**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:**

CS1A\_29

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Wykład- 15, zapoznanie się z literaturą- 5, ćwiczenia – 15, przygot. do zajęć- 10, przygot. do kolokwium- 5, razem- 50.

**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:**

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. W2 - Egzergia i jej bilans, termodynamika procesów nieodwracalnych, entropia w ujęciu statystycznym. W3 - Gaz doskonały, gaz rzeczywisty, współczynnik ściśliwości, zasada stanów odpowiadających sobie (z.s.o.s.), aktywność ciśnieniowa, funkcje resztkowe (rezydualne). W4 - Termodynamika molekularna, wirialne równanie stanu. W5 - Podstawowe termiczne równania stanu (kubiczne, typu wirialnego, oparte o z.s.o.s.). W6 - Reguły mieszania i specyficzne równania stanu (perturbacyjne, asocjacyjne, mieszane) W7 - Fazy skondensowane, roztwory ciekłe, entalpia nadmiarowa, modele do wyznaczania współczynnika aktywności ułamkowej. W8 - Stan krytyczny materii, krzywe krytyczne ciecz-para, ciecz-ciecz, pojęcie płynu, skalowane i krzyżowe (skrośne) równania stanu. W9 - Równowagi termodynamiczne: ciecz-para dla mieszanin wieloskładnikowych, ciecz-ciecz, w tym luka mieszalności, azeotropia homo- i heterogeniczna. W10 - Równowagi termodynamiczne (c.d.-1), punkty rosy wody i węglowodorów w mieszaninach, rozpuszczalność, równowagi sorpcyjne (ab- i ad-), hydraty gazowe. W11 - Równowagi termodynamiczne (c.d.-2), przemiany elektrochemiczne, równowaga reakcji chemicznej, równowagi fazowe z reakcja chemiczną. W12 - Przemiany i termodynamiczne obiegi prawo i lewo bieżne Carnot’a. W13 - Silniki spalinowe tłokowe (Otto, Diesel, Sabathe), turbina gazowa. W14 - Turbina parowa, pompa cieplna, chłodziarki (skraplanie gazów), W15 - Sprężarki, 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.) C3 - Wyprowadzenie zależności dla funkcji stanu w przemianach charakterystycznych gazu doskonałego. C4 - Wyprowadzenie wzorów ogólnych na potencjał chemiczny, aktywność ciśnieniową, aktywność ułamkową i funkcje resztkowe. C5 - Wyznaczanie efektu Joule Thomsona i współczynnika aktywności ciśnieniowej (fi) w oparciu o równania stanu. C6 - Wyznaczanie współczynnika aktywności ułamkowej (gama). C7 - Wyznaczenie termodynamicznej stałej równowagi reakcji chemicznej i jej powiązanie z klasyczną stałą równowagi chemicznej. C8 - Wyznaczanie parametrów równowagi fazowej ciecz-para metodą fi-fi. C9 - Wyznaczanie parametrów równowagi fazowej ciecz-para metodą gama-fi. C10 - Obliczanie metodą rzutową (flash calculation) składu równowagi fazowej. C11 - Wykorzystanie stałych siłowych funkcji potencjalnych (np. Leonarda-Jones’a czy Kihara), metoda obliczania krzywej hydratacji (krzywa dysocjacji). C12 - Wyprowadzenie sprawności termodynamicznej dla odwracalnego obiegu silnika Carnot’a. C13 - Wyznaczanie wartości parametrów stanu dla silników spalinowych (Otto, Diesel, Sabathe. C14 - Obliczanie parametrów stanu w wykorzystaniu pompy cieplnej w ogrzewaniu pomieszczeń, parametryzacja pracy chłodziarki Lindego. C15 - Kolokwium zaliczeniowe.

**Metody oceny:**

Zgodne z Regulaminem Studiów w PW. Kolokwium zaliczeniowe

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

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

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Program studiów opracowany na podstawie programu nauczania zmodyfikowanego w ramach Zadania 38 Programu Rozwojowego Politechniki Warszawskiej

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W01\_01:**

Posiada i potrafi wykorzystać wiedzę matematyczną i termodynamiczną

Weryfikacja:

Kolokwium (W1-W15 i C1-C14)

**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-W15 i C1-C14)

**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, z obliczeniowych pakietów komercyjnych, etc. oraz je wykorzystywać w obliczeniach i interpretacji.

Weryfikacja:

Kolokwium (C5-C14)

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01

**Efekt U05\_01:**

Posiiada umiejetność korzystania z dostepnej literatury naukowej i technicznej

Weryfikacja:

Kolokwium (W1-W15 i C1-C14)

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U05

**Efekt U09\_02:**

Potrafi rozwiązać analitycznie różne zadania dotyczące termodynamiki, w tym powiazanie tzalezności ermodynamicznych, opisu fazy gazowej, obiegów charakterystycznych ,równowag fazowych, termochemii i równowagi chemicznej.

Weryfikacja:

Kolokwium (W1, C1-C14)

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

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09