

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2017/2018

Wydział Inżynierii Środowiska

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 2

Stopień studiów: I

Specjalności: Instalacje i urządzenia ciepłne i zdrowotne sem. zimowy 2017

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                          |
|-----------------------------------------|--------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Termodynamika techniczna |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Technical thermodynamics |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚ IŚ oIS B16 17/18     |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty podstawowe    |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 6.00                     |
| SEMESTRY                                | 2                        |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 30     | 30        | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Rozumienie procesów przekazywania energii i ciepła; umiejętność stosowania wiedzy z zakresu termodynamiki do rozwiązywania problemów technicznych.

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

1 Wiedza i umiejętności z zakresu Matematyki i Fizyki.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Poznanie ogólnych praw fizycznych rządzących czynnikami termodynamicznymi, ich przemianami oraz przepływem ciepła.

**EK2 Umiejętności** Umiejętność sporządzania bilansów energii oraz obliczania parametrów stanu gazów doskonałych i półdoskonałych, pary nasyconej i przegrzanej.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność określania wielkości strumieni ciepła i pola temperatur w elementach konstrukcyjnych, urządzeniach i instalacjach przemysłowych o prostej geometrii.

**EK4 Umiejętności** Rozumienie procesów przekazywania energii i ciepła; umiejętność stosowania wiedzy z zakresu termodynamiki do rozwiązywania problemów technicznych.

**EK5 Kompetencje społeczne** Odpowiedzialność za rzetelność pracy. Postępowanie zgodnie z zasadami etyki.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                         |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Ćwiczenia audytoryjne stanowią ilustrację zadaniową do zagadnień podawanych na wykładach. W ramach ćwiczeń studenci rozwiązują zadania ze wszystkich działów przedmiotu podanych wyżej. | 30               |

| WYKŁAD |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                      | LICZBA<br>GODZIN |
| W1     | Przedmiot termodynamiki, podstawowe definicje, układ termodynamiczny, parametry termiczne, parametry stanu, funkcje stanu, równowaga termodynamiczna. 0 zasada termodynamiki.                                                                                                               | 2                |
| W2     | Bilans substancjalny, energetyczny i ogólne sformułowanie I zasady termodynamiki. Energia wewnętrzna. Entalpia. Przemiana termodynamiczna. Ciepło przemiany, praca bezwzględna i techniczna. I zasada termodynamiki dla układu zamkniętego i otwartego. Entropia i II zasada termodynamiki. | 6                |
| W3     | Gazy doskonałe, półdoskonałe, rzeczywiste. Termiczne równanie stanu gazów doskonałych i półdoskonałych. Ciepło właściwe gazów doskonałych i półdoskonałych. Energia wewnętrzna, entalpia i entropia gazów doskonałych i półdoskonałych. Roztwory gazów doskonałych i półdoskonałych.        | 6                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W4</b> | Przemiany charakterystyczne gazów doskonałych i półdoskonałych. Obieg termodynamiczny. Odwracalność i nieodwracalność obiegu termodynamicznego. Obieg Carnota. Sprawność energetyczna/wydajność obiegów prawo/lewobieżnych.                                                                                          | 4                |
| <b>W5</b> | Przemiany fazowe substancji jednorodnych. Para wodna jako czynnik termodynamiczny. Izobaryczny proces parowania; para nasycona mokra i sucha, para przegrzana. Przemiany charakterystyczne pary nasyconej i przegrzanej. Teorie powietrza wilgotnego, parametry wilgotnego powietrza, podstawowe przemiany.          | 6                |
| <b>W6</b> | Przewodzenie ciepła, konwekcja wymuszona i swobodna, promieniowanie cieplne. Prawo Fouriera, wzór Newtona oraz prawo Stefana i Boltzmanna. Złożona wymiana ciepła; przenikanie ciepła: przegroda płaska i walcowa. Grubość izolacji. Wnikanie ciepła przy konwekcji wymuszonej i swobodnej (ogólna charakterystyka). | 6                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                          | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                              |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                        | 60                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                             | 10                                                      |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta</b>  | 110                                                     |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b> | <b>180</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                             | 6                                                       |

## 9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Zadanie tablicowe

## OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Średnia ważona ocen formujących i egzaminu pisemnego

## WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Egzamin pisemny; do egzaminu dopuszczone są osoby, które uczęszczały na zajęcia zgodnie z wymaganiami Regulaminu Studiów na PK; egzamin obejmuje zadania i teorię, uzyskanie średniej oceny 4,0 lub wyższej ze sprawdzianów z ćwiczeń audytoryjnych zwalnia z części zadaniowej egzaminu.

**W2** Tryb zaliczenia: wykładu - w ramach egzaminu, ćwiczeń audytoryjnych - pozytywne zaliczenie sprawdzianów pisemnych.

**W3** Struktura ocena końcowej:  $0,6 \times \text{ocena z egzaminu} + 0,4 \times \text{ocena z ćwiczeń audytoryjnych}$ .

## KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada wystarczającej wiedzy w zakresie ogólnych praw rządzących czynnikami termodynamicznymi, ich przemianami oraz przepływem ciepła; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na egzaminie lub zaliczeniu, niesamodzielnosci pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp.               |
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada wystarczającą wiedzę w zakresie ogólnych praw rządzących czynnikami termodynamicznymi, ich przemianami oraz przepływem ciepła; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.5        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 91-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności sporządzania bilansów energii oraz obliczania parametrów stanu gazów doskonałych i półdoskonałych, pary nasyconej i przegrzanej; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na egzaminie lub zaliczeniu, niesamodzielnosci pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp. |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada umiejętności sporządzania bilansów energii oraz obliczania parametrów stanu gazów doskonałych i półdoskonałych, pary nasyconej i przegrzanej; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.5        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.5        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 91-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności określania wielkości strumieni ciepła i pola temperatur w elementach konstrukcyjnych, urządzeniach i instalacjach przemysłowych o prostej geometrii; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na egzaminie lub zaliczeniu, niesamodzielnosci pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp. |
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada umiejętność określania wielkości strumieni ciepła i pola temperatur w elementach konstrukcyjnych, urządzeniach i instalacjach przemysłowych o prostej geometrii; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.5        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.5        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 91-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie rozumie procesów przekazywania energii i ciepła; nie posiada umiejętności stosowania wiedzy z zakresu termodynamiki do rozwiązywania problemów technicznych; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 0-59% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. Ocena 2 (niedostateczna) również w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na egzaminie lub zaliczeniu, niesamodzielnosci pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp.              |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Rozumie procesy przekazywania energii i ciepła; posiada umiejętności stosowania wiedzy z zakresu termodynamiki do rozwiązywania problemów technicznych; w części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 60-75% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania. |
| NA OCENĘ 3.5        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 76-80% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.0        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 81-85% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 4.5        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 86-90% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | W części egzaminu dotyczącej tego efektu kształcenia student uzyskał 91-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi/rozwiązania.                                                                                                                                                        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 2.0        | Ocena 2 (niedostateczna) w przypadku oszustwa dokonanego przez studenta na egzaminie lub zaliczeniu, niesamodzielności pracy, ściąganiu i udostępnianiu innym zdającym ściąg, zdawaniu za innego studenta itp.                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Wykazuje rzetelność w nauce. Postępuje zgodnie z zasadami etyki.                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | Jak wyżej.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Jak wyżej.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.5        | Jak wyżej.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 5.0        | Jak wyżej.                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## 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           | W1 W2 W3 W4 W5       | N1                    | P1            |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | C1                   | N2                    | F1 P1         |
| EK3               |                                                                                | Cel 1           | C1 W6                | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               |                                                                                | Cel 1           | C1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 | N1 N2                 | P1            |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| EK5               |                                                                                | Cel 1           | C1 W1 W2 W3<br>W4 W5 W6 | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | J. Szargut — *Termodynamika*, Warszawa, 2000, PWN
- [2] | A. Lechowska, T. Styrylska — *Przykłady zadań z podstaw termodynamiki*, Kraków, 2013, Politechnika Krakowska
- [3] | J. Szargut i in. — *Programowany zbiór zadań z termodynamiki technicznej*, Warszawa, 1986, PWN
- [4] | Praca zbiorowa — *Wybrane tablice cieplne i wykresy (materiały pomocnicze do ćwiczeń)*, Kraków, 2010, Politechnika Krakowska

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | T. Styrylska — *Termodynamika*, Kraków, 2004, Politechnika Krakowska
- [2] | J. Szargut — *Termodynamika techniczna*, Warszawa, 1991, PWN
- [3] | R. Zarzycki — *Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska*, Warszawa, 2005, WN-T

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Piotr Gryglaszewski (kontakt: [piotr@gryglaszewski.pl](mailto:piotr@gryglaszewski.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Piotr Gryglaszewski (kontakt: [piotr@gryglaszewski.pl](mailto:piotr@gryglaszewski.pl))
- 2 dr inż. Leszek Kulesza (kontakt: [kulesza@wis.pk.edu.pl](mailto:kulesza@wis.pk.edu.pl))
- 3 dr inż. Agnieszka Flaga-Maryńczyk (kontakt: [agnieszkaflaga@poczta.onet.pl](mailto:agnieszkaflaga@poczta.onet.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



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

.....  
.....  
.....