**Nazwa przedmiotu:**

Chemia fizyczna

**Koordynator przedmiotu:**

prof. nzw. dr hab. inż. Ewa Dłuska

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-IC000-ISP-312

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 105
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 25
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 20
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 45
Sumaryczny nakład pracy studenta 195

**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: | 60h |
| Ćwiczenia: | 45h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw chemii ogólnej, fizyki i matematyki (rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe zwyczajne, elementy statystyki stosowanej).
Nie zezwala się na rejestrowanie dźwięku i obrazu w trakcie wykładu i ćwiczeń audytoryjnych.
Organizacja i warunki zaliczenia zajęć (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawami chemii fizycznej, w tym z elementami termodynamiki, prawami i przemianami gazów doskonałych, statyką reakcji chemicznych, równowagami fazowymi układów jedno i wieloskładnikowych, kinetyką reakcji chemicznych, elektrochemią, rodzajami oddziaływań międzycząsteczkowych i zjawiskami powierzchniowymi oraz charakterystyką układów rozproszonych.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Podstawowe pojęcia i definicje: układ i otoczenie, definicja układu otwartego, zamkniętego i izolowanego, pojęcie fazy i składnika układu, sposoby przedstawiania stężeń składnika układu.
2. Termodynamika układów zamkniętych, proces termodynamiczny i opis stanu układu - funkcje termodynamiczne i parametry stanu, I zasada termodynamiki, praca i ciepło, doświadczenie Joule’a.
Cechy i właściwości funkcji stanu, związek między funkcjami stanu, równania Maxwella.
3. Analiza termodynamiczna podstawowych przemian gazów doskonałych, model i prawa gazu doskonałego, zasada ekwipartycji, rozkład Maxwella-Boltzmana, izotermiczne sprężanie i rozprężanie- proces odwracalny, kwazistatyczny i nieodwracalny, adiabatyczny proces odwracalny, przemiana izobaryczna i izochoryczna, związki między Cv i Cp, metody obliczania Cp.
4. II zasada termodynamiki-entropia, procesy odwracalne i nieodwracalne, cykl Carnota, obliczanie entropii, statystyczna interpretacja entropii, III zasada termodynamiki, zero bezwzględne, teoremat Nernsta i postulat Plancka.
5. Termodynamika roztworów doskonałych i rzeczywistych: Funkcje mieszania i funkcje nadmiarowe - entropia i entalpia mieszania, molekularna interpretacja entropii mieszania.
6. Termochemia, prawa Hessa i Kirchoffa, reakcje egzo- i endotermiczne, entalpia i energia wewnętrzna przemian chemicznych, zależność temperaturowa entalpii tworzenia.
7. Statyka chemiczna, powinowactwo chemiczne, prawo działania mas, związek stałej równowagi z funkcjami termodynamicznymi, zapis i obliczanie stałych równowagi, skrócona i pełna izobara van’t Hoffa, przypadki zakłócenia stanu równowagi, teorematy van’t Hoffa i la Chetelliera, równanie Clausiusa – Clapeyrona, wpływ dodatku gazu obojętnego na układ w stanie równowagi, równowagi przy jednoczesnym przebiegu kilku reakcji chemicznych.
8. Równowagi fazowe: podział i sposoby przedstawiania, reguła faz Gibbsa i reguła dźwigni, warunek równowagi fazowej. Równowagi w układzie jednoskładnikowym, punkt potrójny, przemiany fazowe I i II rodzaju, podstawowe równanie równowagi.
9. Równowagi ciecz-gaz dla różnych przypadków: faza ciekła i gazowa doskonałe, faza ciekła doskonała, a gazowa niedoskonała, faza gazowa doskonała, a faza ciekła niedoskonała. Podstawowe prawa równowag: destylacyjnej i absorpcyjnej.
10. Równowaga ciecz-ciecz w układach dwuskładnikowym i trójskładnikowym, prawo podziału, ekstrakcja.
11. Równowaga ciecz – ciało stałe: układ dwuskładnikowy o całkowitej rozpuszczalności w obu fazach, układ o całkowitej rozpuszczalności składnika w fazie ciekłej i różnej rozpuszczalności w fazie stałej: brak rozpuszczalności, rozpuszczalność ograniczona, całkowita rozpuszczalność), eutektyki i perytetyki. Równowaga w układzie trójskładnikowym. Właściwości koligatywne.
12. Kinetyka reakcji chemicznych, szybkość reakcji, zależność szybkości reakcji od temperatury- równanie Arrheniusa, rząd reakcji, metody wyznaczania rzędu reakcji, reakcje wolnorodnikowe, reakcje równoległe, reakcje następcze, reakcje sprzężone, reakcje odwracalne, reakcje łańcuchowe, reakcje polimeryzacji.
13. Podstawy katalizy homogenicznej, ogólny mechanizm działania katalizatora, teoria zderzeń, teoria kompleksu aktywnego. Formalny opis reakcji z udziałem katalizatora .
14. Elektrochemia cz.1: Przewodnictwo elektrolityczne, teoria dysocjacji elektrolitycznej Arrheniusa, aktywność elektrolitów, prawo niezależnej wędrówki jonów, siła jonowa, równania Debye’a- Hueckela, prawo siły jonowej, liczby przenoszenia jonów, iloczyn rozpuszczalności i termodynamiczny iloczyn rozpuszczalności, iloczyn jonowy wody.
15. Elektrochemia cz.2: Potencjał wewnętrzny fazy, potencjał na granicy faz elektroda-roztwór, potencjał dyfuzyjny, podwójna warstwa elektryczna.
16. Elektrochemia cz. 3: Półogniwa, ogniwa galwaniczne, ogniwa paliwowe -podział i charakterystyka, siła elektromotoryczna ogniwa, termodynamika ogniw, elektroliza: prawa Faradaya, polaryzacja elektrochemiczna, mechanizmy transportu w polu elektrycznym i elektrochemiczna przyścienna warstwa stężeniowa.
17. Podstawy zjawisk przenoszenia- prawa Ficka, transport przez membrany, osmoza i osmoza odwrócona.
18. Oddziaływania międzycząsteczkowe, energia całkowita układu dwóch cząsteczek, model i równanie Lenarda – Jonesa, kompleksy, wiązania wodorowe. Stany skupienia, stan szklisty, ciekłe kryształy, anizotropia. Lepkość i krzywe reologiczne, lepkość pozorna, płyny newtonowskie i nienewtonowskie, równanie Newtona i prawo Stokesa, wpływ temperatury na lepkość cieczy i gazów.
19. Pojęcie granicy faz -powierzchnia międzyfazowa i zjawiska na granicy faz. Napięcie powierzchniowe/międzyfazowe, zwilżalność powierzchni i kąt zwilżania, prężność pary nad meniskiem zakrzywionym, nadmiar powierzchniowy - podstawy teorii Gibbsa, sorpcja, izotermy adsorpcji.
20. Układy rozproszone - charakterystyka i podstawowe parametry.
Ćwiczenia audytoryjne
1. Termodynamika.
2. Termochemia.
3. Statyka reakcji chemicznych.
4. Równowaga ciecz-para.
5. Kinetyka reakcji chemicznych.
6. Iloczyn rozpuszczalności.
7. Elektrochemia.

**Metody oceny:**

1. egzamin pisemny
2. kolokwium
3. dyskusja

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. P.W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN, Warszawa, 2003.
2. P.W. Atkins, C.A. Trapp, M.P. Cady, C. Giunta, Chemia fizyczna, Zbiór zadań z rozwiązaniami, PWN, 2001
3. G.M. Barrow, Chemia Fizyczna, PWN, 1978.
4. R. Miłek, M. Obrębska, M. Podkowińska-Kalita, Chemia fizyczna ćwiczenia laboratoryjne z elementami teorii, OWPW, 1989.
5. K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna, T1 i 2, PWN, 2005, J. Demichowicz-Pigoniowa, A.Olszowski, Chemia fizyczna: T3, PWN, 2010; T4, PWN, 2013.
6. W. Tomassi, H. Jankowska, Chemia fizyczna, WNT, 1980.
7. W. Ufnalski, Obliczenia fizykochemiczne, OWPW, Warszawa, 1995.
8. A.G. Whittaker, A.R. Mount, M.R. Heal, Chemia fizyczna krótkie wykłady, PWN, 2004.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Wykład:
Wykład stanowi jeden z dwóch elementów przedmiotu. Wykłady obywają się w semestrze zimowym w wymiarze 4 godzin tygodniowo (dwa wykłady dwugodzinne) w formie kontaktowej. W przypadku zaleceń specjalnych w okresie pandemii Covid-19 wykłady mogą odbywać się zdalnie, o czym Studenci będą informowani. Wykłady nie są obowiązkowe. Nie wolno rejestrować obrazu i dźwięku podczas wykładów.
Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia się następuje na podstawie egzaminu pisemnego.
Nie dopuszcza się używania żadnych materiałów oraz urządzeń w trakcie egzaminu.
Wymagania dotyczące zakresu materiału obowiązującego na egzaminie są przekazywane studentom w formie ustnej podczas cyklu wykładów oraz w formie pisemnej w trakcie semestru, w którym przedmiot odbywa się, z wykorzystaniem poczty elektronicznej lub wskazanej platformy np. Teams lub Moodle.
Do egzaminu mogą przystąpić wszystkie zarejestrowane do przedmiotu osoby, niezależnie od wyniku (pozytywny/negatywny) zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych.
Warunkiem zaliczenia wykładu jest przystąpienie do egzaminu i uzyskanie pozytywnej oceny (przynajmniej dostatecznej) z każdego pytania zestawu egzaminacyjnego.
Ocena z egzaminu jest średnią arytmetyczną ocen uzyskanych za każde z pytań. Pytania oceniane są zgodnie ze skalą ocen: od 2,0 (niedostateczny) do 5,0 (bardzo dobry).
Dla egzaminu wyznacza się trzy terminy po zakończeniu wykładów: dwa w sesji zimowej oraz jeden w sesji jesiennej.
Poprawa niezdanego egzaminu, po wykorzystaniu ogłoszonych trzech terminów, jest możliwa w kolejnym cyklu realizacji przedmiotu.
Ewentualna poprawa oceny zdanego egzaminu wymaga ponownego przystąpienia do egzaminu wyznaczonego w danej sesji.
Ćwiczenia audytoryjne:
Ćwiczenia audytoryjne są drugim elementem przedmiotu. Ćwiczenia odbywają się w wymiarze 3 godzin tygodniowo.
Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia się jest dokonywana na podstawie wyników zaliczeń pisemnych.
Warunkiem zaliczenia ćwiczeń jest zaliczenie wszystkich czterech zadań rachunkowych w ramach zorganizowanych dwóch kolokwiów
pisemnych. Do zaliczenia zadania rachunkowego niezbędne jest uzyskanie większej niż 50% maksymalnej liczby punktów przewidzianych
za to zadanie.
Terminy kolokwiów i ich szczegółowy zakres zostanie przedstawiony przez prowadzących na zajęciach wprowadzających. Dla tych
studentów, którzy nie spełnili warunków zaliczenia oraz dla osób nieobecnych zostanie zorganizowany jeden termin poprawkowy.
Ocena końcowa z ćwiczeń audytoryjnych może być podwyższona o pół stopnia, np. z 4,0 na 4,5 w przypadku zaliczenia wszystkich czterech
zadań rachunkowych oraz wyróżniającej się aktywności studenta przy rozwiązywaniu zadań rachunkowych.
Obecność studentów 2-go roku (I stopnień studiów) na zajęciach jest obowiązkowa i jest sprawdzana.
Usprawiedliwienie nieobecności na zajęciach odbywa się na podstawie zwolnienia lekarskiego przedstawionego prowadzącemu ćwiczenia
w terminie 7 dni od daty zakończenia obowiązywania zwolnienia. Student może mieć maksymalnie 3 nieusprawiedliwione nieobecności.
Po przekroczeniu tego limitu student otrzymuje ocenę niedostateczną z ćwiczeń.
Podczas weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się zaleca się, żeby student dysponował kalkulatorem naukowym.
Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z części wykładowej (egzamin pisemny) i ćwiczeń audytoryjnych.
Oceny te są wpisywane jako odrębne zaliczenia oraz ocena zintegrowana. Ocena zintegrowana jest obliczana na podstawie pozytywnych ocen z egzaminu i ćwiczeń audytoryjnych w następujący sposób:
Ocena zintegrowana z przedmiotu= 0,6 x ocena z egzaminu + 0,4 x ocena z ćwiczeń
W przypadku niezaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć, powtórzenia wymaga tylko ta część przedmiotu (wykład i/lub ćwiczenia audytoryjne), z której student nie uzyskał oceny pozytywnej.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma wiedzę niezbędną do opisu przemian gazowych, statyki reakcji chemicznych, równowag fazowych, kinetyki reakcji chemicznych, elektrochemii oraz wykonywania analiz chemicznych.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, kolokwium, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W01, K1\_W02, K1\_W03

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

**Charakterystyka W2:**

Ma wiedzę niezbędną do wyznaczania wybranych właściwości fizykochemicznych, badania równowag fazowych i chemicznych.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, kolokwium, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W06

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

**Charakterystyka W3:**

Ma podstawową wiedzę z zakresu zagadnień chemii fizycznej z elementami termodynamiki i kinetyki stosowanych w inżynierii chemicznej.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, kolokwium, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W11

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

**Charakterystyka W4:**

Ma wiedzę o najnowszym metodach opisu matematycznego i modelowania zjawisk fizykochemicznych, termodynamicznych, równowag fazowych oraz oddziaływań międzycząsteczkowych w inżynierii chemicznej i procesowej

Weryfikacja:

egzamin pisemny, kolokwium, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W12

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi korzystać z dostępnych tematycznych informacji i je analizować.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, kolokwium, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U01

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

**Charakterystyka U2:**

Ma umiejętności samokształcenia.

Weryfikacja:

dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U21

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Rozumie potrzebę dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K01

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

**Charakterystyka KS2:**

Prawidłowo reaguje na problemy związane z pracą inżyniera.

Weryfikacja:

dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K02

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

**Charakterystyka KS3:**

Potrafi myśleć i działać efektywnie i kreatywnie.

Weryfikacja:

dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K03

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

**Charakterystyka KS4:**

W sposób zrozumiały podaje do wiadomości publicznej informacje o inżynierii chemicznej.

Weryfikacja:

dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K04

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