



## 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

### 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 dokształcania 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 przesunięć 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-Boltzmana,

9. Droga swobodna molekuł gazu, ruchy Browna, fluktuacje, doświadczenia J. Perrina z zawiesiną, 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, Otta, 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-szkół-wyższych-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