



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Termodynamika [N1|Bez2>TERM]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria bezpieczeństwa

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

niestacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

8

Laboratorium

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

10

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. Tomasz Martyński  
tomasz.martynski@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, w tym z internetu.

### Cel przedmiotu

Przekazanie studentom zagadnień z termodynamiki dotyczących zjawisk zachodzących w otaczającym nas świecie, np. związanych z energią wewnętrzną ciał, wymianą ciepła, związków między pracą i ciepłem, wzrostem entropii świata. Zapoznanie się z zasadą działania i budową przyrządów do pomiarów parametrów termodynamicznych oraz maszyn cieplnych. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania podstawowych problemów termodynamicznych i problemów z wykonywania pomiarów parametrów termodynamicznych oraz analizy uzyskanych wyników. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Student zna w zaawansowanym stopniu zagadnienia inżynierskie, ma wiedzę z zakresu najważniejszych

zjawisk związanych z ciepłem, pracą i energią w przyrodzie [K1\_W01]:

- a. zna definicje podstawowych parametrów termodynamicznych oraz sposoby teoretycznego opisu stanu układu termodynamicznego i jego przemian (zwłaszcza gazów i par), zna podstawowe termodynamiczne funkcje stanu: energię wewnętrzną i entropię układu;
- b. umie wytłumaczyć procesy dochodzenia układu do stanu równowagi termodynamicznej; procesy transportu ciepła, ładunku, masy, pędu;
- c. ma wiedzę związaną z trzema podstawowymi zasadami termodynamiki. Zna zasady działania maszyn cieplnych: silników i pomp ciepła i ich sprawności;
- d. ma uporządkowaną wiedzę w zakresie opisu układów termodynamicznych na podstawie teorii kinetyczno-molekularnej dla fazy gazowej, ciekłej i stałej. Zna podstawy statystycznego podejścia do opisu zjawisk termodynamicznych.

Umiejętności:

Potrafi uzyskać informacje z różnych źródeł i zastosować ją do rozwiązania problemów termodynamicznych [K1\_U01].

- a. Potrafi dostosować techniki pomiaru wielkości termodynamicznych (temperatury, ciśnienia) do określonych zagadnień
- b. Oszacować przepływ ciepła i wykonaną pracę w procesach termodynamicznych; potrafi obliczyć sprawność prostych maszyn cieplnych. Potrafi oszacować wielkości związane z transportem ciepła
- c. Potrafi wykazać, zalety silników cieplnych i pomp ciepła wyznaczając ich sprawność; entropię

Kompetencje społeczne:

Student potrafi dostrzegać zależności przyczynowo - skutkowe w realizacji podstawowych celów i stosować rangi w odniesieniu do istotności alternatywnych bądź konkurencyjnych zadań [K1\_K01].

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Weryfikacja wiedzy odbywa się w trakcie wykładów w ramach prowadzonej dyskusji podczas stawianych problemów. Końcowa ocena osiągniętych efektów uczenia się następuje na podstawie pracy pisemnej na zadane zagadnienia oraz indywidualnej rozmowy. Każde zagadnienie jest punktowane w skali 0 - 5. Zaliczenie przedmiotu następuje po uzyskaniu 51% punktów. Ocena końcowa jest zależna od średniej arytmetycznej punktów z każdego zagadnienia.

Nabyte umiejętności sprawdzane są na podstawie pracy pisemnej obejmującej rozwiązanie zagadnień na poziomie złożoności podobnym do rozwiązywanych zadań w czasie ćwiczeń. Każde zadanie oceniane jest punktowo w skali 0 - 5 a końcowa pozytywna ocena wymaga uzyskania 51% maksymalnej liczby punktów.

## Treści programowe

Parametry termodynamiczne: ciśnienie, objętość, temperatura, skład układu. Procesy odwracalne, spontaniczne, wymuszone. Sposoby osiągania równowagi termodynamicznej. Przewodnictwo, konwekcja i radiacja ciepła. Wzór barometryczny. Barometry, manometry. 0 zasada termodynamiki Równanie termometru, dokładność termometru. Skalowanie termometru. Bezwzględna skala temperatur. Rodzaje termometrów: gazowy, cieczowy, termooogniwo i termopara, termometr oporowy, termistor, PT100. Kalorymetria. Pojemność cieplna.  $C_p$ ,  $C_v$  gazów, pojemność cieplna ciał stałych. Ciepło molowe ciał stałych. Równanie stanu gazu doskonałego i rzeczywistego. Przemiany gazowe, praca objętościowa w przemianach. Równanie politropy. Ciepło i praca, równoważnik Joule'a. Energia wewnętrzna gazu. I i II zasada termodynamiki. Entropia; entropia przeniesienia i wytwarzana. Maszyny cieplne. Cykl Carnota; sprawność. Entropia w przemianach. Silnik parowy, Otta, Diesla, Stirlinga, odrzutowy cyklicznych. Chłodziarka i pompa cieplna. Ruchy Browna, fluktuacje. Doświadczenia J. Perrina z zawiesziną (dowód istnienia atomów). Założenia teorii kinetyczno-molekularnej. Średnia droga swobodna. Kinematyczna interpretacja ciśnienia. Kinematyczna interpretacja temperatury. Zasada ekwipartycji energii. Rozkład prędkości cząstek gazu Maxwella-Boltzmann. Termodynamiczna definicja temperatury.

Metody obliczeń bilansu cieplnego w przypadkach bez przejść fazowych oraz z przejściami fazowymi.

Wyliczanie pracy w podstawowych przemianach termodynamicznych gazów doskonałych.

Obliczanie przewodnictwa cieplnego i radiacji dla prostych układów.

Obliczanie zmian energii wewnętrznej i entropii układu w wyniku wykonywania pracy i wymiany ciepła.

## Metody dydaktyczne

Wykład ilustrowany przykładami z użyciem tablicy wsparty prezentacjami multimedialnymi.  
Rozwiązywanie zagadnień termodynamicznych na tablicy przez studentów ze wsparciem prowadzącego.  
Ogólna dyskusja na temat postawionego problemu z wyszukiwaniem danych w internecie.

## Literatura

Podstawowa:

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy Fizyki tom 2, PWN, Warszawa, 2011
2. OPENSTAX: <https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkol-wyzszych-tom-2-polska>
3. St. Wiśniewski, Termodynamika Techniczna, WNT, Warszawa, 2012

Uzupełniająca:

1. M. Kamińska, A. Witkowski, J. Ginter, Wstęp do termodynamiki fenomenologicznej, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 2005
2. W. Demtroeder, Fizyka doświadczalna, tom 1, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń, 2011
- . K. Zalewski, Wykłady z termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej, PWN, Warszawa, 1973

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	18	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	32	1,00