

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Instalacje, systemy i urządzenia grzewcze

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Podstawy termodynamiki
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Fundamentals of thermodynamics
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIS C9 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	1

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
1	15	30	15	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Poznanie parametrów stanu układu termodynamicznego, czynników termodynamicznych i równania stanu gazu, pojęcia ciepła właściwego i pojemności cieplnej, pierwszej zasady termodynamiki oraz pracy bezwzględnej, użytecznej i technicznej.

Cel 2 Zdobywanie umiejętności tworzenia modeli matematycznych układów termodynamicznych.

Cel 3 Zdobyć umiejętności pomiaru podstawowych parametrów układu termodynamicznego i analizy danych pomiarowych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawy fizyki

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Znajomość parametrów stanu układu termodynamicznego, czynników termodynamicznych i równania stanu gazu.

EK2 Wiedza Znajomość pojęcia ciepła właściwego i pojemności cieplnej, pierwszej zasady termodynamiki oraz pracy bezwzględnej, użytecznej i technicznej. Znajomość pojęcia przemiany termodynamicznej i charakterystycznych przemian politropowych.

EK3 Umiejętności Umiejętność tworzenia modeli matematycznych układów termodynamicznych.

EK4 Umiejętności Umiejętność pomiaru podstawowych parametrów układu termodynamicznego i analizy danych pomiarowych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Wyznaczanie ciśnienia czynnika roboczego: bezwzględnego, manometrycznego.	4
C2	Wyznaczanie parametrów stanu gazu doskonałego.	6
C4	Obliczanie parametrów i funkcji stanu układu termodynamicznego dla zamkniętych układów termodynamicznych poddanych różnym rodzajom przemian termodynamicznych.	14
C5	Obliczanie objętości właściwej i stopnia suchości pary nasyconej mokrej.	6

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Układ termodynamiczny. Parametry stanu czynnika termodynamicznego. Równowaga termodynamiczna. Ilość materii i jej miary. Temperatura i zerowa zasada termodynamiki. Ciśnienie. Pojęcie ciepła i pracy oraz ich związek z energią. Zasada zachowania ilości materii i podstawy bilansowania.	2
W2	Czynniki termodynamiczne. Gaz doskonały. Równanie stanu gazu doskonałego i półdoskonałego. Równania stanu gazu rzeczywistego.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W3	Pojęcie ciepła właściwego i pojemności cieplnej. Ciepło właściwe gazów doskonałych. Zależność ciepła właściwego od temperatury. Średnie ciepło właściwe.	2
W4	Zasada zachowania energii. Pierwsza zasada termodynamiki dla układu zamkniętego i otwartego. Energia wewnętrzna.	2
W5	Praca bezwzględna, zewnętrzna i użyteczna. Praca techniczna i entalpia. Pierwsza zasada termodynamiki dla układu otwartego. Energia wewnętrzna i entalpia jako kaloryczne parametry stanu.	2
W6	Przemiany termodynamiczne. Charakterystyczne przemiany politropowe.	1
W7	Roztwory gazowe: definiowanie składu roztworu, prawo Leduca, prawo Daltona, termiczne równanie stanu, kaloryczne parametry stanu i ciepło właściwe roztworów gazów doskonałych i półdoskonałych.	2
W8	Stany skupienia substancji. Proces parowania/kondensacji. Objętość właściwa i gęstość pary.	2

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Wyznaczanie charakterystyki termometru.	3
L2	Wyznaczenie stałej czasowej termometru metodą graficzną.	2
L3	Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy.	2
L4	Wyznaczanie ciepła właściwego ciała stałego.	2
L5	Pomiar wilgotności powietrza za pomocą psychrometru Augusta.	3
L6	Pomiar prędkości na podstawie pomiaru ciśnienia dynamicznego przepływającego płynu.	3

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Zadania tablicowe

N4 Ćwiczenia laboratoryjne

N5 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	14
Egzaminy i zaliczenia w sesji	6
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	35
Opracowanie wyników	25
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	140
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Ocena kolokwium

F2 Ocena zadań tablicowych

F3 Ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

F4 Ocena egzaminu

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Uzyskanie pozytywnych ocen formujących i oceny z egzaminu

W2 Terminowe oddanie sprawozdań

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy.

NA OCENĘ 3.0	Znajomość podstawowych pojęć i parametrów stanu układu termodynamicznego, rodzajów wielkości fizycznych stosowanych do opisu zjawisk w układach termodynamicznych i ich jednostek. Znajomość sformułowania zerowej zasady termodynamiki. Znajomość definicji i równań stanu gazu doskonałego i półdoskonałego. Znajomość funkcji stanu układu termodynamicznego. Znajomość procesu parowania (skraplania) przy stałym ciśnieniu, pojęcia stopnia suchości pary i sposobu określania właściwości fizycznych pary nasyconej.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3,0 plus znajomość podziału czynników termodynamicznych. Znajomość prawa izotermy, izobary i izochory.
NA OCENĘ 4.0	Jak na ocenę 3,5 plus znajomość wykresów p-v, T-v i p-T substancji w różnych stanach skupienia. Znajomość sposobów definiowania składu roztworu gazowego.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4,0 plus znajomość prawa Daltona i prawa Leduca. Znajomość termicznego równania stanu oraz kalorycznych parametrów stanu roztworów gazów doskonałych.
NA OCENĘ 5.0	Jak na ocenę 4,5 plus znajomość równań stanu gazu rzeczywistego. Znajomość kryteriów traktowania gazów jako gazu doskonałego lub półdoskonałego. Znajomość wyprowadzeń wielkości zastępczych i funkcji stanu roztworów gazów doskonałych i półdoskonałych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość bilansu energii w ogólnej postaci, sformułowania I zasady termodynamiki, sposobów doprowadzania i odprowadzania energii, składowych całkowitej energii układu, I zasady termodynamiki dla układów zamkniętych. Znajomość definicji przemiany termodynamicznej, podziału przemian termodynamicznych. Znajomość definicji pracy bezwzględnej, użytecznej i technicznej. Znajomość charakterystycznych przemian politropowych i równania opisującego przemiany politropowe.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3,0 plus znajomość pojęcia pojemności cieplnej. Znajomość równania Mayera. Znajomość warunków odwracalności przemian termodynamicznych. Znajomość wzorów na pracę bezwzględną, użyteczną i techniczną.
NA OCENĘ 4.0	Jak na ocenę 3,5 plus znajomość wzorów na ciepło właściwe dla gazów doskonałych i półdoskonałych, cieczy i ciał stałych. Znajomość interpretacji graficznej wzorów na pracę bezwzględną, użyteczną i techniczną. Znajomość wzoru bilansu energii dla układu otwartego. Znajomość wartości wykładnika politropy dla charakterystycznych przemian politropowych.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4,0 plus znajomość wzoru na średnie ciepło właściwe (+interpretacja graficzna). Znajomość związków wartości ciepła właściwego gazu z budową i stopniami swobody cząsteczki. Znajomość wzorów na ciepło właściwe roztworów gazowych. Znajomość wzoru na wykładnik adiabaty.

NA OCENĘ 5.0	Jak na ocenę 4,5 plus znajomość wyprowadzeń wzorów na ciepło właściwe dla cieczy i ciał stałych oraz ciepło właściwe przy stałej objętości i ciśnieniu dla gazów i mieszanin gazów doskonałych i półdoskonałych. Znajomość wyznaczania wzoru na ciepło właściwe na podstawie danych eksperymentalnych. Znajomość wyprowadzenia równania Mayera. Znajomość wyprowadzenia wzorów na pracę bezwzględną, użyteczną i techniczną.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy.
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność zamiany jednostek różnych układów miar wybranych wielkości fizycznych. Umiejętność wyznaczania ciśnienia bezwzględnego i manometrycznego. Umiejętność stosowania i przekształcania równania gazu doskonałego. Umiejętność wyznaczania objętości właściwej pary nasyconej, umiejętność wyznaczania stopnia suchości pary nasyconej, umiejętność zapisania bilansu energii dla układu zamkniętego,
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3,0 plus umiejętność wyprowadzania jednostek obliczanych wartości.
NA OCENĘ 4.0	Jak na ocenę 3,5 plus umiejętność wyznaczenia ciśnienia statycznego i dynamicznego. umiejętność wykorzystania bilansu energii dla układu zamkniętego w celu określenia parametrów i funkcji stanu.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4,0 plus umiejętność wyznaczania entalpii i energii wewnętrznej właściwej pary nasyconej.
NA OCENĘ 5.0	Jak na ocenę 4,5 plus umiejętność oceny, czy para przegrzana może być traktowana jako gaz doskonały.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość czujników pozwalających na pomiar parametrów stanu układu termodynamicznego.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3,0 plus umiejętność doboru odpowiednich czujników pomiarowych dla określonych warunków.
NA OCENĘ 4.0	Jak na ocenę 3,5 plus umiejętność przeprowadzania pomiarów za pomocą czujników.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4,0 plus umiejętność analizy danych pomiarowych i sformułowania wniosków na podstawie przeprowadzonych pomiarów.
NA OCENĘ 5.0	Jak na ocenę 4,5 plus umiejętność określania funkcji stanu układu termodynamicznego na podstawie przeprowadzanych pomiarów.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W02 K1_W07	Cel 1	W1 W2 W7 W8	N1 N2 N5	F4 P1
EK2	K1_W02 K1_W07	Cel 1	W3 W4 W5 W6	N1 N2 N5	F4 P1
EK3	K1_U17 K1_U27	Cel 2	C1 C2 C4 C5	N3 N5	F1 F2 P1
EK4	K1_W15 K1_U05 K1_U20	Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6	N4 N5	F1 F3 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Szewczyk Witold, Wojciechowski Jerzy — *Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań. Część I, Procesy termodynamiczne*, Kraków, 2007, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH
- [2] | Szargut Jan — *Termodynamika*, Warszawa, 2013, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [3] | Borgnakke Claus, Sonntag Richard E. — *Fundamentals of Thermodynamics*, Hoboken, NJ, 2009, John Wiley&Sons

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: mjaremkiewicz@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż., prof. PK Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: magdalena.jaremkiewicz@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....