



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Termodynamika [S2ETI2>Termodyn]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Edukacja techniczno-informatyczna

Rok/Semestr

1/1

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr hab. Magdalena Elantkowska prof. PP  
magdalena.elantkowska@put.poznan.pl

### Wykładowcy

dr hab. Magdalena Elantkowska prof. PP  
magdalena.elantkowska@put.poznan.pl

dr inż. Robert Hertmanowski

robert.hertmanowski@put.poznan.pl

### Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z fizyki doświadczalnej i analizy matematycznej. Umiejętność rozwiązywania prostych problemów fizycznych w oparciu o posiadaną wiedzę, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Zrozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

### Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom zagadnień z termodynamiki dotyczących zjawisk zachodzących w otaczającym nas świecie, np. związanych z ociepleniem, wzrostem entropii świata. Zapoznanie się z zasadą działania i budową przyrządów do pomiarów parametrów termodynamicznych, maszyn cieplnych oraz podstaw budowy elektrowni jądrowej. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania podstawowych problemów termodynamicznych i wykonywania pomiarów parametrów termodynamicznych oraz analizy wyników. 3. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

## Wiedza:

1. Potrafi definiować podstawowe parametry termodynamiczne, teoretycznie opisać stan układu i jego przemian, definiować podstawowe funkcje termodynamiczne; wytłumaczyć procesy dochodzenia układu do stanu równowagi termodynamicznej; procesy transportu, sformułować zasady termodynamiki, objaśnić zasady działania maszyn cieplnych. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie obiektów mikroświata dla fazy gazowej, ciekłej i stałej
2. Zna i rozumie metody pomiaru wielkości termodynamicznych, potrafi obliczyć sprawność maszyn cieplnych, oszacować przepływ ciepła i wykonaną pracę w procesach termodynamicznych

## Umiejętności:

1. Potrafi uzyskać informacje z literatury i zastosować do rozwiązania problemów termodynamicznych. Potrafi wykorzystać matematykę do prostych zagadnień z transportu ciepła, pracy w procesach, oszacować sprawność wybranych maszyn cieplnych, potrafi opisać przemiany termodynamiczne. Potrafi wykazać, zalety silników cieplnych i pomp ciepła wyznaczając sprawności.
2. Umie identyfikować problem fizyczny i techniczny związanych z transportem ciepła i pracą w układach
3. Potrafi dobrać do konkretnego zadania standardowe urządzenia pomiarowe

## Kompetencje społeczne:

1. Potrafi pracować nad wyznaczonym zadaniem samodzielnie oraz współpracować w zespole, przyjmując w nim różne role; wykazuje się w tej pracy odpowiedzialnością. Ma świadomość i rozumie ważność pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko
2. Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się (studia podyplomowe), podnoszenie kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Forma oceny Kryteria oceny kształcenia

zaliczenie pisemne/ustne kryteria oceny /ocena: zgodnie z regulaminem studiów

testy sprawdzające kryteria oceny /ocena: zgodnie z regulaminem studiów

ocena aktywności kryteria oceny /ocena: zgodnie z regulaminem studiów

## Treści programowe

1. Wybrane zagadnienia z termodynamiki fenomenologicznej.
2. Wybrane zagadnienia z fizyki statystycznej.
2. Wybrane zagadnienia z energetyki jądrowej.

## Tematyka zajęć

1. Statyka płynów - ciśnienie hydrostatyczne, barometry, manometry, prawo Pascala, prasa hydrauliczna, siła wyporu i pływanie, zjawiska na granicy powierzchni cieczy.
2. Dynamika płynów - równanie Eulera, równanie ciągłości, równanie Bernoulliego, zastosowania równania Bernoulliego i równania ciągłości, lepkość i przepływ laminarny, prawo Poiseuille'a, pomiar turbulencji, dynamiczna siła nośna.
3. Układ termodynamiczny, proces termodynamiczny, parametry i funkcje termodynamiczne. Proces osiągnięcia równowagi termodynamicznej, 0 zasada termodynamiki, parametry termodynamiczne: ciśnienie, objętość, temperatura, skład układu, pomiar temperatury, skalowanie termometru. bezwzględna skala temperatur, termometr gazowy, termometr cieczowy, termoogniwo i termopara, termometr oporowy.
4. Rozszerzalność cieplna, energia wewnętrzna i ciepło, równoważność ciepła i pracy, eksperyment Joule'a , I zasada termodynamiki, przemiany fazowe, diagramy fazowe, ciepło przemiany, bilans cieplny.
5. Mechanizmy przekazywania ciepła: przewodnictwo, konwekcja i promieniowanie.
6. Promieniowanie termiczne i fotony, promieniowanie ciała doskonale czarnego, wzór Plancka, prawo przesunięcia Wiena, prawo Stefana-Boltzmana, termowizja, zdolność emisyjna i absorpcyjna ciała , wykorzystanie termicznej energii Słońca.
7. Gaz doskonały - rozważanie makroskopowe, prawa gazów, prawo Charles'a, prawo Gay-Lussaca, prawo Boyle'a-Mariotte'a, równanie stanu gazu doskonałego.
8. Kinetyczna teoria gazów, równanie stanu gazu rzeczywistego, równanie stanu gazu van der Waalsa,

- prędkość średnia kwadratowa, Kinematyczna interpretacja ciśnienia. Kinematyczna interpretacja temperatury. Zasada ekwipartycji energii. Rozkład prędkości cząstek gazu Maxwella-Boltzmann, 9. Droga swobodna molekuł gazu, ruchy Browna, fluktuacje, doświadczenia J. Perrina z zawieszoną, średnia droga swobodna, prawo Daltona, ciśnienie pary nasyconej
10. Ciepło właściwe gazu doskonałego, pojemność cieplna.  $C_p$ ,  $C_v$  gazów, pojemność cieplna ciał stałych. ciepło molowe ciał stałych, reguła Dulonga-Petita, wyprowadzenie równania Poissona, równanie politropy
11. Przemiany odwracalne i nieodwracalne, entropia - definicja makroskopowa, entropia przeniesienia i wytwarzana, entropia - definicja mikroskopowa.
12. Cykl Carnota, sprawność silników, entropia w przemianach, silnik parowy, Otto, Diesla, Stirlinga.
13. Druga i trzecia zasada termodynamiki, chłodziarka i pompa cieplna.
14. Potencjały termodynamiczne.
15. Podstawy działania elektrowni jądrowej.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna, rozwiązywanie przykładowych zadań na tablicy,
2. Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań, dyskusja.

## Literatura

Podstawowa:

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy Fizyki tom 2, PWN, Warszawa, 2011
2. W. Demtroeder, Fizyka doświadczalna, Mechanika i ciepło, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2011
3. <https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkol-wyzszych-tom-2>
4. W. Pudlik, Termodynamika, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2021
5. M. Kamińska, A. Witkowski, J. Ginter, Wstęp do termodynamiki fenomenologicznej, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2005

Uzupełniająca:

1. K. Zalewski, Wykłady z termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej, PWN, Warszawa, 1973
2. Danielewicz-Ferchmin, A.R. Ferchmin, Ciepło tom I i II, I. Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 2000
3. R. Hołyst, Ciach, Termodynamika dla chemików, fizyków i inżynierów, Wydawnictwo UKSW, Warszawa, 2005
4. A. Zagórski, Fizyka statystyczna, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 1994

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	47	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	28	1,00