**Nazwa przedmiotu:**

Laboratorium termodynamiki procesowej

**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-513

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 45
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 21
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 36
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 15
Sumaryczny nakład pracy studenta 117

**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:  | 45h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Termodynamika procesowa (pozytywna ocena z egzaminu lub zajęć projektowych).

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z metodami pomiaru parametrów termodynamicznych, wyznaczania wybranych właściwości fizykochemicznych, badania równowag fazowych oraz wykorzystania podstawowych zasad termodynamiki w układach zamkniętych i otwartych do bilansowania masy i energii oraz badania sprawności obiegów termodynamicznych.

**Treści kształcenia:**

 Laboratorium
1. Badanie warunków pracy dwufazowego obiegu chłodniczego (pompy ciepła), określanie mocy sprężania oraz wyznaczanie współczynnika wydajności chłodniczej (lub grzewczej dla pompy ciepła).
2. Pomiar ciepła spalania ciał stałych przy pomocy bomby kalorymetrycznej.
3. Wyznaczanie ciepła spalania oraz wartości opałowej paliw gazowych.
4. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła ciał stałych przy pomocy aparatu Poensgena.
5. Pomiar lepkości roztworów ciekłych przy pomocy wiskozymetru Höpplera. Badanie zależności lepkości od temperatury oraz stężenia roztworu.
6. Badanie równowagi destylacyjnej metoda cyrkulacyjną przy pomocy aparatu Othmera. Wyznaczanie zależności współczynnika aktywności składnika od składu roztworu ciekłego oraz wyznaczanie izobary równowagi ciecz-para.
7. Badanie równowagi absorpcyjnej w absorberze z laminarnym strumieniem cieczy.
8. Badanie równowagi ekstrakcyjnej. Wyznaczanie cięciw równowag w układzie trójskładnikowym ciecz-ciecz.4,5
9. Badanie równowagi adsorpcyjnej metodą przepływową i wyznaczanie chłonności statycznej oraz chłonności
dynamicznej dla badanego adsorbenta.
10. Wyznaczanie izotermy równowagi krystalizacyjnej w układzie trójskładnikowym (woda + sól A + sól B).

**Metody oceny:**

1. sprawdzian pisemny
2. referat
3. sprawozdanie

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. S. Wroński, R. Pohorecki, W. Moniuk, W. Możaryn, J. Świdrowski, Laboratorium termodynamiki i kinetyki procesów inżynierii chemicznej, Oficyna Wyd. PW, 1996.
2. R. Pohorecki S. Wroński, Kinetyka i Termodynamika Procesów Inżynierii Chemicznej, WNT, 1979.
3. A. Biń, P. Machniewski, Przykłady i zadania z termodynamiki procesowej, OWPW, 2013.
4. S. Michałowski, K. Wańkowicz, Termodynamika procesowa, WNT, 1999.
5. J. Szarawara, Termodynamika Chemiczna, WNT 1997.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Program zajęć obejmuje obowiązkowe wykonanie 10 ćwiczeń laboratoryjnych, w wymiarze 3 godzin tygodniowo. Z uwagi na ograniczenia wynikające z konieczności zapobiegania rozprzestrzenianiu się COVID-19, zajęcia w formie kontaktowej mogą odbyć się w ciągu 3-4 tygodni (blok zajęć laboratoryjnych) w okresie wyznaczonym przez Władze Uczelni lub Wydziału. Z uwagi na powyższe ograniczenia oraz specyfikę pracy w laboratorium, wymagane jest stosowanie środków ochrony osobistej (maseczki, dezynfekcja rąk, rękawiczki itp.) i używanie odzieży ochronnej (fartuchy laboratoryjne) w czasie zajęć.

Student może przystąpić do wykonania ćwiczenia po zapoznaniu się ze szczegółowymi zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązującymi w pracowni oraz po sprawdzeniu przez nauczyciela prowadzącego, stopnia przygotowania studenta do wykonania danego ćwiczenia.
Student nieprzygotowany do zajęć otrzymuje ocenę niedostateczną z danego ćwiczenia.

Po wykonaniu ćwiczenia student przedstawia wyniki pomiarów w formie protokołu asystentowi prowadzącemu i opracowuje wyniki pomiarów w postaci sprawozdania, które należy dostarczyć prowadzącemu w wyznaczonym terminie, od daty wykonania ćwiczenia.
Sprawozdania w formie pliku można dostarczyć drogą elektroniczną.
Protokół z przeprowadzonych pomiarów jest integralną częścią sprawozdania.

W przypadku zawieszenia zajęć prowadzonych w formie kontaktowej, sprawozdanie należy sporządzić na podstawie wyników pomiarów oraz dodatkowych informacji dostarczonych przez prowadzącego. Sprawozdanie takie należy dostarczyć prowadzącemu pocztą elektroniczną lub za pośrednictwem MS Teams w wyznaczonym terminie.

Zaliczenie ćwiczenia wraz z oceną student otrzymuje na podstawie poprawnie sporządzonego sprawozdania i zaliczeniu sprawdzianu końcowego z zakresu materiału związanego tematycznie z danym ćwiczeniem.
W czasie sprawdzianu, który ma formę pisemną lub ustną, nie można korzystać z notatek oraz materiałów zarówno w formie drukowanej jak i elektronicznej. W przypadku zawieszenia zajęć w prowadzonych formie kontaktowej, sprawdzian końcowy będzie przeprowadzony zdalnie przy użyciu programów komputerowych (MS Teams lub Moodle).

Ocena z ćwiczenia wystawiana jest na podstawie przygotowania do ćwiczenia, przeprowadzenia pomiarów oraz sporządzenia sprawozdania (z wagą 0,4) i zaliczenia sprawdzianu końcowego (z wagą 0,6). Niepoprawnie wykonane sprawozdanie można poprawić, co jednak skutkuje obniżeniem oceny z danego ćwiczenia, podobnie jak błędy popełnione podczas pomiarów. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest obowiązkowe zaliczenie każdego z 10 ćwiczeń przewidzianych w programie.

Ćwiczenie niezliczone z powodu nieobecności, niedostatecznego przygotowania lub niedostarczenia sprawozdania można poprawić w czasie dwóch terminów dodatkowych zajęć organizowanych pod koniec semestru lub pod koniec okresu odrabiania zajęć laboratoryjnych w formie kontaktowej. W przypadku nieobecności usprawiedliwionej zwolnieniem lekarskim, zwolnieniem wystawionym przez Władze Uczelni lub Wydziału, możliwe jest indywidualne ustalenie dodatkowego terminu odrobienia zajęć w czasie trwania semestru.

Zaliczenie przedmiotu jest uwarunkowane zaliczeniem wszystkich ćwiczeń objętych programem laboratorium.
Ocena końcowa jest obliczana jako średnia arytmetyczna ocen ze wszystkich ćwiczeń (z uwzględnieniem ocen niedostatecznych i ocen uzyskanych w terminach dodatkowych).

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma wiedzę przydatną do sporządzania bilansów termodynamicznych procesów.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W05

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

**Charakterystyka W2:**

Ma wiedzę niezbędną wyznaczania wybranych właściwości fizykochemicznych, badania równowag fazowych oraz wykorzystania podstawowych zasad termodynamiki w układach zamkniętych i otwartych do bilansowania masy i energii oraz badania sprawności obiegów termodynamicznych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W06

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

**Charakterystyka W3:**

Ma wiedzę niezbędną do sporządzania bilansów masy, składników, pędu i energii z uwzględnieniem zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** 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:

sprawdzian pisemny, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U01

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

**Charakterystyka U2:**

Potrafi prowadzić badania i analizować uzyskane wyniki.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U05

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

**Charakterystyka U3:**

Ma umiejętności w tworzeniu relacji międzyludzkich.

Weryfikacja:

referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U17

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Prawidłowo reaguje na problemy związane z pracą inżyniera.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K02

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