**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamika

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Piotr Orliński, prof PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Termodynamika

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-ISP-0214

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych - 55., w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia -15 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;
d) egzamin - 9 godz.;
2) Praca własna studenta – 30 godzin, w tym:
a) 10 godz. – bieżące przygotowywanie się do ćwiczeń i wykładów (analiza literatury),
b) 5 godz. – realizacja zadań domowych,
c) 10 godz. - przygotowywanie się do 3 kolokwiów,
d) 5 godz. – przygotowywanie się do egzaminu.
3) RAZEM – 85.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2,2 punktu ECTS – liczba godzin kontaktowych - 55, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia -15 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;
d) egzamin - 9 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Posiadanie wiedzy dotyczącej podstawowych wiadomości z zakresu fizyki i chemii ze szkoły średniej.

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Poznanie problemów technicznych w oparciu o prawa termodynamiki. Umiejętność zastosowania termodynamiki do opisu zjawisk fizycznych oraz modelowania matematycznego wymiany ciepła w procesach technologicznych. Świadomość wymagań i ograniczeń w działaniach inżynierskich.

**Treści kształcenia:**

Wykład: Termodynamika jako dyscyplina naukowa. Podstawowe pojęcia i definicje: energia, entropia, układ termodynamiczny, parametry termodynamiczne, pojęcie stanu układu i równowagi termodynamicznej. Jednostki wielkości stosowanych w termodynamice, zerowa zasada termodynamiki. Postacie energii, energia wewnętrzna jako sumaryczny efekt ruchu i oddziaływań cząstek. Podstawowy pewnik termodynamiki. Praca i ciepło jako sposoby transportu energii między układami. I zasada termodynamiki dla układów zamkniętych. Ciepło właściwe, entalpia, równanie stanu gazu doskonałego, przemiany charakterystyczne. Mieszaniny gazów doskonałych i prawo Daltona. Gazy rzeczywiste, równania stanu p-v-T dla gazów rzeczywistych, równanie van der Waalsa. I zasada termodynamiki dla układów otwartych, Pojęcie entropii, własności entropii, przemiany odwracalne i nieodwracalne, entropia jako funkcja stanu, II zasada termodynamiki, termodynamiczna definicja temperatury. Przykłady termodynamicznych obiegów silnikowych. Sprawności obiegów silnikowych. Sprężarki tłokowe. Niekonwencjonalne źródła energii. Podstawowe wiadomości o wymianie ciepła, mechanizmy wymiany ciepła przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, złożona wymiana ciepła (przenikanie), liczby podobieństwa, sposoby wyznaczania współczynnika przejmowania ciepła. Podstawowe wiadomości o procesie spalania.
Ćwiczenia audytoryjne: Prawa gazów doskonałych. Mieszaniny gazów doskonałych, Ciepło właściwe gazów. I zasada termodynamiki, Przemiany charakterystyczne. Przemiany politropowe. Obieg Carnota, Obieg Otto, Obieg Diesla. Obieg Sabathe’go, Obiegi niecharakterystyczne. Porównanie obiegów teoretycznych. Wykres indykatorowy.

**Metody oceny:**

3 kolokwia (ćwiczenia), egzamin (wykład).

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1) Ambrozik A. (red.): Laboratorium z termodynamiki i dynamiki przepływów, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1995,
2) Ambrozik A.: Wybrane zagadnienia procesów cieplnych w tłokowych silnikach spalinowych. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2003,
3) Banaszek J. i in.: Termodynamika. Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998,
4) Cengel Y.A., Boles M.A.: Thermodynamics - an Engineering Approach, McGraw-Hill, 1989,
5) Dowkontt J.: Teoria silników cieplnych, WKiŁ 1973,
6) Fodemski T. (red.): Zbiór zadań z termodynamiki, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, wyd. II, Łódź 1998,
7) Fudalej-Kostrzewa E.: Wybrane zagadnienia z termodynamiki silników spalinowych. Oficyna Wyd. Politechniki warszawskiej, Warszawa 2021.
8) Madejski J.: Termodynamika techniczna, Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, wyd. IV, Rzeszów 2000,
9) Nagórski Z., Sobociński R.: Wybrane zagadnienia z termodynamiki technicznej. Zbiór zadań, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008,
10) Pomiary cieplne - praca zbiorowa, WNT, Warszawa, 1995,
11) Pudlik W.: Termodynamika - Zadania i przykłady obliczeniowe, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2000,
12) Staniszewski B.: Termodynamika, PWN, Warszawa 1986,
13) Szargut J., Guzik A., Górniak H.: Programowany zbiór zadań z termodynamiki technicznej, PWN, Warszawa 1979,
14) Whaley P.B.: Basic Engineering Thermodynamics, Oxford Science Publications, Oxford 1999,
15) Wiśniewski S.: Termodynamika techniczna, WNT 1980
16) Walentynowicz J.: Termodynamika techniczna i jej zastosowania, Wyd. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2009,
17) Wrzesiński Z.: Termodynamika, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

https://docs.pw.edu.pl/dziennesimr/Materialy/Forms/AllItems.aspx

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka 1150-00000-ISP-0214\_W01:**

Potrafi identyfikować procesy termodynamiczne w technice oraz potrafi formułować równania opisujące te procesy.

Weryfikacja:

wykład – egzamin, ćwiczenia – 3 kolokwia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W03, KMiBM\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0214\_W02:**

Ma wiedzę teoretyczną dotyczącą własności gazów i ich mieszanin i związanych z tym zależności matematycznych. Zna podstawowe zasady termodynamiki umożliwiające bilansowanie energetyczne procesów cieplnych. Ma wiedzę teoretyczną o podstawowych przemianach gazowych i obiegach silników cieplnych oraz zna charakteryzujące je wykresy (pracy p-v i ciepła T-s). Posiada wiedzę o procesach wywiązywania się ciepła przez spalanie oraz wymiany ciepła (przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie). Ma wiedzę teoretyczną o działaniu sprężarek tłokowych i oraz charakteryzujące je wykresy p-v.

Weryfikacja:

wykład – egzamin, ćwiczenia – 3 kolokwia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W12, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0214\_W03:**

Zna obieg rzeczywisty i procesy pracy tłokowego silnika spalinowego. Ma wiedzę o podstawowych wskaźnikach jego pracy.

Weryfikacja:

wykład – egzamin, ćwiczenia – 3 kolokwia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka 1150-MB000-ISP-0214\_U01:**

Potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia niezbędne do odpowiedniego doboru parametrów w procesach termodynamicznych.

Weryfikacja:

wykład – egzamin, ćwiczenia – 3 kolokwia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** KMiBM\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**