



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Termodynamika procesowa

Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria chemiczna i procesowa

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

Inne (np. online)

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

Liczba punktów ECTS

4

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Grzegorz Musielak, prof. PP

e-mail: grzegorz.musielak@put.poznan.pl

tel. 61 665 3622

Wydział Technologii Chemicznej

ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Dominik Mierzwa

e-mail: dominik.mierzwa@put.poznan.pl

tel. 61 665 3969

Wydział Technologii Chemicznej

ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań

Wymagania wstępne

Student powinien posiadać wiedzę z matematyki w zakresie rachunku różniczkowego i całkowego (K_W01).

Student powinien posiadać wiedzę z fizyki, w szczególności mechaniki, w zakresie umożliwiającym zrozumienie termodynamiki procesowej (K_W02).

Student powinien potrafić samodzielnie korzystać z literatury specjalistycznej oraz wyciągać na jej podstawie samodzielne wnioski (K_U01).

Student powinien potrafić realizować samokształcenie (K_U05).



Student powinien rozumieć potrzebę dokończenia się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych (K_K01).

Cel przedmiotu

Opanowanie wiedzy z zakresu podstaw termodynamicznych operacji i procesów inżynierii chemicznej i procesowej: zasad bilansowania i termodynamiki w układach zamkniętych i otwartych w warunkach stacjonarnych i niestacjonarnych, w procesach odwracalnych i nieodwracalnych; własności gazów, cieczy i ciał stałych, a także przemian fazowych pomiędzy nimi. Wykorzystanie tej wiedzy do analizy przemian i obiegów termodynamicznych w technice.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Student posiada znajomość podstawowych pojęć i definicji z zakresu termodynamiki. - [K_W02, K_W10]
2. Student posiada znajomość zasad bilansowania oraz zasad termodynamiki - [K_W10]
3. Student posiada znajomość opisu właściwości materii oraz przemian fazowych - [K_W10]
4. Student posiada wiedzę na temat obiegów termodynamicznych i ich zastosowania w technice - [K_W02, K_W10]

Umiejętności

1. Posiada umiejętność pozyskiwania i krytycznej oceny informacji z literatury - [K_U01]
2. Posiada umiejętność wykorzystania zasad bilansowych do podstawowych obliczeń inżynierskich. - [K_U07]
3. Posiada umiejętność analizy zastosowania przemian i obiegów termodynamicznych w technice, w szczególności w zagadnieniach związanych z inżynierią chemiczną i procesową. - [K_U07]
4. Posiada umiejętność samokształcenia. - [K_U05]

Kompetencje społeczne

1. Student rozumie potrzebę samokształcenia i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych. - [K_K01]
2. Student ma świadomość przestrzegania zasad etyki w szeroko pojętym zakresie. - [K_K03]

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Zaliczenie ćwiczeń rachunkowych odbywa się na podstawie oceny średniej z co najmniej dwóch kolokwium pisemnych (zaliczenie stacjonarne)/testów z pytaniami typu esej na platformie Ekursy (zaliczenie zdalne). Każde kolokwium składa się z co najmniej czterech zadań i jest oceniane zgodnie z punktacją: 51%-60% (3,0), 61%-70% (3,5); 71%-80% (4,0), 81%-90% (4,5), 91%-100% (5,0). Warunkiem



koniecznym do zaliczenia przedmiotu - obliczenia oceny średniej, jest uzyskanie pozytywnej oceny (co najmniej 3,0) z wszystkich przeprowadzonych w ramach przedmiotu kolokwium.

Egzamin ustny dotyczący opanowania i zrozumienia całości materiału.

Treści programowe

W ramach przedmiotu wykłada się podstawy termodynamiczne operacji i procesów inżynierii chemicznej i procesowej oraz ich wykorzystanie w technice.

W szczególności omawia się:

pojęcia podstawowe termodynamiki (materia, substancja, masa, układ termodynamiczny, faza, parametry stanu, warunki stacjonarne i niestacjonarne, równowaga termodynamiczna);

pojęcie ośrodka ciągłego, kinematykę ośrodka ciągłego, tensor naprężenia, bilansowanie masy i składników w układach zamkniętych i otwartych w warunkach stacjonarnych i niestacjonarnych;

zerową zasadę termodynamiki, równowagę cieplną, temperaturę;

procesy quasistatyczne, odwracalne i nieodwracalne, pierwszą zasadę termodynamiki, postaci energii (energia wewnętrzna, entalpia, energia swobodna i entalpia swobodna), prawa Hessa, pojemność cieplną układu oraz ciepło właściwe;

drugą zasadę termodynamiki, entropię, obieg Carno, sprawność, zasada Carno, ciepło zredukowane, własności entropii, osiągnięcie równowagi termicznej w procesie nieodwracalnym, entropię w ujęciu statystycznym;

termodynamikę niskich temperatur, trzecią zasadę termodynamiki;

termodynamiczne równania Maxwella i ich zastosowanie;

własności mikroskopowe i makroskopowe gazów, cieczy i ciał stałych;

gaz doskonały (prawa doświadczalne, równanie Clapeyrona, prawo Daltona, przemiany termodynamiczne) gaz półdoskonały i gaz rzeczywisty (równanie wirialne, energia wewnętrzna, skraplanie i punkt krytyczny, równania stanu, współczynnik ściśliwości);

teorię kinetyczną budowy materii (równanie Clapeyrona, zasada ekwipartycji energii, ciepło właściwe gazu doskonałego, gazu rzeczywistego i ciał stałych);

przemiany fazowe I-go i II-go rodzaju, reguła Gibbsa, wykresy fazowe, równania opisujące przemiany fazowe I-go i II-go rodzaju, krzywą parowania;

obiegi termodynamiczne: Carnota (silnik idealny, idealna chłodziarka), Rankine'a (turbina parowa), Joule'a (turbina gazowa, silnik odrzutowy), Otto, Diesla, Sabathiego (silniki spalinowe), Lindego, chłodziarki, pompy ciepłe, skraplanie gazów;



gazy wilgotne (izobaryczne nawilżanie, parametry gazu wilgotnego, równanie Clapeyrona, entalpia i energia wewnętrzna gazu wilgotnego, wykres i-X, przemiany izobaryczne gazu wilgotnego).

Metody dydaktyczne

wykład i ćwiczenia rachunkowe

Literatura

Podstawowa

1. Elwell D., Pointon A.J., Termodynamika klasyczna, WNT, Warszawa 1976
2. Michałowski St., Wańkiewicz K., Termodynamika procesowa, wyd. 2, WNT, Warszawa 1999
3. Kalinowski E., Termodynamika, Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 1994
4. Biń A.K., Machniewski P., Przykłady i zadania z termodynamiki procesowej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2002
5. Rowiński R.S., Szutkowski P., Termodynamika. Zbiór zadań, Wyd. U. Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn 2003

Uzupełniająca

1. Szargut J., Termodynamika, PWN, Warszawa, 1985
2. Bochowski H., Elementy termodynamiki statystycznej, WNT, Warszawa, 1998
3. Stokłosa A., Podstawy termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej dla chemików, Wyd. Politechniki Krakowskiej, 1999
4. Wróblewski A.K., Historia fizyki od czasów najdawniejszych do współczesności, PWN, Warszawa, 2006

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	105	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	75	2,9
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) ¹	30	1,1

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności