



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Termodynamika chemiczna i procesowa

Przedmiot

Kierunek studiów

Technologia Chemiczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

30

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

6

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr. hab. Maciej Galiński. Prof. PP

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

e-mail: maciej.galinski@put.poznan.pl

tel.61 66 52 310

Wydział Technologii Chemicznej

ul. M. Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań

Wymagania wstępne

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 termodynamiki 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

Student będzie potrafił formułować i objaśniać podstawowe teorie z zakresu zjawisk powierzchniowych i maszyn cieplnych oraz źródeł energii. K_W03, K_W10

Student będzie potrafił definiować podstawowe pojęcia i prawa termodynamiki, określać podstawowe ograniczenia i zakres ich stosowalności; opisać zjawiska i procesy na gruncie termodynamiki. K_W03, K_W10

Umiejętności

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_U01

Student będzie potrafił zaplanować i przeprowadzić pomiary podstawowych wielkości fizykochemicznych. K_U22, K_U23

Student będzie potrafił zastosować zasady termodynamiki przy realizacji procesów chemicznych. K_U23

Student będzie posiadał umiejętność samokształcenia się z zakresu przedmiotu. K_U05

Student będzie potrafił opracować, opisać i przedstawić wyniki eksperymentu lub obliczeń teoretycznych. K_U09

Kompetencje społeczne

Student będzie miał świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. Potrafił pracować w zespole. K_K03

Student będzie rozumiał potrzebę dokończenia się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych. K_K01

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%

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-Boltzmann. 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 CP i CV. 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 adiabaticzny

Odwracalne i nieodwracalne procesy adiabaticzne. Praca i ciepło w procesie adiabaticznym.

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 adiabaticzna. Definicja energii Gibbsa. Definicja energii Helmholtza. Kiedy używać której funkcji (p = const. lub v = 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 ebulioskopowa.



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 i laboratoryjne:

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.

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, 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. Ognia i rodzaje ogniw. Metody pomiaru siły elektromotorycznej ogniwie.

Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna

Laboratorium - metoda praktyczna - ćwiczenia laboratoryjne. Planowanie, wykonanie i analiza rezultatów eksperymentu fizykochemicznego.

Literatura

Podstawowa

1. K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia Fizyczna, PWN Warszawa 2013
2. P. Atkins, Chemia Fizyczna, PWN Warszawa 2019
3. L. Sobczyk, Eksperymentalna Chemia Fizyczna, PWN Warszawa 1982
4. P.W. Atkins, C.A Trapp, M.P.Cady, C.Giunta Chemia fizyczna. Zbiór zadań z rozwiązaniami
5. J. Demichowicz-Pigoniowa Obliczenia fizykochemiczne, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej Wrocław 1997
6. W. Ufnalski, Obliczenia fizykochemiczne, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej 1995
7. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z chemii fizycznej

Uzupełniająca

1. P. Atkins, Podstawy Chemii Fizycznej, PWN Warszawa 1999
2. L. Sobczyk, A. Kiswa, 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	135	6
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	70	3
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwium i egzaminu, przygotowanie protokołów) ¹	65	3

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności