>W6</b>	Wymiana ciepła przez promieniowanie. Podstawowe prawa promieniowania termicznego. Promieniowanie ciała doskonale czarnego. Właściwości radiacyjne powierzchni ciał stałych. Wymiana ciepła przez promieniowanie między równoległymi powierzchniami płaskimi. Wymiana ciepła przez promieniowanie między powierzchnią niewklęsłą a powierzchnią ją otaczającą.	4
<b>W7</b>	Wymienniki ciepła - rodzaje. Średnia logarytmiczna różnica temperatur w wymienniku. Końcowe temperatury czynników w rekuperatorach. Efektywność rekuperatorów. Metoda NTU.	2

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Zadania tablicowe

N4 Konsultacje

## 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	54
Konsultacje przedmiotowe	65
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	176
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>300</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	12.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Zadanie tablicowe

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Uzyskanie pozytywnych ocen formujących i oceny z egzaminu

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 50% wymaganego.
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego.
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego.

NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego.
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego.
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 50% wymaganego.
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego.
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego.
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego.
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego.
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 50% wymaganego.
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego.
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego.
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego.
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego.
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 50% wymaganego.
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego.
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego.
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego.
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego.
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego.

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W02	Cel 1	W1 W2 W3	N1 N2 N4	P1 P2
EK2	K1_W02	Cel 2	W4 W5 W6 W7	N1 N2 N4	P1 P2
EK3	K1_U12 K1_U17 K1_U18	Cel 1	C1 C2	N3 N4	F1 F2 P2
EK4	K1_U13 K1_U17	Cel 2	C3 C4	N3 N4	F1 F2 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Taler Jan, Duda Piotr** — *Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła*, Warszawa, 2003, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne
- [2] | **Wiśniewski Stefan, Wiśniewski Tomasz S.** — *Wymiana ciepła*, Warszawa, 2012, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne
- [3] | **Incropera Frank P., Dewitt David P., Bergman Theodore L., Lavine Adrienne S.** — *Principles of Heat and Mass Transfer*, Hoboken, NJ, 2013, John Wiley&Sons
- [4] | **Szewczyk Witold, Wojciechowski Jerzy** — *Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań. Część I, Procesy termodynamiczne*, Kraków, 2007, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH
- [5] | **Szargut Jan** — *Termodynamika*, Warszawa, 2013, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne
- [6] | **Borgnakke Claus, Sonntag Richard E.** — *Fundamentals of Thermodynamics*, Hoboken, NJ, 2009, John Wiley&Sons

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: mjaremkiewicz@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: mjaremkiewicz@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



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

.....