

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

Przedmiot:	Termodynamika
Rodzaj przedmiotu:	Podstawowy/obowiązkowy
Kod przedmiotu:	TR 1 N 0 3 30-0_1
Rok:	II
Semestr:	3
Forma studiów:	Studia niestacjonarne
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:	36
Wykład	18
Ćwiczenia	9
Laboratorium	9
Projekt	---
Liczba punktów ECTS:	4
Sposób zaliczenia:	zaliczenie
Język wykładowy:	Język polski

Cel przedmiotu

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

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

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

Efekty kształcenia

	W zakresie wiedzy:
EK 1	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:
EK 2	Student potrafi opisać stan gazu oraz potrafi efektywnie rozwiązać podstawowe zadania termodynamiki, procesów spalania i wymiany ciepła
EK 3	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:
EK 4	Kształtowanie aktywnej postawy w prezentacji rozwiązań zadań w doraźnych zespołach na ćwiczeniach rachunkowych
EK5	Umiejętność współpracy w doraźnych zespołach powołanych do rozwiązywania zadań na ćwiczeniach
EK6	Umiejętność współpracy w grupach laboratoryjnych

Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć – wykłady	
Treści programowe	
W1	Wiadomości wstępne, przedmiot, zakres i metody termodynamiki, definicje i jednostki miar 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.
W2	Termiczny opis stanu gazów doskonałych, półdoskonałych i rzeczywistych, wykres stanu p-V. Prawo Daltona i termiczny opis stanu mieszanin gazów doskonałych.
W3	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 własności.
W4	Bilans energii układu w warunkach równowagi termodynamicznej. I Zasada Termodynamiki dla układów zamkniętych i otwartych, dla procesów odwracalnych i nieodwracalnych.
W5	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.
W6	Równowagowa przemiana termodynamiczna. Odwracalne przemiany politropowe gazów doskonałych i półdoskonałych, dławienie izentalpowe, interpretacja graficzna przemian na wykresach pracy i ciepła. Nieodwracalność przemian.
W7	Procesy sprężania gazów. Sprężarka tłokowa, sprężarki: teoretyczna, wzorcowa, rzeczywista. Sprężarka wielostopniowa. Zasady zamiany ciepła na pracę, prawobieżny obieg termodynamiczny. Obieg Carnota. Obiegi silników cieplnych, Joule'a, Otto, Diesla, Sabathe. Lewobieżny obieg termodynamiczny, lewobieżny obieg Carnota. Zagadnienie użyteczności energii. Praca maksymalna, egzergia, anergia.
W8	Zjawisko spalania. Wartość opałowa i ciepło spalania. Zapotrzebowanie powietrza do spalania. Wykresy charakteryzujące procesy spalania.
W9	Rodzaje wymiany ciepła. Podstawowe prawa opisujące wymianę ciepła przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie. Przenikanie ciepła.
Forma zajęć – ćwiczenia	
Treści programowe	
ĆW1	Wprowadzenie w tematykę ćwiczeń rachunkowych. Jednostki, przeliczanie

	jednostek występujących w technice cieplnej na układ SI. Zadania z zakresu równania stanu termicznego gazu doskonałego.
ĆW2	Zadania z zakresu równania stanu termicznego gazu półdoskonałego. Mieszanki gazów doskonałych.
ĆW3	Zadania z zakresu bilansów energetycznych
ĆW4	Kolokwium I
ĆW5	Zadania z przemian odwracalnych gazów doskonałych i przemian nieodwracalnych
ĆW6	Silnikowe i chłodnicze obiegi termodynamiczne. Teoretyczna i wzorcowa sprężarka tłokowa.
ĆW7	Spalanie. Obliczanie zapotrzebowania powietrza do spalania. Objętość spalin. Temperatura spalania.
ĆW8	Wymiana ciepła przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie. Przenikanie ciepła.
ĆW9	Kolokwium II
Forma zajęć – laboratoria	
Treści programowe	
L1	Pomiary ciśnienia
L2	Pomiary temperatury
L3	Analiza gazów
L4	Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła
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
Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:	Podać łączną liczbę godzin kontaktowych z wykładowcą
Wykład	18
Ćwiczenia	9
Laboratorium Termodynamiki	9
Praca własna studenta, w tym:	
Godziny kontaktowe z wykładowcą realizowane w formie konsultacji	6
Przygotowanie się do zajęć audytoryjnych (wykład)	25
Przygotowanie się do zajęć audytoryjnych (ćwiczenia)	28
Przygotowanie się do zajęć laboratoryjnych	30
Łączny czas pracy studenta	125
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla	4

przedmiotu:	
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty)	2

Literatura podstawowa	
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.
Literatura uzupełniająca	
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.

Macierz efektów kształcenia					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Metody dydaktyczne	Metody oceny
EK1	TR1A_W01, TR1A_W03, TR1A_W04	C1, C2	W1-W9, ĆW1-ĆW3, ĆW5-ĆW8	1,2	O1, O2
EK2	TR1A_U01 TR1A_U05 TR1A_U21	C1,C2	ĆW1-ĆW3, ĆW5-ĆW8	2	O2
EK3	TR1A_U01 TR1A_U03	C1	L1-L4	3	O3
EK4	TR1A_K03	C3	ĆW1-ĆW3, ĆW5-ĆW8	2	O2
EK5	TR1A_K03	C3	ĆW1-ĆW3, ĆW5-ĆW8	2	O2
EK6	TR1A_K03	C4	L1-L4	3	O4

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

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