



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Termodynamika procesowa [S1IFar2>TP]

Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria farmaceutyczna

Rok/Semestr

2/3

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

30

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

6,00

Koordynatorzy

dr hab. Maciej Galiński prof. PP

maciej.galinski@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Student: Ma wiedzę z zakresu chemii ogólnej (pisanie reakcji chemicznych, przeliczanie stężeń, znajomość szkła laboratoryjnego i podstawowych urządzeń laboratoryjnych). Ma wiedzę z zakresu matematyki i fizyki umożliwiającą wprowadzenie zagadnień z chemii fizycznej (podstawowe prawa fizyki, aparat różniczkowy). Potrafi przygotować roztwory o danych stężeniach. Posiadanie świadomości dalszego poszerzania swoich kompetencji.

Cel przedmiotu

Zapoznanie studentów z zagadnieniami z chemii fizycznej na poziomie akademickim w zakresie: zasad i funkcji termodynamicznych (potencjały termodynamiczne jako siła napędowa procesów, termochemia, standaryzacja funkcji termodynamicznych oraz matematyczne relacje termodynamiczne), równowag fazowych dla układów jedno- i wieloskładnikowych, fizykochemii roztworów, równowag chemicznych, adsorpcji na ciele stałym, układów koloidalnych oraz źródeł energii.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student będzie potrafił formułować i objaśniać podstawowe zasady, teorie z zakresu chemii fizycznej,

podać proste przykłady ich zastosowania w otaczającym świecie. [K_W4]

2. Student będzie potrafił definiować podstawowe pojęcia i prawa termodynamiki, określać podstawowe ograniczenia i zakres ich stosowalności; opisać zjawiska i procesy na gruncie termodynamiki. [K_W4, K_W11]

Umiejętności:

1. Student będzie potrafił pozyskać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie. [K_U1]

2. Student będzie potrafił pracować indywidualnie i w zespole; oszacować czas potrzebny na realizację otrzymanego zadania. [K_U25]

3. Będzie potrafił zaplanować i przeprowadzić pomiary podstawowych wielkości fizykochemicznych. [K_U2]

4. Student będzie potrafił opracować, opisać i przedstawić wyniki eksperymentu lub obliczeń teoretycznych. [K_U2, K_U11]

Kompetencje społeczne:

1. Student będzie miał świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. Będzie potrafił pracować w zespole. [K_K2]

2. Student będzie posiadał umiejętność samokształcenia się z zakresu przedmiotu. [K_K1]

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana podczas egzaminu pisemnego. Egzamin składa się z 3 pytań otwartych za taką samą liczbę punktów i 15 pytań testowych. Próg zaliczeniowy: 53% punktów.

Ćwiczenia laboratoryjne: ocena na podstawie ilości punktów otrzymanych za wykonanie poszczególnych ćwiczeń. Próg zaliczeniowy: 56%

Ćwiczenia rachunkowe: ocena na podstawie zdobytych punktów za aktywność w trakcie zajęć, napisanie kartkówki i kolokwium. Próg zaliczeniowy: 60% punktów

Jeżeli zajęcia będą odbywać się w trybie zdalnym, formy zaliczenia przedmiotu pozostają bez zmian i będą przeprowadzane z wykorzystaniem narzędzi udostępnionych przez Politechnikę Poznańską (platforma e-kursy).

Treści programowe

Wykłady:

1. Wprowadzenie i podstawowe definicje

Układ i otoczenie. Parametry termodynamiczne. Zmienne i ich jednostki. Rozkład energii. Energia cieplna. Średnia energia cieplna cząstek. Rozkład Maxwella-Boltzmanna. Temperatura (zerowa zasada termodynamiki) jej różne skale. Termodynamiczna skala temperatury. Gaz idealny. Gaz rzeczywisty. Definicja współczynnika kompresji. Opis gazu rzeczywistego za pomocą wielomianu (równanie wirialne). Współczynnik wirialny - temperatura Boyle'a. Oddziaływania molekularne Van der Waalsa. Opis gazu rzeczywistego za pomocą równania van der Waalsa. Izoterma Van der Waalsa, izoterma gazu doskonałego

2. Pierwsza Zasada termodynamiki

Energia wewnętrzna - energia całkowita układu. Bilans energetyczny reakcji (procesu) - bilans energii wewnętrznej energetyczny. Różnica energii zawartej w produktach i substratach wymienianych z otoczeniem. Odmiany pracy: elektryczne, zmiany powierzchni, objętościowej. Jak magazynowana jest energia wewnętrzna? Praca objętościowa - równanie. Praca i ciepło nie są funkcją stanu. Różniczka całkowita różniczka energii wewnętrznej. Definicja pojemności cieplnej, Pojemność cieplna - zależność temperaturowa. Zależność energii wewnętrznej od T i P . Definicja entalpii.

3. Pojemność cieplna.

Pojemność cieplna przy stałej zależności p i V , związek C_P i C_V . Pojemność cieplna dla gazu doskonałego.

Rozprężanie się gazu doskonałego do próżni, Eksperyment Joule'a- energia wewnętrzna jako jedyny parametr zależności od temperatury. Eksperymenty Joule'a-Thompsona - gazy doskonałe i rzeczywiste.

4. Proces adiabatyczny

Odwracalne i nieodwracalne procesy adiabatyczne. Praca i ciepło w procesie adiabatycznym.

5. Druga zasada termodynamiki

Pojęcie entropii jako miara chaosu. Całkowita entropia może wzrosnąć, ale nie może się zmniejszyć. Całkowita zmiana entropii całkowita jako suma zmian entropii układu i otoczenia. Odwracalność procesów. Trzecia zasada termodynamiki. Entropia jako strzałka czasu. Kierunek procesów. Przykłady i obliczenia

6. Energia Gibbsa (G) i Energia Swobodna (F) jako parametry pochodne entropii.

Energia Gibbsa (entalpia swobodna) - podstawowe równanie termodynamiki chemicznej. Praca i ciepło zależą od sposobu przeprowadzenia procesu. Funkcje stanu. Proces izobaryczny i izochoryczny. Przemiana adiabatyczna. Definicja energii Gibbsa. Definicja energii Helmholtza. Kiedy używać której funkcji ($p = \text{const.}$ lub $v = \text{const.}$).

7. Termochemia 1.

Standaryzacja funkcji termodynamicznych. Standardowe entalpie formacji. Specyfikacja stanu odniesienia. Entropia standardowa. Entropia substancji w pobliżu zera Kelvina. Kalorymetryczny pomiar entalpii i entropii substancji.

8. Termochemia 2

Zależność temperaturowa ciepła reakcji - prawo Hessa. Równowaga reakcji. Entalpia swobodna i zależność stałej równowagi. Wpływ temperatury stałej równowagi - równanie van't Hoffa. Zależność stałej równowagi od ciśnienia- równanie van Laara

9. Równowagi fazowe - układ jednoskładnikowy

Reguła faz Gibbsa. Topienie, odparowanie, sublimacja. Diagramy fazowe: ciecz-para. Zależność prężności par od temperatury, równanie Clausiusa-Clapeyrona. Krzywe grzania cieczy. Zjawisko wrzenia - temperatura wrzenia. Zależność temperatury wrzenia od ciśnienia. Ciepło parowania, ciepło kondensacji. Chłodzenie przez odparowanie wody. Kawitacja. Przemiana ciecz-ciało stałe. Zależność temperatury topnienia od ciśnienia. Przejście ciało stałe-para: sublimacja. Zależność prężności pary nad ciałem stałym od temperatury. Zależność temperaturowa prężności par dla równowag ciecz-gaz, ciecz-ciało stałe i ciało stałe-gaz. Diagram fazowy układu jednoskładnikowego. Różne fazy stałe.

10. Równowagi fazowe - układ wieloskładnikowy

Analiza termiczna. Diagramy fazowy. Równowagi faz ciecz-gaz dla układów wieloskładnikowych. Destylacja, destylacja frakcyjna. Azeotropy. Destylacja ropy naftowej, destylacja alkoholu rolniczego. Równowagi faza ciecz-ciało stałe dla układów wieloskładnikowych. Krystalizacja, oczyszczanie. Prosta mieszanka eutektyczna. Eutektyka roztworów stałych, diagram fazowy. Mieszanina eutektyczna z chemicznym połączeniem między składnikami. Mieszanina perytektyczna. Budowa stopów eutektycznych. Stopy metali, przykłady.

11. Maszyny cieplne

Silnik cieplny. Zasada działania - zbiornik ciepła, chłodnica. Sprawność silnika cieplnego. Cykl Carnot'a. Silnik parowy. Silnik turbinowy. Silnik Stirlinga. Pompy ciepła, zasada działania. Sprawność chłodnicy i pompy ciepła.

12. Roztwory 1

Roztwory rzeczywiste i idealne. Częstkowe wielkości molowe, potencjał chemiczny, zależność potencjału chemicznego od ciśnienia i temperatury. Nadmiarowe funkcje mieszania. Rodzaje roztworów

13. Roztwory 2.

Ekstrakcja, osmoza, odwrócona osmoza - opis. Membrany. Temperatura wrzenia i topnienia roztworów. Zależność od stężenia. Równanie Clausiusa-Clapeyrona dla parowania, stała krioskopowa i ebullioskopowa.

14. Transport i przepływy

Bodźce i przepływy. Przenoszenie masy, ciepła, obciążenia i pędu. Efuzja. Równanie Knudsen. Dyfuzja, pierwsze prawo dyfuzji Ficka. Równania dyfuzji. Współczynnik dyfuzji. Termodyfuzja. Przewodność cieplna, przewodnictwo ciepła. Przepływ ładunku elektrycznego. Lepkość, współczynnik lepkości. Ciecze nienewtonowskie. Prawo Ohma. Przewodność.

15. Układy koloidalne

Dyspersja, definicja układów koloidalnych. Podziały układów koloidalnych. Gazozole, liozole, zole stałe. Koloidy liofilowe i liofobowe. Układy fazowe, cząsteczkowe i micelarne. Tworzenie układów koloidalnych: metody dyspersyjne i kondensacyjne. Tworzenie emulsji. Struktura miceli. Ładunek ochronny. Potencjał zeta. Elektroforeza. Efekt Tyndall'a. Lepkość układów koloidalnych. Niszczanie układów koloidalnych. Koagulacja-peptyzacja.

Ćwiczenia rachunkowe:

Obliczenia fizykochemiczne z zakresu:

TERMODYNAMIKA CHEMICZNA

I zasady termodynamiki. Bilans cieplny reakcji chemicznych. Obliczanie efektów cieplnych na podstawie wartości tablicowych. Pojemność cieplna C_v i C_p oraz ich zależność od temperatury. Obliczanie wpływu temperatury na efekty cieplne procesów chemicznych. Standaryzacja efektów cieplnych reakcji

chemicznych. II zasady termodynamiki. Określanie kierunku przemiany chemicznej. Entropia jako funkcja stanu określająca kierunek. Potencjały termodynamiczne - obliczanie stałej równowagi reakcji chemicznych. Określanie wpływu temperatury na stałą równowagi chemicznej.

Ćwiczenia laboratoryjne:

RÓWNOWAGI FAZOWE

Zależność prężności pary nad cieczą od temperatury, równanie Clausiusa-Clapeyrona. Ciepło i entropia parowania, reguła Troutona. Parowanie w układzie dwuskładnikowym. Prężność pary nad roztworem. Prawo Raoult'a, prawo Henry'ego. Wykresy fazowe ciecz - para, destylacja, rektyfikacja. Układy azeotropowe. Reguła faz Gibbsa. Typy równowagi ciecz - faza stała układów dwuskładnikowych. Stopy dwu- i wieloskładnikowe. Wykresy fazowe ciecz - ciało stałe. Krzywe stygnięcia. Analiza termiczna. Potencjał chemiczny substancji rozpuszczonej. Aktywność i współczynnik aktywności. Prawo podziału Nernsta. Układy trójskładnikowe. Wykresy fazowe ciecz-ciecz. Ekstrakcja. Zastosowanie ekstrakcji.

RÓWNOWAGI CHEMICZNE

Związek funkcji termodynamicznych ze stałą równowagi reakcji. Zależność stałej równowagi reakcji od temperatury. Ciepło reakcji i jego zależność od temperatury. Pojęcie iloczynu rozpuszczalności. Konduktometria. Pomiar przewodności elektrycznej roztworów elektrolitów. Budowa naczynka konduktometrycznego. Ciepło reakcji i jej pomiar. Prawa termochemiczne. Równania termodynamiczne. Ciepło reakcji przy stałym ciśnieniu lub przy stałej objętości. Molowe entalpie tworzenia, spalania, rozpuszczania, rozcieńczania i inne. Kalorymetria. Budowa i rodzaje kalorymetrów. Ogniwa i rodzaje ogniw. Metody pomiaru siły elektromotorycznej ogniwa.

Tematyka zajęć

brak

Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna

Ćwiczenia laboratoryjne: wykonanie danego eksperymentu w ramach ćwiczenia laboratoryjnego oraz pisemne opracowanie każdego ćwiczenia laboratoryjnego - ćwiczenia praktyczne.

Ćwiczenia rachunkowe: projektowanie, omówianie i rozwiązywanie zadań.

Literatura

Podstawowa:

1. K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia Fizyczna, PWN Warszawa 2013
2. P. Atkins, Chemia Fizyczna, PWN Warszawa 2019
3. H. Buchowski, W. Ufnalski, Podstawy termodynamiki, WNT Warszawa 1998
4. H. Buchowski, W. Ufnalski, Fizykochemia gazów i cieczy, WNT Warszawa 1998
5. W. Ufnalski, Równowagi chemiczne, WNT Warszawa 1998
6. P.W. Atkins, C.A Trapp, M.P.Cady, C.Giunta Chemia fizyczna. Zbiór zadań z rozwiązaniami
7. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z chemii fizycznej

Uzupełniająca:

1. P. Atkins, Podstawy Chemii Fizycznej, PWN Warszawa 1999
2. L. Sobczyk, A. Kisz, Chemia fizyczna dla przyrodników, PWN Warszawa 1977
3. J. Minczewski, Chemia analityczna, PWN Warszawa 2005
4. H. Buchnowski, W. Ufnalski Wykłady z chemii fizycznej, WNT Warszawa 1998

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	158	6,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	79	3,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	79	3,00