

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Computational Mechanics (Mechanika obliczeniowa- w języku angielskim)

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                            |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Engineering Thermodynamics |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM MIBM oIS B4 21/22       |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                       |
| SEMESTRY                                | 1                          |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15     | 15        | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie podstawowych zjawisk zycznych z zakresu przemian energii i substancji i ich opisu matematycznego. Poznanie wielkości opisujących parametry i funkcje stanu substancji i układu i jednostek ich miary.

**Cel 2** Zdobycie umiejętności analizy obliczeniowej przemian energii i substancji w układzie i obliczeń inżynierskich w zakresie tych przemian. Zdobycie umiejętności obliczeń procesów termodynamicznych.

**Cel 3** Zdobyć umiejętności pomiarów parametrów termodynamicznych, zaplanowania eksperymentu pomiarowego i współpracy w grupie przy dokonywaniu pomiarów.

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

1 Znajomość matematyki i fizyki na poziomie szkoły średniej

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna modele matematyczne substancji a w szczególności gazu i pary i ich opis matematyczny.

**EK2 Wiedza** Zna modele matematyczne procesów termodynamicznych w tym przemian substancji, wymiany ciepła na poziomie inżynierskim. Zna podstawowe sposoby przemiany energii cieplnej na mechaniczną.

**EK4 Umiejętności** Potrafi obliczyć stan termodynamiczny substancji i układu na podstawie znajomości jego parametrów.

**EK5 Umiejętności** Potra przeanalizować przemianę termodynamiczną, obieg termodynamiczny i jej konsekwencje na poziomie inżynierskim.

**EK6 Umiejętności** Potra przeprowadzić pomiar parametrów termodynamicznych substancji.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                                                    |                  |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                             | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Temperature measurements methods. Calibration of temperature probes and lines.                     | 3                |
| <b>L2</b>    | Pressure measurements: methods and transducers calibrations.                                       | 3                |
| <b>L3</b>    | Water steam saturation curve, Papen boiler. Simple anticlockwise cycle.                            | 3                |
| <b>L4</b>    | Measurements of liquid flow using different methods. Comparison of the accuracy of basic methods.  | 3                |
| <b>L5</b>    | Air moisture measurements. Psychrometers, hygrometers, methods, calculations using Molliere chart. | 3                |

| WYKŁAD    |                                                                                                         |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Basic concepts, system, balance surface, parameters of state. Units and basic terms. Equation of state. | 2                |
| <b>W2</b> | Thermodynamic process. Process work and heat. Ideal and real gas concept.                               | 2                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                           |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W3</b> | Equation of state of ideal and real gas. Characteristic processes for gas. Mixture of ideal gases. Dalton's and Leduc laws. Enthalpy, internal energy and entropy of gas. | 2                |
| <b>W4</b> | Thermodynamic cycles, second law of thermodynamics, work, heat of the cycle. Cycle efficiency and COP.                                                                    | 2                |
| <b>W5</b> | Change of phase of the substance. Steam parameters and state functions, characteristic charts for phase change in different coordinates. Steam cycles.                    | 2                |
| <b>W6</b> | Moisture in gas, parameters and state function of moist gas, Molliere chart.                                                                                              | 2                |
| <b>W7</b> | Basic heat transfer concepts. Conduction, convection and radiation basic mathematical models. Fourier's equation.                                                         | 3                |

| ĆWICZENIA |                                                        |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Basic parameters calculations for ideal gas.           | 2                |
| <b>C2</b> | Work and heat of the process calculations.             | 2                |
| <b>C3</b> | Energy balance of the gas processes.                   | 2                |
| <b>C4</b> | Gas cycles calculations.                               | 2                |
| <b>C5</b> | Calculations of the steam cycles.                      | 2                |
| <b>C6</b> | Calculations of the moist gas processes.               | 2                |
| <b>C7</b> | Heat transfer calculations.                            | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Konsultacje

**N4** Zadania tablicowe

**N5** Praca w grupach

## 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                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 2                                                       |
| konsultacje internetowe                                                                          | 2                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 24                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 20                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 5                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>100</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F3** Zadanie tablicowe

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P2** Kolokwium

**P3** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Zaliczenie pozytywne każdego efektu kształcenia.

**W2** Ocena ostateczna jest średnią ważoną

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Ocena sprawozdań laboratoryjnych

**B2** Kolokwium

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie ma wiadomości wystarczających na ocenę 3.                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna podstawowy opis substancji tj. parametrów i funkcji stanu wraz z odpowiednimi jednostkami. Zna opis par, gazu wilgotnego i wykresy charakterystyczne dla tych substancji. |
| NA OCENĘ 3.5        | .                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.0        | .                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | .                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | .                                                                                                                                                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie ma wiadomości wystarczających na ocenę 3.                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna pojęcie pracy i ciepła w termodynamice, zna opis przemian gazów i par. Zna podstawowe obiegi termodynamiczne gazowe i parowe. Zna podstawowe równania wymiany ciepła.     |
| NA OCENĘ 3.5        | ..                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | .                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | .                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | .                                                                                                                                                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności wystarczających na ocenę 3.                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi obliczyć parametry i funkcje stanu układu w zakresie gazów i pary. Potrafi wyznaczyć punkty charakterystyczne obiegu termodynamicznego.                               |
| NA OCENĘ 3.5        | .                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.0        | .                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | .                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | .                                                                                                                                                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności wystarczających na ocenę 3.                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi obliczyć pracę i ciepło przemiany, ilość przekazywanej energii podczas przemian i zmianę stanu substancji po przemianie.                                              |
| NA OCENĘ 3.5        | .                                                                                                                                                                             |

|                     |                                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | .                                                                                                         |
| NA OCENĘ 4.5        | .                                                                                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | .                                                                                                         |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                           |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności wystarczających na ocenę 3.                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi dokonać pomiaru podstawowych parametrów termodynamicznych i przeprowadzić wzorcowanie przyrządów. |
| NA OCENĘ 3.5        | .                                                                                                         |
| NA OCENĘ 4.0        | .                                                                                                         |
| NA OCENĘ 4.5        | ..                                                                                                        |
| NA OCENĘ 5.0        | .                                                                                                         |

## 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<br>W5 W6 W7 | N1 N3 N5              | P2            |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 | N1 N3 N5              | P2            |
| EK4               |                                                                                | Cel 2           | C1 C2 C3 C4 C5<br>C6 C7 | N3 N4 N5              | F1 F3 P2 P3   |
| EK5               |                                                                                | Cel 2           | C1 C2 C3 C4 C5<br>C6 C7 | N3 N4 N5              | F1 F3 P2 P3   |
| EK6               |                                                                                | Cel 3           | L1 L2 L3 L4 L5          | N2 N3 N5              | F2 P2 P3      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Szewczyk W. — *Lectures in Engineering Thermodynamics, Selected problems.*, Kraków, 2009, AGH  
[2] | Look D. C., Sauer H. J. — *Engineering thermodynamics*, New York, 1986, Brooks/Cole Engineering Division

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Styrylska T. — *Termodynamika*, Kraków, 2004, Pol. Krak.  
[2] | Szewczyk W., Wojciechowski J. — *Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań, Część I Procesy termodynamiczne.*, Kraków, 2007, AGH  
[3] | Fodemski T.R. i inni — *Pomiary Ciepne*, Warszawa, 2001, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Piotr, Jerzy Cyklis (kontakt: pcyklis@mech.pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Ryszard Kantor (kontakt: rkantor@mech.pk.edu.pl)  
2 dr inż. Jerzy Żelasko (kontakt: bniezgo@mech.pk.edu.pl)  
3 mgr inż. Przemysław Młynarczyk (kontakt: pmlynarczyk@pk.edu.pl)  
4 mgr inż. Roman Duda (kontakt: rduda@mech.pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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