**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamika techniczna

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. / Mirosław Grabowski / adiunkt

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

MS1A\_15

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2024/2025

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Wykłady: liczba godzin według planu studiów - 30, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 10, przygotowanie do egzaminu - 15, razem - 55; Ćwiczenia audytoryjne: liczba godzin według planu studiów - 30, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 15, przygotowanie do kolokwiów - 15, razem - 60; Razem - 135

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

2,4

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

0

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

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

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

Wykład: min. 15; Ćwiczenia: 20 - 30

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest umożliwienie studentom zdobycia podstawowej wiedzy dotyczącej procesów przekazywania energii i ciepła, podstawowej wiedzy dotyczącej wpływu procesów generowania energii na śodowisko naturalne oraz metod pomiarowych stosowanych w termodynamice. Zakres tematyczny zajęć praktycznych (ćwiczenia) umożliwia zdobycie umiejętności stosowania wiedzy z zakresu termodynamiki do rozwiązywania problemów technicznych.

**Treści kształcenia:**

"W1 - Wprowadzenie do przedmiotu. Jednostki miar podstawowe, wtórne i pochodne. Układy termodynamiczne zamknięte i otwarte. Parametry ekstensywne i intensywne. Przemiana termodynamiczna. Praca, ciepło, dysypacja energii. Energia wewnętrzna i energia całkowita ;
W2 - Praca bezwzględna. I zasada termodynamiki dla układów zamkniętych. Praca techniczna. I zasada termodynamiki dla układów otwartych.Entalpia. Przemiany odwracalne i nieodwracalne;
W3 - Pewnik równowagi. Zerowa zasada termodynamiki. Entropia; równanie Gibbsa i równanie definicyjne entropii. II zasada termodynamiki w sformułowaniu dla układów odosobnionych;
W4 - Obiegi termodynamiczne silników oraz chłodziarek i pomp ciepła. Obiegi Carnota. Sprawności silników oraz współczynniki wydajności chłodziarek i pomp ciepła, znaczenie nieodwracalności obiegów. II zasada termodynamiki w sformułowaniu dla obiegów termodynamicznych.III zasada termodynamiki;
W5 - Gazy doskonałe i ich mieszaniny. Równanie stanu gazu doskonałego. Prawo Avogadra. Stałe gazów. Ciepło właściwe gazów doskonałych i prawo Daltona. Przeliczenia udziałów objętościowych i masowych mieszaniny gazów. Entropia gazu doskonałego;
W6 - Charakterystyczne przemiany gazu (izochoryczna, izotermiczna, izobaryczna, adiabatyczno-izentropowa, politropowa). Wykresy T-s oraz h-s i ich zastosowanie. Równania stanu gazów rzeczywistych. Adiabatyczne przemiany nieodwracalne (dławienie, mieszanie);
W7 - Para nasycona. Para wilgotna. Punkt krytyczny. Para przegrzana. Wykresy własności par w układzie p-v, T-v, T-s oraz h-s;
W8 - Przemiany charakterystyczne par. Adiabatyczne dławienie pary. Rozprężanie skroplin;
W9 - Powietrze wilgotne, wykres i-x i jego zastosowanie w psychrometrii, suszarnictwie i meteorologii. Mieszanie strumieni wilgotnego powietrza. Punkt rosy i wilgotnego termometru;
W10 - Przepływ czynnika ściśliwego. Parametry krytyczne przy przepływie krytycznym. Liczba Macha i prędkość dźwięku. Przepływ gazu przez dyfuzory. Dysza de Lavala;
W11 - Spalanie. Wartość opałowa i ciepło spalania, metody ich określania. Zapotrzebowanie powietrza dla procesów spalania. Współczynnik nadmiaru powietrza. Objętość spalin. Przebieg procesów spalania w komorze paleniskowej kotłów oraz określenie teoretycznej i rzeczywistej temperatury spalania;
W12 - Rodzaje wymiany ciepła. Przewodzenie ustalone i nieustalone. Wnikanie ciepła. Podobieństwo zjawisk, przenikanie ciepła;
W13 - Promieniowanie cieplne. Złożona wymiana ciepła. Wymienniki ciepła;
W14 - Maszyny cieplne i ich sprawności. Obiegi porównawcze silników cieplnych;
W15 - Niekonwencjonalne źródła energii
C1 - Przeliczanie wartości wielkości fizycznych w różnych jednostkach miar;
C2 - Pierwsza zasada termodynamiki. Bilanse energetyczne;
C3 - Określenie stanu gazu doskonałego i mieszaniny gazów doskonałych;
C4 - Przemiany charakterystyczne gazów doskonałych;
C5 - Przemiany charakterystyczne pary wodnej;
C6 - Przemiany powietrza wilgotnego;
C7 - Zagadnienia przepływów i spalania;
C8 - Wymiana ciepła;

"

**Metody oceny:**

"Ocena końcowa (zaliczeniowa) dla przedmiotu jest oceną łączną, wyznaczaną jako średnia ważona dwóch pozytywnych ocen z zaliczenia części wykładowej i ćwiczeniowej z wagami odpowiednio 0,7 i 0,3. Warunkiem zaliczenia części wykładowej przedmiotu jest uzyskanie pozytywnej oceny z części teoretycznej egzaminu pisemnego obejmującego sprawdzenie wiedzy z zakresu zagadnień omawianych podczas wykładów, w tym również wiedzy nabytej samodzielnie przez studenta ze wskazanej przez prowadzącego literatury i innych źródeł. Warunkiem zaliczenia części ćwiczeniowej przedmiotu jest uzyskanie odpowiedniej ilości punktów podczas trwania semestru. Punkty student może uzyskać w trakcie semestru, biorąc udział w dwóch kolokwiach. Suma uzyskanych punktów jest kryterium, na podstawie którego student otrzymuje ocenę z części ćwiczeniowej. Punktacja obejmuje sprawdzenie wiedzy i umiejętności z zakresu problematyki zadań rozwiązywanych na zajęciach ćwiczeniowych, w tym również wiedzy nabytej samodzielnie przez studenta ze wskazanej przez prowadzącego literatury i innych źródeł. Szczegółowe zasady oceny studentów, organizacji zajęć oraz zasady korzystania z materiałów pomocniczych podawane są na początku zajęć dydaktycznych. Przy zaliczeniu poszczególnych prac stosowana jest skala ocen przyporządkowana do określonej procentowo przyswojonej wiedzy: 5,0 - 91%-100%, 4,5- 80%-91%, 4-71%-80%, 3,5-61%-70%, 3-51%-60%, 2- 0% - 50%.Obecność na ćwiczeniach audytoryjnych jest obowiązkowa. W uzasadnionych sytuacjach dopuszcza się nieobecność na maksymalnie dwóch zajęciach przy czym wymagane jest usprawiedliwienie nieobecności.W sprawach nieuregulowanych w regulaminie przedmiotu, znajdują zastosowanie odpowiednie przepisy Regulaminu Studiów w Politechnice Warszawskiej.
"

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

"1.Wiśniewski S.: Termodynamika techniczna. WNT Warszawa 1999 r. 2 Szargut J.: Termodynamika. PWN, Warszawa 2000 r. 3 Staniszewski B.: Termodynamika, PWN, Warszawa,1986. 4.Cieśliński J.,Grudziński D.,Jasiński W.,Pudlik W.: Termodynamika, zadania i przykłady obliczeniowe, Wydawnictwo PG, Gdańsk,2008. Górzyński Jan Termodynamika wykłady i zadania z rozwiązaniami Wydawnictwo PW 2014
"

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

 Program studiów, w tym nowe specjalności dostosowane do potrzeb rynku pracy, przygotowany w ramach zadania 7 projektu NERW PW

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01\_01:**

Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie algebry i analizy matematycznej przydatną do formułowania i rozwiązywania typowych prostych zadań z termodynamiki.

Weryfikacja:

Kolokwia (C1 - C8). Egzamin (W1 - W15)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1A\_W01\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W03\_01:**

Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu termodynamiki, w tym wiedzę z tego zakresu niezbędną do zrozumienia fizycznych i fizyko-chemicznych zjawisk występujących podczas funkcjonowania maszyn i urządzeń mechanicznych.

Weryfikacja:

Kolokwium (C2, C8). Egzamin (W2, W4, W11 - W15)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1A\_W03\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W04\_01:**

Zna podstawowe metody bilansowania prostych układów cieplnych.

Weryfikacja:

Kolokwium (C2). Egzamin (W2 - W4, W14)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1A\_W04\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U09\_03:**

Potrafi zidentyfikować strumienie procesowe oraz oddziaływania energetyczne w układach termodynamicznych do potrzeb tworzenia bilansów energetycznych.

Weryfikacja:

Kolokwium (C2). Egzamin (W2 - W4, W14)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1A\_U09\_03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**