



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Termodynamika techniczna [S1FT2>TT]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Fizyka techniczna

Rok/Semestr  
2/3

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
30

Laboratorium  
0

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
15

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### 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 wiedzy z termodynamiki dotyczącej zjawisk zachodzących w otaczającym nas świecie, zapoznanie się z zasadą działania i budową przyrządów pomiarowych i maszyn cieplnych. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania podstawowych problemów termodynamicznych i dokonania wyboru optymalnych przyrządów pomiarowych do określenia parametrów termodynamicznych oraz poprawnej oceny właściwości termodynamicznych układów. 3. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

W wyniku przeprowadzonych zajęć student:

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
2. Zna i rozumie metody pomiaru wielkości termodynamicznych, potrafi obliczyć sprawność maszyn cieplnych, oszacować przepływ ciepła i wykonaną pracę w procesach termodynamicznych
3. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie obiektów mikroświata dla fazy gazowej, ciekłej i stałej

#### Umiejętności:

W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien wykazać się umiejętnościami w zakresie (student będzie potrafił):

1. Potrafi uzyskać informacje z literatury i zastosować do rozwiązania problemów termodynamicznych
2. Umie identyfikować problem fizyczny i techniczny związany z transportem ciepła i pracą w układach
3. Potrafi dobrać do konkretnego zadania standardowe urządzenia pomiarowe
4. 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, entropię

#### Kompetencje społeczne:

W wyniku przeprowadzonych zajęć student zdobędzie niżej wymienione kompetencje. Zaliczenie przedmiotu oznacza, że:

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

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

#### Forma oceny Kryteria oceny

- Ocena indywidualnej prezentacji ustnej 50.1%-70.0% (3)  
z wykorzystaniem programu komputerowego 70.1%-90.0% (4)  
oraz ocena odpowiedzi na pytania dot. prezentacji od 90.1% (5)
- Ocena indywidualnej prezentacji ustnej 50.1%-70.0% (3)  
z wykorzystaniem programu komputerowego 70.1%-90.0% (4)  
oraz ocena odpowiedzi na pytania dot. prezentacji od 90.1% (5)
- Ocena indywidualnej prezentacji ustnej 50.1%-70.0% (3)  
z wykorzystaniem programu komputerowego 70.1%-90.0% (4)  
oraz ocena odpowiedzi na pytania dot. prezentacji od 90.1% (5)

### Treści programowe

Wykład omawia na początku zagadnienia z zakresu statyki i dynamiki płynów, następnie wprowadza pojęcia termodynamiczne, wprowadza kolejne zasady termodynamiki zaczynając od zerowej, a kończąc na trzeciej, mechanizmy przekazywania, przemiany fazowe, kinetyczną teorię gazów, przemiany odwracalne i nieodwracalne, makroskopową oraz statystyczną definicję entropii oraz omawia silniki ciepłe, kończąc na elektrowni 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 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, Otta, Diesla, Stirlinga.
13. Druga i trzecia zasada termodynamiki, chłodziarka i pompa cieplna.
14. Definicja prawdopodobieństwa, typy zdarzeń, iloczyn i suma zdarzeń, prawo wielkich liczb. Równanie stanu gazu doskonałego na podstawie fizyki statystycznej. Statystyczna definicja entropii. Termodynamiczna definicja entropii i jej związek z pojęciem fenomenologicznym.
15. Podstawy działania elektrowni jądrowej.
16. Potencjały termodynamiczne.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna, rozwiązywanie przykładowych zadań na tablicy.
2. Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne, 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	100	4,00
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)	53	2,00