**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:**

MN1A\_15

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

Wykłady: liczba godzin wg planu studiów - 20, zapoznanie się ze wskazana literaturą - 20, przygotowanie do zaliczenia - 30, razem - 70, ćwiczenia: liczba godzin wg planu studiów 10, przygotowanie do zaliczenia - 20, razem 30, laboratorium: liczba godzin wg planu studiów - 10, zapoznanie się z literaturą - 10, przygotowanie sprawozdania - 10, przygotowanie do zaliczenia - 20, razem - 50, Razem - 150

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

Wykłady - 20 h; Ćwiczenia - 10 h; Laboratoria - 10 h; Razem - 40 h = 1,6 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

3

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 20h |
| Ćwiczenia:  | 10h |
| Laboratorium:  | 10h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka, Fizyka.

**Limit liczby studentów:**

Wykład: min 15; Ćwiczenia: 20 - 30; Laboratoria: 8 - 12

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest uzyskanie przez studentów podstawowej wiedzy dotyczącej procesów przekazywania energii i ciepła oraz metod pomiarowych stosowanych w termodynamice. Zakres tematyczny zajęć praktycznych (ćwiczenia) umożliwia zdobycie umiejętności stosowania wiedzy z zakresu termodynamiki do rozwiązywania problemów technicznych. Zakres tematyczny zajęć laboratoryjnych pozwala na zapoznanie się z metodami pomiarowymi stosowanymi w termodynamice.

**Treści kształcenia:**

W1 - Wprowadzenie do przedmiotu.Układy jednostek miar. Przemiana termodynamiczna, praca, ciepło. 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 - Zerowa zasada termodynamiki. Entropia i 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 i III zasada termodynamiki. W5 - Gazy doskonałe i ich mieszaniny. Równanie stanu gazu doskonałego. Prawo Avogadra. Ciepło właściwe gazów doskonałych i prawo Daltona. Przeliczenia udziałów objętościowych i masowych mieszaniny gazów. Entropia gazu doskonałego. W6 - Charakterystyczne przemiany gazu. Wykresy T-s oraz h-s i ich zastosowanie. W7 - Para nasycona. Para wilgotna. Punkt krytyczny. Para przegrzana. Wykresy własności par w układzie p-v, T-v, T-s oraz h-s. Przemiany charakterystyczne par. W8 - Powietrze wilgotne, wykres h-X i jego zastosowanie. Spalanie. Wartość opałowa i ciepło spalania, metody ich określania. Zapotrzebowanie powietrza dla procesów spalania. Współczynnik nadmiaru powietrza. Objętość spalin. W9 - Siłownie parowe. Rodzaje wymiany ciepła. Wymienniki ciepła.
C1 - Przeliczanie wartości wielkości fizycznych w rożnych jednostkach miar. Pierwsza zasada termodynamiki. Bilanse energetyczne. C2 - Określenie stanu gazu doskonałego i mieszaniny gazów doskonałych. Przemiany charakterystyczne gazów doskonałych. C3 - Przemiany charakterystyczne pary wodnej. C4 - Przemiany powietrza wilgotnego. Spalanie. Wymiana ciepła.
L1 - Pomiar temperatury, ciśnienia i wilgotności powietrza. Badanie przemian gazowych. L2 - Bilans cieplny kotła wodnego. L3 - Wyznaczanie współczynnika przewodności cieplnej materiału izolacyjnego przy pomocy aparatu Poensgena. L4 - Jednodrogowy wymiennik ciepła. L5 - Porównanie metod określenia parametrów pary wodnej.

**Metody oceny:**

Ocena końcowa (zaliczeniowa) dla przedmiotu jest oceną łączną, wyznaczaną jako średnia arytmetyczna trzech pozytywnych ocen z zaliczenia części wykładowej, ćwiczeniowej i laboratoryjnej. Warunkiem zaliczenia części wykładowej przedmiotu jest uzyskanie pozytywnej oceny z egzaminu 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 z kolokwiów w trakcie semestru. Suma uzyskanych punktów jest kryterium, na podstawie którego student otrzymuje ocenę z części ćwiczeniowej. Ta część egzaminu 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. Warunkiem zaliczenia laboratorium jest wykonanie ćwiczeń zgodnie z instrukcją, wykonanie sprawozdań oraz zaliczenie kolokwium obejmującego wiadomości teoretyczne z instrukcji i i innych źródeł. Szczegółowe zasady oceny studentów, organizacji zajęć oraz zasady korzystania z materiałów pomocniczych podawane są na początku zajęć dydaktycznych. 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. 2. Szargut J.: Termodynamika. PWN, Warszawa 1998. 3. Cieśliński J., Grudziński D., Jasiński W., Pudlik W.: Termodynamika, zadania i przykłady obliczeniowe, Wydawnictwo PG, Gdańsk, 2008.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 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 oraz wykorzystywaną w procesach projektowania, wytwarzania i eksploatacji systemów mechanicznych.

Weryfikacja:

Kolokwium (C1, C4), Egzamin (W1, W2, W8 - W9).

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03

**Efekt W03\_03:**

Zna techniki pomiarowe dotyczące pomiarów podstawowych wielkości termodynamicznych.

Weryfikacja:

Wejściówka, sprawozdanie (L1 - L5).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_W03\_03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03

**Efekt W04\_01:**

Zna podstawowe metody bilansowania prostych układów cieplnych.

Weryfikacja:

Kolokwium (C1), Egzamin (W1, W4, W9).

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04

**Efekt W04\_02:**

 Ma elementarną wiedzę w zakresie zastosowania termodynamiki w energetyce. Posiada podstawową wiedzę z zastosowań wymiany ciepła w naukach inżynierskich.

Weryfikacja:

Kolokwium (C1 - C4) , Egzamin (W1 - W9).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_W04\_02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01\_01:**

Potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł do obliczeń energetycznych, przeprowadzać ich analizę i formułować wnioski.

Weryfikacja:

Egzamin (W1 - W9).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_U01\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01

**Efekt U05\_01:**

 Ma umiejętność samodzielnego, selektywnego pozyskiwania informacji z literatury w celu rozwiązania problemów z zakresu zagadnień związanych z obliczeniami energetycznymi urządzeń.

Weryfikacja:

Kolokwium (C1), Egzamin (W1 - W9).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_U05\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U05

**Efekt U09\_03:**

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

Weryfikacja:

Kolokwium (C1), Egzamin (W1 - W4, W9).

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K02\_01:**

Ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków produkcji energii, wpływu tej działalności na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.

Weryfikacja:

 Egzamin (W1 - W4, W9).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_K02\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02

**Efekt K03\_01:**

Potrafi pracować indywidualnie i w zespole podczas rozwiązywania zadań rachunkowych, wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych, opracowywania sprawozdań laboratoryjnych.

Weryfikacja:

Wejściówka, sprawozdanie (L1 - L5).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_K03\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03