

# PAŃSTWOWA WYŻSZA SZKOŁA ZAWODOWA W NOWYM SĄCZU

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2012/2013

Instytut Techniczny

Kierunek studiów: Mechatronika

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: Stacjonarne

Kod kierunku: 06.0

Stopień studiów: I

Specjalności: Mechatronika stosowana

### 1 PRZEDMIOT

|                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU     | Makro i mikro termodynamika |
| KOD PRZEDMIOTU       | IT 06.0 AIS MP3 12/13       |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU | Przedmioty specjalnościowe  |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS  | 5                           |
| SEMESTRY             | 4                           |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|---------|------------|
| 4       | 30     | 15        | 15           |         |            |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

- Cel 1** Zdobyć umiejętności rozwiązywania problemów inżynierskich w zakresie termodynamiki klasycznej, wymiany ciepła i spalania.
- Cel 2** Zdobyć umiejętności pomiarowych z zakresu pomiarów procesów cieplnych i wzorcowania podstawowych przyrządów pomiarowych parametrów termodynamicznych.
- Cel 3** Zdobyć wiedzy inżynierskiej z zakresu maszyn i urządzeń cieplnych, wymiany ciepła. Zdobyć wiedzy w zakresie procesów termodynamicznych w skali mikro.
- Cel 4** Zdobyć wiedzy dotyczącej mikroskalowych zjawisk termodynamicznych, wymiany substancji i energii w skali mikro.



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

a Znajomość matematyki i fizyki na poziomie inżynierskim

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1** Wiedza: Formułuje modele matematyczne substancji w ujęciu fenomenologicznym i statystycznym w skali makro i mikro.

**EK2** Wiedza: Formułuje modele matematyczne procesów termodynamicznych w skali makro i mikro w tym przemian substancji i wymiany ciepła.

**EK3** Umiejętności: Oblicza stan termodynamiczny substancji i układu na podstawie znajomości jego parametrów.

**EK4** Umiejętności: Rozwiązuje obliczeniowo problemy inżynierskie z zakresu termodynamiki i wymiany ciepła.

**EK5** Umiejętności: Dokonuje pomiaru inżynierskiego stanu termodynamicznego lub przeprowadza wzorcowanie przyrządu pomiarowego.

**EK6** Kompetencje społeczne: Współpracuje w grupie dokonując pomiarów.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

### WYKŁAD

| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA GODZIN |
|----|--|---------------|
| W1 | Pojęcia podstawowe: Układ termodynamiczny, parametry i funkcje stanu układu. Równanie stanu. Zerowa, pierwsza i druga zasada Termodynamiki. Praca i ciepło przemiany. Równania kaloryczne.   | 6             |
| W2 | Charakterystyczne przemiany gazu doskonałego i pół doskonałego. Zmiana stanu skupienia. Elementy termodynamiki pary. Wykresy p-t, p-v, t-s, i s dla H <sub>2</sub> O. Roztwory gazu doskonałego. Wilgotne powietrze i spaliny. Wykres Moliera.   | 6             |
| W3 | Obiegi termodynamiczne. Pojęcie gazu rzeczywistego, równanie van der Waalsa.   | 6             |
| W4 | Przewodzenie ciepła, równanie Fouriera-Kirchoffa. Ustalane i nieustalone przewodzenie ciepła. Przenikanie ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną. Przewodzenie ciepła w przecie i żebrze. Wnikanie ciepła, podstawowe zależności. Liczby kryterialne, analogia wymiany ciepła i masy. Podstawowe prawa promieniowania. Prawo Wiena, Stefana-Boltzmanna. Absorpcyjność i refleksyjność powierzchni. | 6             |
| W5 | Elementy termodynamiki w mikroskali, opis statystyczny, wyminama ciepła i masy w skali mikro. Metody pomiaru temperatury, ciśnienia, przepływu.  | 6             |
|    | RAZEM  | 30            |

### ĆWICZENIA

| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA GODZIN |
|----|---|---------------|
| C1 | Obliczanie podstawowych parametrów stanu, równanie stanu. Obliczanie pracy i ciepła przemiany termodynamicznej. | 3             |
| C2 | Obliczenie funkcji stanu, bilans energii układu termodynamicznego.  | 2             |
| C3 | Przemiany gazu doskonałego i ich bilansowanie. Obiegi termodynamiczne-obliczanie.                               | 3             |
| C4 | Przemiany charakterystyczne oraz bilans energii dla pary wodnej nasyconej i przegrzanej.                        | 1             |



## ĆWICZENIA

| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA GODZIN |
|----|---|---------------|
| C5 | Posługiwanie się wykresem i-s. Parametry gazu wilgotnego. Wykres i-X oraz wybrane przemiany powietrza wilgotnego. | 2             |
| C6 | Obliczenia prostych przypadków przenikania ciepła przez przegrodę   | 2             |
| C7 | Obliczenia prostych przykładów z zakresu termodynamiki statystycznej.   | 2             |
|    | RAZEM   | 15            |

## LABORATORIUM

| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA GODZIN |
|----|---|---------------|
| L1 | Zajęcia wprowadzające. Budowa kalibratorów ciśnienia i temperatury – metodyka badań.  | 3             |
| L2 | Pomiar i wzorcowanie przyrządów do pomiaru temperatury i ciśnienia  | 3             |
| L3 | Wyznaczanie podstawowych parametrów spalania na przykładzie spalania oleju opałowego w kotle, pomiar składu spalin. Wyznaczanie współczynnika lambda. | 3             |
| L4 | Badanie ogniwa wodorowego typu PEM.   | 3             |
| L5 | Wyznaczanie charakterystyk prądowo - napięciowych modułu ogniw fotowoltaicznych i sprawności konwersji energii padającego promieniowania.             | 3             |
|    | RAZEM   | 15            |

## 7 METODY DYDAKTYCZNE

M1 Wykłady

M2 Ćwiczenia laboratoryjne

M3 Konsultacje

M4 Zadania tablicowe

M5 Dyskusja

M6 Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA<br>GODZIN NA<br>ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|--|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |  |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 60   |
| 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                               | 30   |
| Opracowanie wyników  | 20   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>125</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 5  |



## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Odpowiedź ustna

F4 Zadanie tablicowe

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

a Zaliczenie z ćwiczeń, laboratoriów i egzaminu teoretycznego z wykładów.

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA AKADEMICKIEGO

1 Inne

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3          | Formułuje opis matematyczny substancji tj. parametrów i funkcji stanu wraz z odpowiednimi jednostkami dla par, gazu wilgotnego i wykresy charakterystyczne dla tych substancji.   |
| NA OCENĘ 4          | Formułuje opis matematyczny substancji tj. parametrów i funkcji stanu wraz z odpowiednimi jednostkami. Zna opis par, gazu wilgotnego i wykresy charakterystyczne dla tych substancji i potrafi je narysować z oznaczeniem przemian charakterystycznych.                     |
| NA OCENĘ 5          | Formułuje pełny opis matematyczny stałej ciekłej i gazowej tj. parametrów i funkcji stanu wraz z odpowiednimi jednostkami. Zna opis par, gazu wilgotnego i wykresy charakterystyczne dla tych substancji i potrafi je narysować z oznaczeniem przemian charakterystycznych. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 3          | Opisuje matematycznie pojęcie pracy i ciepła w termodynamice, przemiany gazu i par. Opisuje podstawowe obiegi termodynamiczne gazowe i parowe, definiuje podstawowe paliwa i opis procesu spalania. Formułuje podstawowe równania wymiany ciepła.                           |
| NA OCENĘ 4          | Posiada wiadomości na ocenę 3 a ponadto oblicza sprawność obiegów oraz opisuje stan substancji w skali mikro.   |
| NA OCENĘ 5          | Posiada wiadomości na ocenę 4 a ponadto formułuje równania różniczkowe przewodzenia i przenikania ciepła, oraz opisuje matematycznie przepływ ciepła w skali mikro.   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 3          | Oblicza parametry i funkcje stanu układu w zakresie gazów i par. Potrafi wyznaczyć punkty charakterystyczne obiegu termodynamicznego.   |
| NA OCENĘ 4          | Ma umiejętności na ocenę 3 a ponadto wyniki przedstawia we wszystkich adekwatnych układach termodynamicznych.   |
| NA OCENĘ 5          | Ma umiejętności na ocenę 4 a ponadto potrafi rozwiązać proste zagadnienia metodami termodynamiki statystycznej.   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |



|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3          | Rozwiązuje co najmniej dwa z czterech zadań z termodynamiki w ramach kolokwium zaliczeniowego.  |
| NA OCENĘ 4          | Rozwiązuje co najmniej trzy z czterech zadań z termodynamiki w ramach kolokwium zaliczeniowego.   |
| NA OCENĘ 5          | Rozwiązuje w pełni i bez błędów cztery zadania z termodynamiki w ramach kolokwium zaliczeniowego.   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |   |
| NA OCENĘ 3          | Dokonuje pomiaru podstawowych parametrów termodynamicznych i przeprowadza wzorcowanie przyrządów. Szkicuje stanowisko pomiarowe lub zastosowany przyrząd wyrażając zasadę jego działania. |
| NA OCENĘ 4          | Ma umiejętności na ocenę 3 a ponadto przeprowadza obliczenia błędu pomiaru.   |
| NA OCENĘ 5          | Ma umiejętności na ocenę 4 a ponadto przeprowadza cechowanie przyrządu w oparciu o odpowiednio dobrany wzorec.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |   |
| NA OCENĘ 3          | Współpracuje w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.  |
| NA OCENĘ 4          | Współpracuje w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.  |
| NA OCENĘ 5          | Współpracuje w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych. Potrafi przyjmować rolę lidera grupy.  |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU | ODNIESIENIE DO EFEKTÓW KIERUNKOWYCH | CELE PRZEDMIOTU     | TREŚCI PROGRAMOWE                                    | METODY DYDAKTYCZNE    | SPOSOBY OCENY         |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--|-----------------------|-----------------------|
| EK1                               | MT_W02,<br>MT_W09,<br>MT_W10        | Cel1, Cel3,<br>Cel4 | W1, W2, W3,<br>W4, W5                                | M1, M3, M5            | P1                    |
| EK2                               | MT_W02,<br>MT_W09,<br>MT_W10        | Cel1, Cel3,<br>Cel4 | W1, W2, W3,<br>W4, W5                                | M1, M3, M5            | P1                    |
| EK3                               | MT_UP02,<br>MT_UP09,<br>MT_UP11     | Cel1, Cel2          | C1, C2, C3, C4,<br>C5, C6, C7, L1,<br>L2, L3, L4, L5 | M2, M3, M4,<br>M5, M6 | F1, F2, F3, F4,<br>P2 |
| EK4                               | MT_UP02,<br>MT_UP09,<br>MT_UP11     | Cel1, Cel2          | C1, C2, C3, C4,<br>C5, C6, C7, L1,<br>L2, L3, L4, L5 | M2, M3, M4,<br>M5, M6 | F1, F2, F3, F4,<br>P2 |
| EK5                               | MT_UP02,<br>MT_UP09                 | Cel2                | L1, L2, L3, L4,<br>L5                                | M2, M3, M5, M6        | F1, F2, F3, P2        |
| EK6                               | MT_UP11                             | Cel2                | L1, L2, L3, L4,<br>L5                                | M2, M6                | F2                    |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Szewczyk W., Wojciechowski J. — *Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań, Część I Procesy termodynamiczne*, Kraków, 2007, AGH
- [2] T.R.Fodemski i inni — *Pomiary Ciepłne*, Warszawa, 2001, WNT



[3] Szargut J., Guzik A., Górniak H. — *Zadania z termodynamiki technicznej*, Gliwice, 2008, Pol. Śl.

[4] K. Huang — *Podstawy fizyki statystycznej*, Warszawa, 2006, PWN

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

#### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Witold Przygoda (kontakt: witold.przygoda@gmail.com)

#### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

dr Witold Przygoda (kontakt: witold.przygoda@gmail.com)

mgr inż. Sławomir Jurkowski (kontakt: slaw-jur@wp.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(kierownik zakładu)

(dyrektor instytutu)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....