



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Chemical and Process Thermodynamics

### Przedmiot

Kierunek studiów

Chemical Technology

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

II/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

Laboratoria

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

30

0

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Prof. Andrzej Lewandowski

e-mail: [andrzej.lewandowski@put.poznan.pl](mailto:andrzej.lewandowski@put.poznan.pl)

tel. 061 665 23 09

Wydział Technologii Chemicznej

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

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### 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:

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

### Treści programowe

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'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 ogniwie.

### Metody dydaktyczne

Ćwiczenia rachunkowe z dyskusją. Metoda dedukcyjna. Ćwiczenia polegają na rozwiązywaniu zadań cząstkowych i rozwiązywaniu problemów szczegółowych.

### 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. Kisza, 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	50	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	35	1,4
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwium i egzaminu, przygotowanie protokołów) <sup>1</sup>	15	0,6

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności