**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamika techniczna

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Jacek Michalski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Technologia Chemiczna

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne dla kierunku

**Kod przedmiotu:**

CS1A\_29

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Wykład- 15, zapoznanie się z literaturą- 10, razem - 25; ćwiczenia – 15, przygotowanie do zajęć- 5, przygotowanie do kolokwium- 5, razem- 25; Razem - 50 h

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

Wykłady - 15 h, Ćwiczenia - 15 h; Razem - 30 h = 1,2 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

0

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

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

**Wymagania wstępne:**

**Limit liczby studentów:**

Wykład; minimum 15, Ćwiczenia max. 24

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest uzyskanie przez studenta wiedzy dotyczącej termodynamiki klasycznej w warunkach równowagi termodynamicznej, niektórych układów nierównowagowych, a także molekularnego opisu niektórych zjawisk termodynamicznych. Nabyta wiedza pozwala na obliczanie wartości podstawowych parametrów termodynamicznych substancji w warunkach stacjonarnych i podczas przebiegu przemian (również chemicznych), posługiwanie się bilansami energii wewnętrznej lub entropii w układach przepływowych (otwartych), wyznaczanie obiegów termodynamicznych wykorzystywanych w modelowaniu i projektowaniu technologicznym głównie dla zagadnień występujących w technologii chemicznej.

**Treści kształcenia:**

Treść poniższych zagadnień stanowi rozszerzenie i uzupełnienie tych, które były podane w ramach przedmiotu chemia fizyczna.
W1 – Termodynamiczne właściwości płynów (równania stanu gazu, gęstość); W2 – Termodynamiczne właściwości płynów (ciepło molowe, entalpia, entropia); W3 – Termodynamiczne właściwości płynów (aktywność ciśnieniowa, prężność pary nasyconej, ciepło parowania); W4 – Równowagi termodynamiczne dla układów przepływowych (bilanse masy, ciepła i pracy – I-sza zasada termodynamiki dla układu otwartego); W5 – Równowagi termodynamiczne dla układów przepływowych (bilans entropii, praca maksymalna i egzergia w układzie otwartym – II-ga zasada termodynamiki dla układu otwartego); W6 – Wykresy i przemiany stosowane w technice (wykres fazowy czystej substancji, T-S, H-S, p-H, T-H, przemiany gazu doskonałego); W7 – Wykresy i przemiany stosowane w technice (ekspansja odwracalna gazów, ekspansja nieodwracalna gazów, efekt Joule’a-Thomsona, obieg Carnot’a (chłodniczy i silnik), pompa ciepła (tzw. parowa), skraplanie gazów); W8 – Parametry opisujące zjawiska przenoszenia molekularnego (lepkość dynamiczna gazów i cieczy); W9 – Parametry opisujące zjawiska przenoszenia molekularnego (przewodność cieplna, dyfuzyjność); W10 – Równowagi chemiczne; W11 – Reakcje chemiczne w układach jednofazowych; W12 – Reakcje chemiczne w układach dwufazowych płyn – płyn; W13 – Reakcje chemiczne w układach dwufazowych płyn – ciało stałe; W14 – Przemiany termodynamiczne w układach gaz – para.
C1 – Termodynamiczne właściwości płynów I; C2 – Termodynamiczne właściwości płynów II; C3 – Równowagi termodynamiczne dla układów przepływowych I; C4 – Równowagi termodynamiczne dla układów przepływowych II; C5 – Wykresy i przemiany termodynamiczne stosowane w technice I; C6 – Wykresy i przemiany termodynamiczne stosowane w technice II; C7 – Parametry opisujące zjawiska przenoszenia molekularnego I; C8 – Parametry opisujące zjawiska przenoszenia molekularnego II; C9 – Równowagi chemiczne; C10 – Reakcje chemiczne w układach jednofazowych; C11 – Reakcje chemiczne w układach dwufazowych płyn – płyn; C12 – Reakcje chemiczne w układach dwufazowych płyn – ciało stałe; C13 – Przemiany termodynamiczne w układach gaz – para.

**Metody oceny:**

1. Zaliczenie wykładu odbywa się w oparciu o jedno kolokwium z teorii przeprowadzane w trakcie semestru;
2. Zaliczenie ćwiczeń odbywa się w oparciu o dwa kolokwia obliczeniowe przeprowadzane w trakcie semestru;
3. Kolokwia podlegają ocenie punktowej;
4. Zaliczenie wykładu uzyskuje się po zdobyciu minimum 50% punktów możliwych do zdobycia z kolokwium z teorii;
5. Zaliczenie ćwiczeń uzyskuje się po zdobyciu minimum 50% punktów możliwych do zdobycia z kolokwiów obliczeniowych;
6. Oceny z wykładów oraz ćwiczeń wyznaczane są w oparciu o przeliczniki podane w ptk.8.
7. Ocenę końcową z przedmiotu ustala się sumując punkty ze wszystkich trzech kolokwiów.
8. Przelicznik punktacji na otrzymaną ocenę: 0 – 49% dwa; 50 – 60% trzy; 61 – 70% trzy i pół; 71 – 80% cztery; 81 – 90% cztery i pół; 91 – 100% pięć.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. R. Pohorecki, St. Wroński, Kinetyka i termodynamika procesów inżynierii chemicznej, WNT, Warszawa, 1979.
2. J. Ciborowski, Podstawy inżynierii chemicznej, WNT, Warszawa, 1965.
3. W. Warowny, Termodynamika układów gazowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2015.
4. M. Serwiński, Zasady inżynierii chemicznej i procesowej, WNT, Warszawa, 1982.
5. K. F. Pawłow, P. G. Romankow, A. A. Noskow, Przykłady i zadania z zakresu aparatury i inżynierii chemicznej, WNT, Warszawa, 1981.
6. T. Sawicki, Wybuchy przestrzenne, Bezpieczeństwo Pracy, nr 11, 2005, 22-25.
7. Materiały do wykładów, Portaliusz – Termodynamika Techniczna i Chemiczna.

**Witryna www przedmiotu:**

portaliusz.pw.plock.pl

**Uwagi:**

Zajęcia z przedmiotu będą realizowane przy użyciu nowych technik multimedialnych m.in. platformy e-learningowej Moodle.
Program studiów opracowany na podstawie programu nauczania zmodyfikowanego w ramach Zadania 8 Programu NERW.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Posiada i potrafi wykorzystać wiedzę matematyczną i termodynamiczną

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** C1A\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W10:**

Ma wiedzę z podstaw termodynamiki fenomenologicznej, termochemii i statyki chemicznej, faz gazowej i ciekłej, stanu krytycznego, równowag fazowych i obiegów silników spalinowych, turbin, obiegów lewo-bieżnych i nowych technik przetwarzania energii.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** C1A\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi pozyskiwać, również w języku angielskim, dane termodynamiczne z baz danych, z Chemical Abstracts, z obliczeniowych pakietów komercyjnych, etc. oraz je wykorzystywać w obliczeniach i interpretacji.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** C1A\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U

**Charakterystyka U05:**

Posiiada umiejetność korzystania z dostepnej literatury naukowej i technicznej

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** C1A\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UU