

**Karta (sylabus) modułu/przedmiotu**  
**Transport**  
**Studia I stopnia**

<b>Przedmiot:</b>	<b>Termodynamika</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	Podstawowy/obowiązkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	TR 1 S 0 3 31-0_1
<b>Rok:</b>	2
<b>Semestr:</b>	3
<b>Forma studiów:</b>	Studia stacjonarne
<b>Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:</b>	60
Wykład	30
Ćwiczenia	15
Laboratorium	15
Projekt	---
<b>Liczba punktów ECTS:</b>	4
<b>Sposób zaliczenia:</b>	Zaliczenie
<b>Język wykładowy:</b>	Język polski

**Cel przedmiotu**

<b>C1</b>	Zapoznanie studentów z podstawowymi prawami i równaniami termodynamiki potrzebnymi do opisu maszyn i urządzeń cieplnych w tym silników cieplnych: tłokowych i turbinowych oraz procesów spalania i wymiany ciepła
<b>C2</b>	Kształtowanie umiejętności analizy i rozwiązywania podstawowych zadań termodynamiki
<b>C3</b>	Kształtowanie umiejętności pracy w zespole i jego kierowaniu na ćwiczeniach rachunkowych
<b>C4</b>	Kształtowanie umiejętności pracy w zespole i jego kierowaniu na ćwiczeniach laboratoryjnych

**Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji**

<b>1</b>	Znajomość podstaw analizy matematycznej, rachunku różniczkowego funkcji jednej i wielu zmiennych, podstaw rachunku całkowego i równań różniczkowych zwyczajnych.
<b>2</b>	Znajomość podstawowych praw fizyki.

**Efekty kształcenia**

	W zakresie wiedzy:
<b>EK 1</b>	Student zna pojęcia stosowane do opisu stanu gazu doskonałego, półdoskonałego i rzeczywistego, potrafi podać treść i zapisać podstawowe prawa i równania termodynamiki, procesów spalania i wymiany ciepła
	W zakresie umiejętności:
<b>EK 2</b>	Student potrafi opisać stan gazu oraz potrafi efektywnie rozwiązać podstawowe zadania termodynamiki, procesów spalania i wymiany ciepła
<b>EK 3</b>	Student potrafi zrealizować pomiary podstawowych parametrów termodynamicznych, wyznaczyć wartości złożonych funkcji termodynamicznych i dokonać niezbędnych pomiarów i obliczeń do ilościowej analizy procesu

	wymiany ciepła i procesu spalania
	W zakresie kompetencji społecznych:
<b>EK 4</b>	Kształtowanie aktywnej postawy w prezentacji rozwiązań zadań w doraźnych zespołach na ćwiczeniach rachunkowych
<b>EK5</b>	Umiejętność współpracy w doraźnych zespołach powołanych do rozwiązywania zadań na ćwiczeniach
<b>EK6</b>	Umiejętność współpracy w grupach laboratoryjnych

<b>Treści programowe przedmiotu</b>	
<b>Forma zajęć – wykłady</b>	
	Treści programowe
<b>W1</b>	Wiadomości wstępne, przedmiot, zakres i metody termodynamiki, definicje i jednostki miar
<b>W2- W3</b>	Układ termodynamiczny i jego otoczenie. Intensywne i ekstensywne parametry stanu. Stan równowagi termodynamicznej. Modele czynników termodynamicznych i ich własności. Prawa gazów doskonałych Boyle'a – Mariotte'a, Gay Lussaca – Charlesa, Avogadro. Gaz półdoskonały, gaz rzeczywisty.
<b>W3- W4</b>	Termiczny opis stanu gazów doskonałych, półdoskonałych i rzeczywistych, wykres stanu p-V. Prawo Daltona i termiczny opis stanu mieszanin gazów doskonałych.
<b>W4- W5</b>	Energia układu, energia wewnętrzna, prawo Joule'a, entalpia statyczna i entalpia spiętrzenia. Oddziaływania pomiędzy układem a otoczeniem, oddziaływania na sposób pracy i na sposób ciepła. Prace: bezwzględna, techniczna i praca umieszczenia, praca użyteczna, wykres pracy p-V. Ciepło, ciepło przemiany i ciepło właściwe, równanie Mayera. Funkcje termodynamiczne i ich właściwości.
<b>W6</b>	Bilans energii układu w warunkach równowagi termodynamicznej. I Zasada Termodynamiki dla układów zamkniętych i otwartych, dla procesów odwracalnych i nieodwracalnych.
<b>W7- W8</b>	Pewnik równowagi. Zerowa Zasada Termodynamiki. Pojęcie entropii. II Zasada Termodynamiki i jej sformułowania. Wykres ciepła T-S. Zmiana entropii w odwracalnych i nieodwracalnych przemianach energetycznych.
<b>W8- W9</b>	Równowagowa przemiana termodynamiczna. Odwracalne przemiany politropowe gazów doskonałych i półdoskonałych, dławienie izentalpowe, interpretacja graficzna przemian na wykresach pracy i ciepła. Nieodwracalność przemian.
<b>W10</b>	Procesy sprężania gazów. Sprężarka tłokowa, sprężarki: teoretyczna, wzorcowa, rzeczywista. Sprężarka wielostopniowa.
<b>W11</b>	Zasady zamiany ciepła na pracę, prawobieżny obieg termodynamiczny. Obieg Carnota. Obiegi silników cieplnych, Joule'a, Otto, Diesla, Sabathe. Lewobieżny obieg termodynamiczny, lewobieżny obieg Carnota.
<b>W 12</b>	Zagadnienie użyteczności energii. Praca maksymalna, egzergia, anergia.
<b>W13- W14</b>	Zjawisko spalania. Wartość opałowa i ciepło spalania. Zapotrzebowanie powietrza do spalania. Wykresy charakteryzujące procesy spalania.
<b>W14- W15</b>	Rodzaje wymiany ciepła. Podstawowe prawa opisujące wymianę ciepła przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie. Przenikanie ciepła.
<b>Forma zajęć – ćwiczenia</b>	

Treści programowe	
ĆW1- ĆW2	Wprowadzenie w tematykę ćwiczeń rachunkowych. Jednostki, przeliczanie jednostek występujących w technice cieplnej na układ SI. Zadania z zakresu równania stanu termicznego gazu doskonałego.
ĆW3- ĆW4	Zadania z zakresu równania stanu termicznego gazu półdoskonałego. Mieszanki gazów doskonałych.
ĆW5- ĆW6	Zadania z zakresu bilansów energetycznych
ĆW7	Kolokwium I
ĆW8- ĆW9	Zadania z przemian odwracalnych gazów doskonałych i przemian nieodwracalnych
ĆW10- ĆW11	Silnikowe i chłodnicze obiegi termodynamiczne
ĆW12	Teoretyczna i wzorcowa sprężarka tłokowa
ĆW13	Spalanie. Obliczanie zapotrzebowania powietrza do spalania. Objętość spalin. Temperatura spalania.
ĆW14	Wymiana ciepła przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie. Przenikanie ciepła.
ĆW15	Kolokwium II
Forma zajęć – laboratoria	
	Treści programowe
L1	Pomiary ciśnienia
L2	Pomiary temperatury
L3	Pomiar wilgotności powietrza
L4	Analiza spalin
L5	Zaliczenie poprawkowe L1-L4 w semestrze

Metody dydaktyczne	
1	Wykład prowadzony metodą informacyjną z uwzględnieniem problemów obliczeniowych i wykorzystaniu technik audiowizualnych
2	Ćwiczenia audytoryjne stanowią rachunkową ilustrację wykładów i dotyczą wybranych zagadnień obliczeniowych z poszczególnych działów
3	Ćwiczenia laboratoryjne – wykonywanie doświadczeń i pomiarów

Obciążenie pracą studenta	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
<b>Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:</b>	Podać łączną liczbę godzin kontaktowych z wykładowcą
Wykład	30
Ćwiczenia	15
Laboratorium Termodynamiki	15
<b>Praca własna studenta, w tym:</b>	
Godziny kontaktowe z wykładowcą realizowane w formie konsultacji	6
Przygotowanie się do zajęć audytoryjnych (wykład)	15
Przygotowanie się do zajęć audytoryjnych (ćwiczenia)	15

Przygotowanie się do zajęć laboratoryjnych	29
<b>Łączny czas pracy studenta</b>	125
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu:</b>	4
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty)	2

<b>Literatura podstawowa</b>	
1	Staniszewski B.: Termodynamika techniczna. PWN, W-wa, 1986.
2	Dowkontt J.: Teoria maszyn cieplnych. PWN, W-wa 1979.
3	Wiśniewski S.: Termodynamika techniczna. PWN, W-wa 1999.
4	Gąsiorowski J. i inni: Zbiór zadań z teorii maszyn cieplnych. WNT, W-wa, 1972.
5	Szargut J. I inni: Programowany zbiór zadań z termodynamiki technicznej. PWN, W-wa 1986.
6	Kulesza i inni: Pomiary cieplne cz. I i II. WNT, W-wa 1983.
7	Fijałkowski S. i inni: Zestaw instrukcji laboratoryjnych. Politechnika Lubelska.
<b>Literatura uzupełniająca</b>	
1	Elwell D., Pointon A. J.: Termodynamika klasyczna, PWN, W-wa 1976.
2	Kołodziejczyk L., Mańkowski S., Rubik M.: Pomiary w inżynierii sanitarnej. Arkady, W-wa 1980.
3	Mieszkowski M. i inni: Pomiary cieplne i energetyczne. WNT, W-wa 1983.

<b>Macierz efektów kształcenia</b>					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Metody dydaktyczne	Metody oceny
<b>EK1</b>	TR1A_W01, TR1A_W03, TR1A_W04	C1, C2	W1-W15. ĆW1-ĆW6, ĆW8-ĆW14	1,2	O1, O2
<b>EK2</b>	TR1A_U01 TR1A_U05 TR1A_U21	C1,C2	ĆW1-ĆW6, ĆW8-ĆW14	2	O2
<b>EK3</b>	TR1A_U01 TR1A_U03	C1	L1-L4	3	O3
<b>EK4</b>	TR1A_K03	C3	ĆW1-ĆW7, ĆW9-ĆW15	2	O2
<b>EK5</b>	TR1A_K03	C3	ĆW1-ĆW7, ĆW9-ĆW15	2	O2
<b>EK6</b>	TR1A_K03	C4	L1-L4	3	O4

<b>Metody i kryteria oceny</b>		
Symbol metody oceny	Opis metody oceny	Próg zaliczeniowy
<b>O1</b>	<i>Zaliczenie testowe lub pisemne treści wykładowych</i>	60%
<b>O2</b>	<i>Zaliczenie pisemne ćwiczeń audytoryjnych</i>	60%
<b>O3</b>	<i>Zaliczenie pisemne ćwiczeń laboratoryjnych</i>	60%
<b>O4</b>	<i>Sprawozdania z wykonanych doświadczeń laboratoryjnych</i>	100%
<b>O5</b>	<i>Ocena częściowa za organizację pracy grupy laboratoryjnej</i>	50%

<b>Autor programu:</b>	<b>dr inż. Stefan Laskowski</b>
<b>Adres e-mail:</b>	<b>s.laskowski@pollub.pl</b>
<b>Jednostka organizacyjna:</b>	<b>KTMPiNL</b>