

# PAŃSTWOWA WYŻSZA SZKOŁA ZAWODOWA W NOWYM SĄCZU

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

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 15/16
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 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.	4
W6	Metody pomiarowe: temperatury, ciśnienia, przepływu. Omówienie ogniów wodorowego i fotowoltaicznego.	2
	RAZEM	30

### ĆWICZENIA

LP	TEMATYKA ZAJĘĆ 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



## ĆWICZENIA

LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C4	Przemiany charakterystyczne oraz bilans energii dla pary wodnej nasyconej i przegrzanej.	1
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 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 GODZIN NA ZREALIZOWANIE 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 AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA AKADEMICKIEGO

1 Ćwiczenie praktyczne

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1		MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 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.	ćwiczenia, laboratorium	Weryfikacja poprzez zadanie tablicowe oraz kolokwium. Student powinien nie tylko wykonywać obliczenia / przekształcenia, ale swobodnie wykonywać odpowiednie wykresy (zależności) i zmieniać jednostki reprezentacji.
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		MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 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.	ćwiczenia, laboratorium	Zadania i kolokwium, ponadto sprawne posługiwanie się odpowiednimi tablicami i wykresami zależności entropii od entalpii dla pary wodnej.
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		MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 3
NA OCENĘ 3	Oblicza parametry i funkcje stanu układu w zakresie gazów i par. Potrafi wyznaczyć punkty charakterystyczne obiegu termodynamicznego.	ćwiczenia	Rozwiązywanie programowanych zadań, wykazanie się pracą domową.
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		MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 4
NA OCENĘ 3	Rozwiązuje co najmniej dwa z czterech zadań z termodynamiki w ramach kolokwium zaliczeniowego.	ćwiczenia	Bezpośrednia weryfikacja poprzez kolokwium.
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		MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 5
NA OCENĘ 3	Dokonuje pomiaru podstawowych parametrów termodynamicznych i przeprowadza wzorcowanie przyrządów. Szkicuje stanowisko pomiarowe lub zastosowany przyrząd wyrażając zasadę jego działania.	laboratorium	Praca według ćwiczeń laboratoryjnych oraz przygotowanie sprawozdania z pomiarów. Prowadzenie dziennika pomiarowego.



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 wzorzec.		
EFEKT KSZTAŁCENIA 6		MIEJSCE WERYFIKACJI	OPIS WERYFIKACJI EK 6
NA OCENĘ 3	Współpracuje w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.	laboratorium	Monitorowanie przygotowania do pracy laboratoryjnej oraz toku przeprowadzania doświadczeń.
NA OCENĘ 4	Współpracuje w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych, dba o staranne prowadzenie zeszytu laboratoryjnego jak i wykonanie pomiarów, koordynując działanie z innymi w grupie.		
NA OCENĘ 5	Współpracuje w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych. Potrafi przyjmować rolę lidera grupy.		

#### OCENA DO INDEKSU (OCENA PODSUMOWUJĄCA)

Konieczne zaliczenie wszystkich składowych przedmiotu, z których następnie wyliczona będzie ocena końcowa z następującymi wagami:  $0.5 * \text{egzamin} + 0.25 * \text{ćwiczenia} + 0.25 * \text{laboratorium}$ .

#### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

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

### 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU	ODNIESIENIE DO EFEKTÓW KIERUNKOWYCH	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	METODY DYDAKTYCZNE
EK1	MT_UB06, MT_W10, MT_W09, MT_W02	Cel1, Cel3, Cel4	W1, W2, W3, W4, W5, W6	M1, M3, M5
EK2	MT_UB06, MT_W10, MT_W09, MT_W02	Cel1, Cel3, Cel4	W1, W2, W3, W4, W5, W6	M1, M3, M5
EK3	MT_UP11, MT_UP02, MT_UP09	Cel1, Cel2	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, L1, L2, L3, L4, L5	M2, M3, M4, M5, M6
EK4	MT_UP11, MT_UP02, MT_UP09	Cel1, Cel2	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, L1, L2, L3, L4, L5	M2, M3, M4, M5, M6
EK5	MT_UB06, MT_UP02, MT_UP09	Cel2	W6, L1, L2, L3, L4, L5	M2, M3, M5, M6
EK6	MT_UB06, MT_UP11	Cel2	L1, L2, L3, L4, L5	M2, M6



## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] W. Szewczyk, J. Wojciechowski — *Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań, Część I Procesy termodynamiczne*, Kraków, 2007, AGH
- [2] T. R. Fodemski i inni — *Pomiary Ciepłote*, Warszawa, 2001, WNT
- [3] J. Szargut, A. Guzik, H. Górniak — *Zadania z termodynamiki technicznej*, Gliwice, 2008, Politechnika Śląska
- [4] K. Huang — *Podstawy fizyki statystycznej*, Warszawa, 2006, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] T. Styrylska — *Termodynamika*, Kraków, 2004, Politechnika Krakowska
- [2] Y. Cengel, M. A. Boles — *Thermodynamics. An Engineering Approach. 8th Edition*, USA, 2014, McGraw-Hill Education

## 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)

.....  
.....