**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamika techniczna

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab.inż./Dorota Bzowska/ adiunkt z habilitacją

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne dla kierunku

**Kod przedmiotu:**

IS1A\_11

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

7

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

Wykłady: liczba godzin według planu studiów - 30, przygotowanie do zajęć - 15 h, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 15, przygotowanie do egzaminu - 15, razem - 75; Ćwiczenia: liczba godzin według planu studiów - 15, przygotowanie do zajęć - 20 h, przygotowanie do kolokwium - 15, razem - 50; Laboratoria: liczba godzin według planu studiów - 15, przygotowanie do zajęć - 10 h, opracowanie wyników - 10, napisanie sprawozdania - 15, razem - 50;
Razem - 175

**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:**

Laboratoria: liczba godzin według planu studiów - 15, przygotowanie do zajęć - 10 h, opracowanie wyników - 10, napisanie sprawozdania - 15, razem - 50;
50 h = 2 ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

Matematyka, Fizyka, Chemia

**Limit liczby studentów:**

wykład min. 15 studentów; ćwiczenia 15-30 studentów: laboratorium 8-12

**Cel przedmiotu:**

Celem nauczania przedmiotu jest edukacja studenta w zakresie podstaw przemian energetycznych, przepływu ciepła, pomiarów podstawowych wielkości występujących w technice cieplnej. Nabycie wiedzy z zakresu techniki cieplnej i umięjętności stosowania jej do rozwiązywania problemów inżynierskich.

**Treści kształcenia:**

W1 - Wprowadzenie do przedmiotu, jednostki miary i podstawowe definicje w termodynamice: układ termodynamiczny otwarty i zamknięty, stan układu, parametry ekstensywne i intensywne, energia, praca, ciepło. Przemiany odwracalne i nieodwracalne
W2 - Zasada zachowania energii i pierwsza zasada termodynamiki, bilans energii, praca bezwzględna, techniczna i użyteczna, obiegi termodynamiczne.
W3 - Właściwości gazów, gaz doskonały i półdoskonały, termiczne równanie stanu gazów, entropia gazu doskonałego ciał stałych i cieczy, Mieszanina gazów doskonałych i półdoskonałych. Przemiany termodynamiczne gazów doskonałych: izotermiczna, izochoryczna, izentropowa, politropowa, przemiany nieodwracalne
W4 - Druga i trzecia zasada termodynamiki, sformułowania drugiej zasada termodynamiki, prawo wzrostu entropii, statystyczna interpretacja entropii, obiegi silników cieplnych i urządzeń chłodniczych, konsekwencje drugiej zasady termodynamiki
W5 - Para wodna i gazy rzeczywiste. Cechy gazów rzeczywistych i równanie stanu gazów rzeczywistych, równanie Clausiusa-Clapeyrona. Właściwości pary wodnej nasyconej i przegrzanej, przemiany charakterystyczne pary nasyconej i przegrzanej
W6 - Powietrze wilgotne - podstawowe określenia, termiczne równanie gazu wilgotnego, entalpia i energia wewnętrzna, wykres h-X. Przemiany powietrza wilgotnego: osuszanie powietrza, mieszanie, psychrometr Augusta, proces suszenia
W7 - Spalanie paliw: charakterystyka paliw, ciepło spalania i wartość opałowa, zależności stechiometryczne przy spalaniu paliw, ilości i skład spalin, temperatura spalania
W8 - Procesy sprężania : rodzaje sprężarek, obiegi sprężania
W9 - Obiegi siłowni i silników cieplnych, silniki cieplne spalinowe, obiegi porównawcze silników spalinowych tłokowych: obiegi Otto, Diesla, obieg porównawczy silników spalinowych turbinowych (obieg Braytona), obieg porównawczy Clausiusa-Rankine'a siłowni parowej W10 – Wykorzystanie pomp ciepła w racjonalizacji użytkowania energii
W10 - Obiegi chłodziarek i pomp cieplnych: obieg chłodniczy Joula, obieg chłodniczy Lindego, pompy cieplne.
W11 - Zasady przepływu ciepła - przewodzenie ciepła, prawo Fouriera, równanie jednowymiarowego przewodnictwa cieplnego, przewodzenie w przegrodach: płaskiej, walcowej, kulistej przegrodzie
W12 - Konwekcja, istota konwekcji, współczynnik przejmowania ciepła, zastosowanie teorii podobieństwa, analiza wymiarowa, konwekcja burzliwa i swobodna przejmowanie ciepła przy wrzeniu i kondensacji
W13 - Promieniowanie cieplne, istota promieniowania, podstawowe prawa promieniowania, strumień energii wymieniany pomiędzy powierzchniami równoległymi i powierzchniami nie wklęsłą i otaczającą, radiacyjny współczynnik przejmowania ciepła, wpływ ekranu na strumień wymienianej energii, promieniowanie cieplne gazów
W14 - Przenikanie ciepła, określenie, przenikanie przez przegrodę płaską, walcową i kulistą, wpływ oporu zanieczyszczenia powierzchni, przepływ ciepła przez zamkniętą warstwę płynu, zwiększenie intensywności przenikania ciepła
W15 - Przeponowe konwekcyjne wymienniki ciepła: rodzaje wymienników, bilans cieplny, rozkład temperatury czynników, średnia różnica temperatury "

C1 - Jednostki miary i przeliczanie wielkości fizycznych w różnych jednostkach miary
C2 - Pierwsza zasada termodynamiki dla układu zamkniętego i otwartego
C3 - Bilanse energetyczne
C4 - Druga zasada termodynamiki
C5 - Stan gazu doskonałego , mieszanina gazów
C6 - Przemiany termodynamiczne gazów doskonałych
C7 - Obiegi termodynamiczne silników cieplnych
C8 - Sprawdzian
C9 - Obiegi termodynamiczne siłowni cieplnych
C10 - Przemiany termodynamiczne pary wodnej
C11 - Obiegi termodynamiczne siłowni cieplnych
C12 - Powietrze wilgotne - przemiany powietrza wilgotnego
C13 - Przepływ ciepła - przewodzenie, konwekcja
C14 - Przepływ ciepła - promieniowanie cieplne, przenikanie ciepła
C15- Sprawdzian
L1 - Badanie przemian gazowych - adiabatycznej i izochorycznej
L2 - Pomiary temperatury, ciśnienia i wilgotności powietrza
L3 - Badanie wymiany ciepła przy mieszaniu
L4 - Bilans cieplny kotła wodnego
L5 - Wyznaczanie współczynnika przenikania ciepła materiałów izolacyjnych za pomocą aparatu Poensgena
L6 - Badanie wymiany ciepła w jednodrogowym wymienniku ciepła
L7 - Porównanie metod określania właściwości termodynamicznych pary wodnej

**Metody oceny:**

Zaliczenie przedmiotu odbywa się na podstawie pozytywnej oceny z egzaminu końcowego. Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest uzyskanie pozytywnych ocen z ćwiczeń audytoryjnych i zajęć laboratoryjnych. Łączna ocena z przedmiotu stanowi średnią ważoną: egzamin 50%, ćwiczenia 25%, laboratorium 25%. Zaliczenie ćwiczeń audytoryjnych uzyskuje się na podstawie pozytywnych ocen z dwóch sprawdzianów, natomiast zaliczenie laboratorium uzyskuje się na podstawie sprawdzianów bezpośrednio poprzedzających poszczególne ćwiczenia (tzn. wejściówki), wykonania ćwiczeń i pozytywnie ocenionych sprawozdań z ich wykonania. 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 i zajęciach laboratoryjnych jest obowiązkowa. W uzasadnionych sytuacjach dopuszcza się nieobecność na maksymalnie dwóch zajęciach przy czym wymagane jest usprawiedliwienie nieobecności.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Górzyński J.: Termodynamika. Wykłady i zadania z rozwiązaniami. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2013; 2. Wiśniewski S.: Termodynamik techniczna. WNT, Warszawa 1999; 3. Szargut J. Termodynamika. PWN, Warszawa 1998; 4. Staniszewski B.: Termodynamika. PWN, warszawa 1986

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

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

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W03\_01:**

Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu techniki cieplnej obejmującą zagadnienia z obszaru inżynierii środowiska umożliwiającą rozumienie procesów cieplnych i przepływu ciepła

Weryfikacja:

Egzamin (W1-W15)

**Powiązane efekty kierunkowe:** I1A\_W03\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03

**Efekt W03\_02:**

Ma wiedzę w zakresie podstaw termodynamiki technicznej umożliwiającą rozwiązywanie prostych zadań z zakresu inżynierii środowiska

Weryfikacja:

Egzamin (W1-W15)

**Powiązane efekty kierunkowe:** I1A\_W03\_02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03

**Efekt W07\_01:**

Zna podstawowe metody wykonywania bilansu energii w zakresie inżynierii środowiska z zastosowaniem zasad techniki cieplnej. Ma umiejętność korzystania z tablic i wykresów w celu ustalenia wartości dla poszukiwanych wielkości termodynamicznych

Weryfikacja:

Egzamin (W2), zaliczenie (C3), zaliczenie (L4), Zaliczenie laboratorium (L1-L7)

**Powiązane efekty kierunkowe:** I1A\_W07\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01\_01:**

Potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł do wykonywania obliczeń strumieni masy i energii w procesach cieplnych. Potrafi prowadzić analizę uzyskanych wyników i formułować wnioski.

Weryfikacja:

Kolokwium (C1-C15), zaliczenie laboratium (L1-L7)

**Powiązane efekty kierunkowe:** I1A\_U01\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01

### 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:** I1A\_K03\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03