

Nazwa w jęz. angielskim: Technical Thermodynamics part 1
Nazwa w języku polskim: Termodynamika techniczna cz. 1

Dane dotyczące zajęć:
Information on course:

Jednostka oferująca: Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Techniki Ciepłej // prof. dr hab. inż. Ryszard Białecki
Course offered by: Faculty of Energy and Environmental Engineering // prof. dr hab. inż. Ryszard Białecki

Język wykładowy:
angielski
Language:
English
Strona WWW: Course homepage:
https://platforma.polsl.pl/rie/course/view.php?id=222
Skrócony opis:
Standardowy kurs termodynamiki inżynierskiej. Obejmuje ogólne prawa zachowania, zerową, pierwszą i drugą zasadę termodynamiki. Równania stanu cieplnego i kalorycznego dla gazów doskonałych i rzeczywistych oraz faz skondensowanych. Procesy termodynamiczne, obiegi i wykresy ciśnienie-objętość, temperatura-entropia. Termodynamika układów ciecz-para, cykl Rankine'a i sposoby jego udoskonalenia. Wykład zawiera dodatkowo sekcje dotyczące wilgotnego powietrza i spalania, które zostaną omówione w następnym semestrze. Wymagania wstępne: matematyka, fizyka, mechanika, mechanika płynów, podstawy chemii
Short description:
Standard engineering thermodynamic course. Cover general conservation laws, the zeroth, first and second laws of thermodynamics. Thermal and caloric equations of state for ideal and real gases and condensed phases. Thermodynamic processes, cycles, and pressure-volume, temperature-entropy diagrams. Thermodynamics of liquid-vapor systems, Rankine cycle and ways of its enhancement. The lecture additionally contains sections on humid air and combustion, to be studied in the next semester Prerequisites: Mathematics, Physics, Mechanics, Fluid Mechanics, Basic Chemistry
Opis:
Ogólne prawa zachowania. Bilanse masy i energii. Termodynamika – rozwój historyczny i współczesna struktura aksjomatyczna. Podstawowe wymiary i jednostki, układ SI, masa, natężenie masy, strumień masy, ciśnienie (bezwzględne, nadciśnieniowe, statyczne, dynamiczne), praca, ciepło, energia, moc. Zerowa zasada termodynamiki, temperatury, własności ekstensywne i intensywne, gęstość, energia wewnętrzna, entalpia, entropia, ułamki masowe i molowe. ...Zerowa zasada termodynamiki, równanie termiczne stanów (gaz doskonały, gaz rzeczywisty), mieszaniny gazów doskonałych Pierwsza zasada termodynamiki – zasada zachowania energii. Pojęcie gazów doskonałych i półdoskonałych. Energia wewnętrzna gazów doskonałych i półdoskonałych. Mechanizmy przenoszenia energii: praca, ciepło, przepływ masy. Rodzaje pracy: praca brzegowa (bezwzględna), praca wałowa (techniczna), praca użyteczna. Entalpia gazów doskonałych i półdoskonałych. Bilans energetyczny dla układów zamkniętych i otwartych. Postać bilansu energetycznego w postaci natężenia. Stan ustalony a stan przejściowy. Kalorymetryczne równanie stanu (energia wewnętrzna i entalpia), wartości odniesienia.

.....Druga zasada termodynamiki i odwracalność. Kalorymetryczne równanie stanu entropii. Zasada wzrostu entropii. Przenoszenie entropii przez ciepło i masę. Druga zasada termodynamiki zastosowana do silników cieplnych, przepływ ciepła. Maksymalna sprawność silników cieplnych, chłodziarek i pomp ciepła. Prawo Gouya-Stodoly. Elementarne procesy nieodwracalne. Usunięcie nieodwracalności, optymalny poziom nieodwracalności.

.... Wykresy p-v i T-s. Charakterystyczne procesy gazowe: izobaryczne, izochoryczne, izotermiczne, politropowe, izentropowe, nieodwracalne procesy adiabatyczne i ich sprawność wewnętrzna, dławienie, efekt Joule'a-Thomsona.

.....Termiczne równanie stanu gazów rzeczywistych, przykłady (van der Waals, Redlich Kwong, Benedict Webb Rubin), wirial. Kaloryczne równanie stanu gazów rzeczywistych, funkcje wyjścia. Zmiana fazy,

Diagram fazowy, izobaryczne ogrzewanie wody. Równanie stanu wody, właściwości pary wodnej.

Obiegi termodynamiczne. Cykle zgodne i przeciwne do ruchu wskazówek zegara. Cykle Carnota, cykle z odzyskiem ciepła. Cykle Carnota dla pary. Cykl Clausiusa-Rankine'a, elektrownie na paliwa kopalne i jądrowe (PWR). Zwiększanie sprawności obiegu CR: obniżanie ciśnienia w skraplaczu, przegrzewanie, podwyższanie ciśnienia (nadkrytyczne i ultranadkrytyczne), dogrzewanie, odzysk ciepła i elektrociepłownie.

Równanie ciepła i kaloryczności wilgotnego powietrza. Punkt rosy. Mgła w powietrzu. Procesy izobaryczne wilgotnego powietrza. Wykres entalpia-wilgotność. Ogrzewanie i chłodzenie izobaryczne, adiabatyczne mieszanie dwóch strumieni wilgotnego powietrza, nawilżanie powietrza, pomiar wilgotności: termometry termometryczne (psychrometry), higrometry włosowe, kondensacyjne i elektroniczne. Klimatyzacja.

....Spalanie. Oznaczenia. Skład paliw, skład reagentów. Chemia spalania. Powietrze teoretyczne, współczynnik nadmiaru powietrza. Skład produktów spalania całkowitego i zupełnego. Temperatura punktu rosy spalin. Entalpia substancji biorących udział w reakcjach chemicznych: ciepło tworzenia, dolna i górna wartość opałowa. Bilanse energetyczne procesów chemicznych.

Liczba godzin zajęć z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów.

Wykład: 30 h

Ćwiczenia: 30 h

Liczba punktów ECTS: 6

Description:

General conservation laws. Mass and energy balances. Thermodynamics – historical development and contemporary axiomatic structure.

Basic dimensions and units, SI system, mass, mass rate, mass flux, pressure (absolute, gage, static, dynamic), work, heat, energy, power. Zeroth Law of Thermodynamics, temperatures, extensive and intensive properties, density, internal energy, enthalpy, entropy, mass and mole fractions.

.....Zeroth Law of Thermodynamics, Thermal equation of states (ideal gas, real gas), mixtures of ideal gases

First Law of Thermodynamics- conservation of energy. Notion of ideal and semi-ideal gases. Internal energy of ideal and semi-ideal gases. Mechanisms of energy transfer: work, heat, mass flow. Types of work: boundary (absolute) work, shaft (technical) work, useful work. Enthalpy of ideal and semi-ideal gases. Energy balance for closed and open systems. Rate form of energy balance. Steady state vs transient. Caloric equation of state (internal energy and enthalpy), reference values.

.....Second Law and reversibility. Caloric equation for entropy. Principle of entropy increase. Entropy transfer by heat and mass. Second Law applied to heat engines, heat flow. Maximum efficiency of heat engines, refrigerators and heat pumps. Gouy Stodola law. Elementary irreversible processes. Removing irreversibilities, optimal level of irreversibility.

.... p-v and T-s diagrams. Characteristic gas processes: isobaric, isochoric, isothermal, polytropic, isentropic, irreversible adiabatic processes and their internal efficiency, throttling, Joule Thomson effect.

.....Thermal equation of state of real gases examples (van der Waals, Redlich Kwong, Benedict Webb

Rubin), virial. Caloric equation of state of real gases, departure functions. Phase change,

Phase diagram, isobaric heating of water. Equation of state for water, properties of wet steam.

Thermodynamic cycles. Clockwise and anticlockwise cycles. Carnot cycles, cycles with heat regeneration. Vapor Carnot cycles. Clausius Rankine cycle, fossil fuel and nuclear power station (PWR). Increasing the efficiency of CR cycle: lowering condenser pressure, superheating, increasing pressure (supercritical and ultra-supercritical), reheating, heat regeneration, and cogeneration plants.

Humid air, thermal and caloric equation. Dew point. Foggy air. Isobaric processes of wet air. Enthalpy – humidity diagram. Isobaric heating and cooling, adiabatic mixing of two streams of humid air, humidifying of air, measuring the humidity: wet and dry bulb thermometers (psychrometers), hair, condensation, and electronic hygrometers. Air conditioning.

....Combustion. Notation. Composition of fuels, the composition of reactants. Combustion chemistry. Theoretical air, air excess ratio. Composition of products complete and total combustion. Dew point temperature of flue gases. Enthalpy of substances involved in chemical reactions: heat of formation, lower and upper heating values. Energy balances of chemical processes.

Number of hours of classes with direct participation of academic teachers or other persons teaching courses and students.

Lecture: 30 h

Classes: 30 h

Number of ECTS credits: 6

Literatura:

Yunus A. Cengel , Michael A. Boles Thermodynamics An Engineering Approach, McGraw Hill 2016

Klaus Borgnakke, Richard E. Sonntag, Gordon J.Van Wylen, Fundamentals of Thermodynamics 7th International student edition

Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, Daisie D. Boettner, Margaret B. Bailey, Fundamentals of Engineering Thermodynamics 28th ed. 17 ,

R. Białycki presentations available at the Remote Teaching Platform.

Bibliography:

Yunus A. Cengel , Michael A. Boles Thermodynamics An Engineering Approach, McGraw Hill 2016

Klaus Borgnakke, Richard E. Sonntag, Gordon J.Van Wylen, Fundamentals of Thermodynamics 7th International student edition

Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, Daisie D. Boettner, Margaret B. Bailey, Fundamentals of Engineering Thermodynamics 28th ed. 17 ,

Prezentacje R. Białyckiego dostępne na Platformie Zdalnej.

Efekty uczenia się:

Obliczanie właściwości termodynamicznych gazów, par, gazów wilgotnych, cieczy i ciał stałych. K-W12
Sporządzanie bilansów masowych i energetycznych procesów przemysłowych. K_W12, K_U12, K_U19
Diagnostyka procesów energetycznych w oparciu o II zasadę termodynamiki K_W12, K_U11, K_U19
Zasady obiegów termodynamicznych silników cieplnych, chłodziarek i pomp ciepła. K_W12, KU_19
Bilanse masowe i energetyczne procesów chemicznych, ze szczególnym uwzględnieniem spalania K_W12, K_U11
Wykonywanie podstawowych pomiarów ciepła K_U1, K_U19

Learning outcomes:

Calculation of thermodynamic properties of gases, vapors, humid gases, liquids and solids. K-W12
Setting up mass and energy balances of industrial processes. K_W12, K_U12, K_U19
Diagnostics of energy processes based on the Second Law K_W12, K_U11, K_U19
Principles of thermodynamic cycles of heat engines, refrigerators and heat pumps. K_W12, KU_19
Mass and energy balances of chemical processes, with special stress on combustion K_W12, K_U11
Taking basic heat measurements K_U1, K_U19

Metody i kryteria oceniania:

Kolokwium końcowe; zamknięte. Można podejść do niego trzy razy.

Dwa testy – rozwiązywanie problemów, dozwolone notatki osobiste (format A4, 1 strona), każdy można podejść trzy razy.

Assessment methods and assessment criteria:

Final colloquium; closed book. may be taken three times

Two tests - problem solving, personal notes (1 page DIN A4 format) permitted, each can be taken three times.

Przynależność do grup przedmiotów w cyklach:**Element of course groups in various terms:**

Opis grupy przedmiotów Course group description	Cykl pocz. First term	Cykl kon. Last term
przedmioty obieralne studia stacjonarne stopień studiów – dowolny kierunek studiów – dowolny, semestr dowolny elective courses full-time degree - any field of study - any semester - any	2024/2025	