**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. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

Wykłady: liczba godzin według planu studiów - 30, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 15, przygotowanie do egzaminu - 30, razem - 75;Ćwiczenia audytoryjne: liczba godzin według planu studiów - 15, przygotowanie do zajęć - 15, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 15, , przygotowanie do kolokwiów - 20, razem - 65 Laboratoria: liczba godzin według planu studiów - 15, przygotowanie do zajęć -15, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 15, opracowanie wyników - 10, napisanie sprawozdania - 10, razem - 65; Razem - 205

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

Wykłady - 30 h, Ćwiczenia - 15 h, Laboratoria - 15 h, Razem - 60 h = 2,4 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:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 15h |
| 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 umożliwienie studentom zdobycia podstawowej wiedzy dotyczącej procesów przekazywania energii i ciepła, podstawowej wiedzy dotyczącej wpływu procesów generowania energii na środowisko naturalne 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. 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.
L1 - Pomiar temperatury, wilgotności i ciśnienia; L2 - Analiza spalin; L3 - Badanie przemian gazowych; L4 - Bilans cieplny kotła wodnego; L5 - Badanie jednodrogowego wymiennika ciepła; L6 - Porównanie metod określania własności termodynamicznych pary wodnej.

**Metody oceny:**

Ocena końcowa (zaliczeniowa) dla przedmiotu jest oceną łączną, wyznaczaną jako średnia ważona trzech pozytywnych ocen z zaliczenia części wykładowej, ćwiczeniowej i laboratoryjnej z wagami odpowiednio 0,5; 0,25; 025. 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 podczas dwóch kolokwiów (w trakcie semestru) oraz po części zadaniowej egzaminu (w sesji egzaminacyjnej). Uzyskane podczas kolokwiów punkty sumowane są z punktami uzyskanymi podczas części zadaniowej egzaminu. 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. Warunkiem zaliczenia laboratorium jest uzyskanie pozytywnej ocen ze sprawdzianów wstępnych poprzedzających właściwe ćwiczenia, obejmujących wiadomości teoretyczne z instrukcji i i innych źródeł, wykonananie ćwiczeń zgodnie z instrukcją oraz wykonanie sprawozdań. 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 2000. 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.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Program studiów opracowany na podstawie programu nauczania zmodyfikowanego w ramach Zadania 38 Programu Rozwojowego Politechniki Warszawskiej.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 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 efekty kierunkowe:** M1A\_W01\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01

**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.

Weryfikacja:

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

**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 - L6)

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03

**Efekt W04\_01:**

Zna podstawowe metody bilansowania prostych układów cieplnych.

Weryfikacja:

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

**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:

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

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K03\_01:**

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

Weryfikacja:

Wejściówka, sprawozdanie (L1 - L6)

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03