

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Systemy i Urządzenia Przemysłowe

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: U

Stopień studiów: I

Specjalności: Aparatura przemysłowa

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                          |
|-----------------------------------------|--------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Termodynamika techniczna |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                          |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM SIUP 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 fizycznych 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** Zdobywanie umiejętności analizy obliczeniowej przemian energii i substancji w układzie i obliczeń inżynierskich w zakresie tych przemian. Zdobywanie 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.

**EK3 Umiejętności** Potrafi obliczyć stan termodynamiczny substancji i układu na podstawie znajomości jego parametrów.

**EK4 Umiejętności** Potrafi przeanalizować przemianę termodynamiczną, obieg termodynamiczny i jej konsekwencje na poziomie inżynierskim.

**EK5 Umiejętności** Potrafi przeprowadzić pomiar parametrów termodynamicznych substancji.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Pojęcia podstawowe, układ termodynamiczny. Stan układu: parametry stanu, równanie stanu, zerowa zasada termodynamiki. Przemiana termodynamiczna.                                                                                                                         | 2                |
| <b>W2</b> | Praca bezwzględna, techniczna i użyteczna przemiany. Ciepło przemiany, właściwa pojemność cieplna. Bilans energii. Energia układu, energia wewnętrzna, energia strugi, entalpia. I zasada termodynamiki. II zasada termodynamiki. Pojęcie entropii. Równania kaloryczne. | 2                |
| <b>W3</b> | Przemiany odwracalne i nieodwracalne. Roztwory gazów doskonałych i półdoskonałych. Prawo Leduca i Daltona. Parametry i funkcje stanu roztworu. Układ ciepła Belpairea. Przemiany charakterystyczne gazów doskonałych i półdoskonałych.                                   | 2                |
| <b>W4</b> | Obiegi termodynamiczne. Obieg Carnota. Obiegi charakterystyczne gazowe.                                                                                                                                                                                                  | 2                |
| <b>W5</b> | Przemiany fazowe, zmiana stanu skupienia, wykresy charakterystyczne, parametry i funkcje stanu w zakresie par. Równania kaloryczne pary nasyconej i przegrzanej. Obiegi parowe.                                                                                          | 3                |
| <b>W6</b> | Gaz wilgotny i jego przemiany. Parametry i funkcje stanu gazu wilgotnego. Przemiany w zakresie powietrza wilgotnego i wykres Molliera.                                                                                                                                   | 2                |
| <b>W7</b> | Elementy wymiany ciepła: podstawowe sposoby przekazywania ciepła. Przewodzenie konwekcja i promieniowanie. Przenikanie przez przegrodę płaską i cylindryczną. Podstawowe równania wymiany ciepła.                                                                        | 2                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Pomiar ciśnienia statycznego. Wzorcowanie przetworników ciśnienia (rodzaje przetworników ciśnienia).                                                                                                                                                                                                             | 3                |
| <b>L2</b>    | Pomiar temperatury. Skale termometryczne, międzynarodowa praktyczna skala temperatur. Klasyfikacja przyrządów pomiarowych wg zasad działania. Własności metrologiczne. Wzorcowanie termometrów. Metody prowadzenia pomiarów temperatury z uwzględnieniem wpływu parametrów mających wpływ na dokładność pomiaru. | 3                |
| <b>L3</b>    | Pomiar stopnia suchości pary (kociołek Pappena) doświadczalne wyznaczanie krzywej nasycenia. Przemiany fazowe na przykładzie prostego obiegu chłodniczego lodówki.                                                                                                                                               | 3                |
| <b>L4</b>    | Pomiar wilgotności powietrza. Obliczenia podstawowych parametrów. Przyrządy i metody pomiarowe. Higrometry, psychrometry.                                                                                                                                                                                        | 3                |
| <b>L5</b>    | Pomiary strumienia masy i objętości substancji. Pomiar przepływu płynu. Kryteria podziału przepływomierzy. Podstawy teoretyczne przepływomierzy spiętrzających przepływ (zwężkowe, krzywakowe, sondy uśredniające, zawory pomiarowe).                                                                            | 3                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                           |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Parametry stanu: ilość substancji, ciśnienie, przepływ, termiczne równanie stanu gazu doskonałego. Jednostki wielkości termodynamicznych. | 2                |
| <b>C2</b> | Obliczenia pracy i ciepła przemiany.                                                                                                      | 2                |
| <b>C3</b> | Obliczenia przemian charakterystycznych gazu.                                                                                             | 2                |
| <b>C4</b> | Obliczenia obiegów gazowych.                                                                                                              | 2                |
| <b>C5</b> | Obliczenia przemian par i obiegów parowych.                                                                                               | 3                |
| <b>C6</b> | Obliczenia przemian gazu wilgotnego.                                                                                                      | 3                |
| <b>C7</b> | Obliczenia przenikania przez przegrodę płaską.                                                                                            | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Konsultacje

**N3** Zadania tablicowe

**N4** Dyskusja

**N5** Praca w grupach

**N6** Ćwiczenia laboratoryjne

## 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                                                                          | 1                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 20                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 15                                                      |
| <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** Zadanie tablicowe na ćwiczeniach

**F3** Zaliczenie sprawozdania laboratoryjnego

**F4** Obecność na zajęciach

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Zaliczenie przedmiotu wymaga zaliczenia wszystkich efektów kształcenia.

**W2** Ocena jest oceną średnią z poszczególnych efektów kształcenia.

**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA****B1** Ocena kolokwium**B2** Ocena sprawozdania z pomiarów laboratoryjnych**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 paliwa i opis procesu spalania. Zna podstawowe równania wymiany ciepła. |
| NA OCENĘ 3.5        | ..                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | .                                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.5        | .                                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 5.0        | .                                                                                                                                                                                                                        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                          |
| 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 4 |                                                                                                                                                                                                                          |

|                     |                                                                                                                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 5 |                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności na ocenę 3                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi dokonać pomiaru podstawowych parametrów termodynamicznych substancji i zaprezentować je w formie pisemnej.               |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSODY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               |                                                                                | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 | N1 N2 N3              | F1 F4 P1      |
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 | N1 N2 N3              | F1 F4 P1      |
| EK3               |                                                                                | Cel 2           | C1 C2 C3 C4 C5<br>C6 C7 | N2 N3 N4 N5           | F1 F2 F4 P1   |
| EK4               |                                                                                | Cel 2 Cel 3     | C1 C2 C3 C4 C5<br>C6 C7 | N2 N3 N4 N5           | F1 F2 F4 P1   |
| EK5               |                                                                                | Cel 3           | L1 L2 L3 L4 L5          | N4 N5 N6              | F1 F3 F4 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Szewczyk W., Wojciechowski J. — *Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań, Część I Procesy termodynamiczne*, Kraków, 2007, AGH
- [2] | Szargut J., Guzik A., Górniak H. — *Zadania z termodynamiki technicznej*, Gliwice, 2008, Pol. Śl.
- [3] | Lechowska A., Styrylska T. — *Przykłady zadań z podstaw termodynamiki*, Kraków, 2013, Politechnika Krakowska

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Styrylska T. — *Termodynamika*, Kraków, 2004, Pol. Krak.

## 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)
- 6 mgr inż. Roman Duda (kontakt: rduda@mech.pk.edu.pl)
- 7 mgr inż. Przemysław Młynarczyk (kontakt: pmlynarczyk@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

|                     |                               |           |
|---------------------|-------------------------------|-----------|
| (miejscowość, data) | (odpowiedzialny za przedmiot) | (dziekan) |
|---------------------|-------------------------------|-----------|

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....