

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                |
|-----------------------------------------|--------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Podstawy termodynamiki         |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Fundamentals of thermodynamics |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIN C6 21/22          |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 5.00                           |
| SEMESTRY                                | 1                              |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 1       | 9      | 18        | 9           | 0                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie parametrów stanu układu termodynamicznego, czynników termodynamicznych i równania stanu, pojęcia ciepła właściwego i pojemności cieplnej, pierwszej zasady termodynamiki oraz pracy bezwzględnej, użytecznej i technicznej.

**Cel 2** Zdobywanie umiejętności tworzenia modeli matematycznych układów termodynamicznych.

**Cel 3** Zdobyć umiejętności pomiaru podstawowych parametrów układu termodynamicznego i analizy danych pomiarowych.

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

1 Podstawy fizyki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Znajomość parametrów stanu układu termodynamicznego, czynników termodynamicznych i równania stanu.

**EK2 Wiedza** Znajomość pojęcia ciepła właściwego i pojemności cieplnej, pierwszej zasady termodynamiki oraz pracy bezwzględnej, użytecznej i technicznej.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność tworzenia modeli matematycznych układów termodynamicznych.

**EK4 Umiejętności** Umiejętność pomiaru podstawowych parametrów układu termodynamicznego i analizy danych pomiarowych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                      | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Układ termodynamiczny. Parametry stanu czynnika termodynamicznego. Równowaga termodynamiczna. Ilość materii i jej miary. Temperatura i zerowa zasada termodynamiki. Ciśnienie. Pojęcie ciepła i pracy oraz ich związek z energią. Zasada zachowania ilości materii i podstawy bilansowania. | 2                |
| <b>W2</b> | Czynniki termodynamiczne. Gaz doskonały. Równanie stanu gazu doskonałego i półdoskonałego. Równania stanu gazu rzeczywistego.                                                                                                                                                               | 2                |
| <b>W3</b> | Pojęcie ciepła właściwego i pojemności cieplnej. Ciepło właściwe gazów doskonałych. Zależność ciepła właściwego od temperatury. Średnie ciepło właściwe.                                                                                                                                    | 1                |
| <b>W4</b> | Zasada zachowania energii. Pierwsza zasada termodynamiki dla układu zamkniętego i otwartego. Energia wewnętrzna.                                                                                                                                                                            | 1                |
| <b>W5</b> | Praca bezwzględna, zewnętrzna i użyteczna. Praca techniczna i entalpia.                                                                                                                                                                                                                     | 1                |
| <b>W6</b> | Stany skupienia substancji. Proces parowania/kondensacji. Objętość właściwa i gęstość pary.                                                                                                                                                                                                 | 2                |

| CWICZENIA |                                                        |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |

| CWICZENIA |                                                                                                                                                                |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Wyznaczanie ciśnienia czynnika roboczego: bezwzględnego, manometrycznego.                                                                                      | 2                |
| <b>C2</b> | Wyznaczanie parametrów stanu gazu doskonałego.                                                                                                                 | 4                |
| <b>C4</b> | Obliczanie parametrów i funkcji stanu układu termodynamicznego dla zamkniętych układów termodynamicznych poddanych różnym rodzajom przemian termodynamicznych. | 8                |
| <b>C5</b> | Obliczanie objętości właściwej i stopnia suchości pary nasyconej mokrej.                                                                                       | 4                |

| LABORATORIA |                                                        |                  |
|-------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP          | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>   | Pomiar temperatury.                                    | 1                |
| <b>L2</b>   | Pomiar ciśnień.                                        | 2                |
| <b>L3</b>   | Pomiar wilgotności powietrza.                          | 2                |
| <b>L4</b>   | Wyznaczanie ciepła właściwego.                         | 2                |
| <b>L5</b>   | Pomiar prędkości przepływu w kanale.                   | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Zadania tablicowe

**N4** Ćwiczenia laboratoryjne

**N5** Konsultacje

## 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                                                               | 36                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 28                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 6                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 45                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 25                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>140</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 5.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Zadanie tablicowe

**F3** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin

**P2** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Uzyskanie pozytywnych ocen formujących i oceny z egzaminu

**W2** Terminowe oddanie sprawozdań

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |              |
|---------------------|--------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy. |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość podstawowych pojęć i parametrów stanu układu termodynamicznego, rodzajów wielkości fizycznych stosowanych do opisu zjawisk w układach termodynamicznych i ich jednostek. Znajomość sformułowania zerowej zasady termodynamiki. Znajomość definicji gazu doskonałego i półdoskonałego i równań stanu gazu doskonałego i półdoskonałego. Znajomość procesu parowania (skraplania) przy stałym ciśnieniu, pojęcia stopnia suchości pary i sposobu określania właściwości fizycznych pary nasyconej. |
| NA OCENĘ 3.5        | Znajomość podziału czynników termodynamicznych. Znajomość prawa izotermy, izobary i izochory.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość wykresów p-v, T-v i p-T dla czynników w różnych stanach skupienia.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.5        | Znajomość funkcji stanu układu termodynamicznego.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 5.0        | Znajomość równań gazu rzeczywistego. Znajomość kryteriów traktowania gazów jako gazu doskonałego lub półdoskonałego.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość bilansu energii w ogólnej postaci, sformułowania I zasady termodynamiki, sposobów doprowadzania i odprowadzania energii, składowych całkowitej energii układu, I zasady termodynamiki dla układów zamkniętych. Znajomość definicji przemiany termodynamicznej, podziału przemian termodynamicznych. Znajomość definicji pracy bezwzględnej, użytecznej i technicznej.                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.5        | Znajomość pojęcia pojemności cieplnej. Znajomość równania Mayera. Znajomość warunków odwracalności przemian termodynamicznych. Znajomość wzorów na pracę bezwzględną, użyteczną i techniczną.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość wzorów na ciepło właściwe dla gazów doskonałych i półdoskonałych, cieczy i ciał stałych. Znajomość interpretacji graficznej wzorów na pracę bezwzględną, użyteczną i techniczną.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Znajomość wzoru na średnie ciepło właściwe (+interpretacja graficzna). Znajomość związków wartości ciepła właściwego gazu z budową i stopniami swobody cząsteczki. Znajomość wzoru na wykładnik adiabaty.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 5.0        | Znajomość wyprowadzenia wzoru na ciepło właściwe dla cieczy i ciał stałych oraz ciepło właściwe przy stałej objętości i ciśnieniu dla gazów doskonałych i półdoskonałych. Znajomość wyprowadzenia równania Mayera. Znajomość wyznaczania wzoru na ciepło właściwe na podstawie danych eksperymentalnych. Znajomość wyprowadzenia wzoru na pracę bezwzględną, użyteczną i techniczną.                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Umiejętność zamiany jednostek różnych układów miar wybranych wielkości fizycznych. Umiejętność wyznaczania ciśnienia bezwzględnego i manometrycznego. Umiejętność stosowania i przekształcania równania gazu doskonałego. Umiejętność wyznaczania objętości właściwej pary nasyconej, umiejętność wyznaczania stopnia suchości pary nasyconej, umiejętność zapisania bilansu energii dla układu zamkniętego, |
| NA OCENĘ 3.5        | Umiejętność wyprowadzania jednostek obliczanych wartości.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | Umiejętność wyznaczenia ciśnienia statycznego i dynamicznego. umiejętność wykorzystania bilansu energii dla układu zamkniętego w celu określenia parametrów i funkcji stanu.                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Umiejętność wyznaczania entalpii i energii wewnętrznej właściwej pary nasyconej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | Umiejętność oceny, czy para przegrzana może być traktowana jako gaz doskonały.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość czujników pozwalających na pomiar parametrów stanu układu termodynamicznego.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.5        | Umiejętność doboru odpowiednich czujników pomiarowych dla określonych warunków.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | Umiejętność przeprowadzania pomiarów za pomocą czujników.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Umiejętność analizy danych pomiarowych i sformułowania wniosków na podstawie przeprowadzonych pomiarów.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 5.0        | Umiejętność określania funkcji stanu układu termodynamicznego na podstawie przeprowadzanych pomiarów.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## 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<br>K1_U02                                                               | Cel 1           | W1 W2 W6          | N1 N2 N5              | P1 P2         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK2               | K1_W02<br>K1_U02<br>K1_U17<br>K1_U18                                           | Cel 1           | W3 W4 W5          | N1 N2 N5              | P1 P2         |
| EK3               | K1_W02<br>K1_U02<br>K1_U12<br>K1_U18                                           | Cel 2           | C1 C2 C4 C5       | N3 N5                 | F1 F2 P2      |
| EK4               | K1_W02<br>K1_U02<br>K1_U20                                                     | Cel 3           | L1 L2 L3 L4 L5    | N4 N5                 | F1 F3 P2      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Szewczyk Witold, Wojciechowski Jerzy — *Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań. Część I, Procesy termodynamiczne*, Kraków, 2007, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH
- [2] | Szargut Jan — *Termodynamika*, Warszawa, 2013, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [3] | 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., prof. PK Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: mjaremkiewicz@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....