**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamika techniczna i chemiczna

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. / Jacek Michalski / adiunkt

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Technologia Chemiczna

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne dla kierunku

**Kod przedmiotu:**

CN1A\_29

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Wykłady: liczba godzin według planu studiów - 10, zapoznanie się z literaturą - 15, razem - 25; Ćwiczenia: liczba godzin według planu studiów – 10, przygotowanie do zajęć - 10, przygotowanie do kolokwium - 5, razem - 25; Razem - 50

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

Wykłady - 10 h; razem - 10 h = 0,8 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:  | 10h |
| Ćwiczenia:  | 10h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Chemia fizyczna

**Limit liczby studentów:**

Wykład; minimum 15, ćwiczenia 20-30.

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest uzyskanie przez studenta wiedzy i umiejętności w zakresie praw termodynamiki klasycznej w warunkach równowagi termodynamicznej, z rozszerzeniem na warunki nierównowagowe i molekularne. Nabytą wiedzę wykorzystuje się do obliczeń właściwości substancji, opisu parametrycznego przemian chemicznych i fizycznych, w tym obiegów termodynamicznych, mających zastosowanie w projektowaniu i modelowaniu technologicznym, głównie pod kątem technologii chemicznej.

**Treści kształcenia:**

Treść poniższego materiału stanowi uzupełnienie i rozszerzenie zagadnień termodynamiki podanych w ramach przedmiotu chemia fizyczna
W1 - Podstawowe pojęcia termodynamiki fenomenologicznej, bilans energii układu otwartego, kryteria równowagi układu dla mieszanin, egzergia i jej bilans, termodynamika procesów nieodwracalnych, entropia w ujęciu statystycznym, termodynamika molekularna.
W2 - Gaz doskonały, gaz rzeczywisty, współczynnik ściśliwości, zasada stanów odpowiadających sobie (z.s.o.s.), aktywność ciśnieniowa, funkcje resztkowe (rezydualne), podstawowe termiczne równania stanu (wirialne, kubiczne, typu wirialnego, oparte o z.s.o.s.), reguły mieszania i specyficzne równania stanu (perturbacyjne, asocjacyjne, mieszane).
W3 - Fazy skondensowane, roztwory ciekłe, entalpia nadmiarowa, modele do wyznaczania współczynnika aktywności ułamkowej, stan krytyczny materii, krzywe krytyczne ciecz-para, ciecz-ciecz, pojęcie płynu, skalowane i krzyżowe (skrośne) równania stanu.
W4 - Równowagi termodynamiczne: ciecz-para dla mieszanin wieloskładnikowych, ciecz-ciecz, w tym luka mieszalności, azeotropia homo- i heterogeniczna.
W5 - Równowagi termodynamiczne (c.d.-1), punkty rosy wody i węglowodorów w mieszaninach, rozpuszczalność, równowagi sorpcyjne (ab- i ad-), hydraty gazowe.
W6 - Równowagi termodynamiczne (c.d.-2), przemiany elektrochemiczne, równowaga reakcji chemicznej, równowagi fazowe z reakcja chemiczną.
W7 - Przemiany i termodynamiczne obiegi prawo i lewo bieżne Carnot’a.
W8 - Silniki spalinowe tłokowe (Otto, Diesel, Sabathe), turbina gazowa.
W9 - Turbina parowa, sprężarki, pompa cieplna, chłodziarki (skraplanie gazów).
W10 - Nowe techniki cieplne, w tym ogniwa paliwowe.

C1-C2 - Wyprowadzenie podstawowych zależności termodynamicznych (termodynamiczne
 równania stanu, współczynnik Joule-Thomsona, wzory na adiabatę odwracalną (S=const.) i relacje pomiędzy stężeniami), zależności dla funkcji stanu w przemianach charakterystycznych gazu doskonalego.
C3 - Wyprowadzenie wzorów ogólnych na potencjał chemiczny, aktywność ciśnieniową, aktywność ułamkową i funkcje resztkowe, efekt Joule Thomsona i współczynnik aktywności ciśnieniowej (fi) w oparciu o równania stanu.
C4 - Wyznaczanie współczynnika aktywności ułamkowej (gama). Wyznaczenie termodynamicznej stałej równowagi reakcji chemicznej i jej powiązanie z stałą klasyczną.
C5 - Wyznaczanie parametrów równowagi fazowej ciecz-para metodą fi-fi i parametrów równowagi fazowej ciecz-para metodą gama-fi.
C6 - Obliczanie metodą rzutową (flash calculation) składu równowagi fazowej ze składu wyjściowego cieczy przeznaczonej do destylacji.
C7 - Wykorzystanie stałych siłowych funkcji potencjalnych (np. Leonarda-Jones’a czy Kihara), metoda obliczania krzywej hydratacji (krzywa dysocjacji).
C8 - Wyprowadzenie sprawności termodynamicznej dla odwracalnego obiegu silnika Carnot’a, wyznaczanie wartości parametrów stanu dla silników spalinowych (Otto, Diesel, Sabathe).
C9 - Obliczanie parametrów stanu w wykorzystaniu pompy cieplnej w ogrzewaniu pomieszczeń, parametryzacja pracy chłodziarki Lindego.
C10 - Kolokwium zaliczeniowe.

**Metody oceny:**

Zgodne z regulaminem Studiów w PW. Kolokwium zaliczeniowe z wiedzy przekazanej na wykładach i ćwiczeniach audytoryjnych.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Buchowski H., Elementy termodynamiki statystycznej, WNT, Warszawa 1998.
2. Gumiński K., Termodynamika procesów nieodwracalnych, PWN, Warszawa 1983.
3. Izydorczyk J., i inni: Termodynamika, statyka chemiczna, i równowagi fazowe w przykładach i zadaniach, Wyd. Politechniki Śląskiej, 2004.
4. Michałowski S., Wańkowicz K., Termodynamika procesowa, WNT, Warszawa 1999.
5. Pohorecki R., Wroński S., Kinetyka i termodynamika procesów inżynierii chemicznej, WNT, Warszawa 1979.
6. Szarawara J., Termodynamika chemiczna stosowana, WNT, Warszawa, 1997.
7. Ufnalski W., Równowagi chemiczne, WNT, Warszawa, 1995.
8. Wrzesiński Z., Termodynamika, Wyd. Politechniki Warszawskiej, 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W01\_01:**

Ma i potrafi wykorzystać wiedzę z matematyki i termodynamiki.

Weryfikacja:

Kolokwium (W1-W10), (C1-C9).

**Powiązane efekty kierunkowe:** C1A\_W01\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01

**Efekt W03\_04:**

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 (W1-W10), (C1-C9).

**Powiązane efekty kierunkowe:** C1A\_W03\_04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01\_01:**

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

Weryfikacja:

Kolokwium (C4-C9).

**Powiązane efekty kierunkowe:** C1A\_U01\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01

**Efekt U05\_01:**

Posiada umiejętność korzystania z dostępnej bogatej literatury naukowej i technicznej.

Weryfikacja:

Kolokwium W1-W10 i C1-C9

**Powiązane efekty kierunkowe:** C1A\_U05\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U05

**Efekt U09\_02:**

Potrafi rozwiązać analitycznie rózne zadania dotyczące termodynamiki, w tym opisu fazy gazowej, równowag fazowych, termochemii, równowagi chemicznej oraz przemian i obiegów termodynamicznych.

Weryfikacja:

Kolokwium (W1), (C1-C4).

**Powiązane efekty kierunkowe:** C1A\_U09\_02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09