**Nazwa przedmiotu:**

Zagadnienia termodynamiczne w projektowaniu procesowym

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Piotr Machniewski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-IC000-ISP-412

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 30
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 9
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 7
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 10
Sumaryczny nakład pracy studenta 56

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

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

-

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 0h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 30h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawy fizyki, chemia fizyczna, analiza matematyczna (rachunek różniczkowy i całkowy), elementy statystyki. Dodatkowo wskazane są podstawowe umiejętności posługiwania się programami obliczeniowymi typu Matlab, MathCad, Mathematica, Excel itp.
Wymagana jest zgoda prowadzącego zajęcia na rejestrowanie dźwięku lub obrazu.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Przekazanie studentom wiedzy w zakresie podstaw termodynamiki procesowej (bilanse masy i energii, zasady termodynamiki w układach zamkniętych i otwartych, obiegi termodynamiczne, własności fizykochemiczne substancji oraz równowagi fazowe i chemiczne).
2. Wykształcenie umiejętności rozwiązywania problemów rachunkowych z termodynamiki procesowej z użyciem narzędzi typu Excel (Solver) oraz Mathcad oraz nabycie umiejętności w wyszukiwaniu i obliczaniu własności termodynamicznych substancji czystych oraz ich mieszanin.

**Treści kształcenia:**

Ćwiczenia projektowe
1. W ramach ćwiczeń rozwiązywanie zagadnień obliczeniowych z zakresu: Termodynamika ogólna (bilans energetyczny; bilans entropii;, bilans egzergii, obiegi termodynamiczne; funkcje termodynamiczne. Własności gazów i cieczy. Równania stanu (obliczanie własności termodynamicznych czystych substancji; obliczanie własności termodynamicznych mieszanin gazowych; parametry krytyczne, normalna temperatura wrzenia, gęstość cieczy; własności transportowe substancji). Obliczanie stanów równowagi fazowej (równowaga fazowa ciecz –gaz (para); równowaga fazowa ciecz-ciecz; równowagi fazowe płyn-faza stała) oraz przemiany dla powietrza wilgotnego; równowagi chemiczne.
2. Wykonanie dwóch projektów dotyczących obliczeń bilansowych oraz określania własności cieczy i gazów; wykorzystania wykresów termodynamicznych (wykonanie trzech zadań dotyczących obliczeń oraz konstrukcji graficznych na wykresach dla wybranych obiegów termodynamicznych, obliczenia stanów równowagi fazowej (ciecz –para, ciecz-ciecz), wyznaczenie stałych (parametrów) w równaniach modelowych dla współczynników aktywności ułamkowej (r. Wilsona lub van Laara lub NRTL itp.) dla zadanych układów dwuskładnikowych, przeliczenie na inne warunki temperaturowe oraz wyznaczenie izotermy podstawowej na wykresie entalpowym dla zadanego układu).

**Metody oceny:**

1. kolokwium
2. wykonanie projektu
3. praca domowa
4. dyskusja
5. seminarium

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. R. Pohorecki S. Wroński, Kinetyka i Termodynamika Procesów Inżynierii Chemicznej, WNT, 1979.
2. A. Biń, P. Machniewski, Przykłady i zadania z termodynamiki procesowej, OWPW, 2013.
3. S. Michałowski, K. Wańkowicz, Termodynamika procesowa, WNT, 1999.
4. J. Szarawara, Termodynamika chemiczna stosowana, WNT, 2009.
5. G.J. van Wylen, R.E. Sonntag, Fundamentals of Classical Thermodynamics, 3rd ed., J.Wiley&Sons, 1985.
6. K. Wark, Thermodynamics, 5th ed., Mc Graw-Hill, 1986.
7. B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P O’Connel, The Properties of Gases and Liquids, Mc Graw-Hill, 2001.
8. Z. Pakowski, M. Głębowski, Symulacja procesów inżynierii chemicznej. Teoria i zadania rozwiązane programem Mathcad, wyd. PŁ, Łódź 2001.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Program zajęć obejmuje ćwiczenia projektowe w wymiarze 2 godzin tygodniowo oraz samodzielne wykonanie i zaliczenie 2 projektów obliczeniowych.
Obecność na ćwiczeniach projektowych jest obowiązkowa (3 nieobecności nieusprawiedliwione, powodują skreślenie z listy studentów).
Do zaliczenia ćwiczeń projektowych wymagane jest wykazanie umiejętności rozwiązywania problemów obliczeniowych z zakresu termodynamiki procesowej, a w szczególności:
- poprawne i terminowe wykonanie i indywidualne zaliczenie 2 projektów (a’ 12 pkt.) w terminie 2 tygodni od daty ich złożenia u prowadzącego zajęcia. Zaliczenia (obrony) projektów odbywają się w formie odpowiedzi ustnej.
- zaliczenie 2 sprawdzianów pisemnych (10 pkt.).
- aktywnego uczestnictwa w zajęciach (6 pkt.).
Podczas sprawdzianów pisemnych można korzystać z notatek i kalkulatorów, nie można korzystać z telefonów i wszelkiego typu komunikatorów.
Do zaliczenia ćwiczeń wymagane jest uzyskanie 26/50 pkt., przy zaliczeniu na co najmniej 5 pkt. każdego z kolokwiów i na 6 pkt każdego z projektów.
Przewidziana jest możliwość zaliczania projektów oraz kolokwiów w trybie poprawkowym (jeden termin w sesji letniej lub jesiennej).

Zaliczenie przedmiotu jest uwarunkowane wykonaniem i zaliczeniem wszystkich ćwiczeń objętych programem.
Oceny końcowa obliczana jest na podstawie sumy punktów.
Suma pkt. Ocena
0-25,9 2.0
26-30,9 3.0
31-35,9 3.5
36-40,5 4.0
40,6-45 4.5
45,1-50 5.0

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma wiedzę z zakresu podstaw termodynamiki procesowej (bilanse masy i energii, zasady termodynamiki w układach zamkniętych i otwartych, obiegi termodynamiczne, własności fizykochemiczne substancji oraz równowagi fazowe i chemiczne).

Weryfikacja:

kolokwium, wykonanie projektu, praca domowa, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W05, K1\_W06, K1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi korzystać z wszelkiego rodzaju informacji i je analizować.

Weryfikacja:

kolokwium, wykonanie projektu, praca domowa, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UK, P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U2:**

Wykorzystuje odpowiednie narzędzia, technologie i strategie w celu zorganizowania, integracji i prezentowania informacji.

Weryfikacja:

kolokwium, wykonanie projektu, praca domowa, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UK, P6U\_U

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Prawidłowo reaguje na problemy związane z pracą inżyniera.

Weryfikacja:

praca domowa, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KR