

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii, Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Chemia fizyczna
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Physical chemistry
KOD PRZEDMIOTU	WITCh ICHIP oIS B10 19/20
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	6.00
SEMESTRY	3 4

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	15	15	30	0	0	0
4	30	0	0	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie podstaw termodynamicznych procesów chemicznych, przemian fazowych i zjawisk powierzchniowych. Przewidywanie kierunku zachodzenia procesów samorzutnych oraz wyliczanie parametrów dla równowag chemicznych i fizycznych, a także określanie wpływu temperatury, ciśnienia i stężenia na stany równowago-

we. Poznanie zasad rządzących kinetyką reakcji chemicznych. Uświadomienie znaczenia zdobywanej wiedzy w projektowaniu i kontroli procesów i aparatów chemicznych.

**Cel 2** Nabycie praktycznej umiejętności wyliczania parametrów termodynamicznych i kinetycznych procesów chemicznych oraz przewidywania zachowania się układów w różnych warunkach na podstawie obliczeń i znajomości wykresów fazowych.

**Cel 3** Nabycie praktycznej umiejętności wykonywania pomiarów fizykochemicznych i interpretacji ich wyników.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawowy kurs matematyki, rachunku różniczkowego i całkowego, podstawowy kurs fizyki oraz chemii ogólnej.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zrozumienie podstaw termodynamiki chemicznej i znaczenia termodynamicznych funkcji stanu oraz ich zmian w określaniu stanów równowagi fizycznej i chemicznej oraz kierunku przebiegu reakcji chemicznych i przemian fazowych. Poznanie podstaw elektrochemicznych procesów równowagowych, ogniwa elektrochemiczne.

**EK2 Umiejętności** Umiejętność obliczania wartości termodynamicznych funkcji stanu z wyników pomiarów doświadczalnych oraz na podstawie stabelaryzowanych wartości standardowych. Umiejętność obliczania zmian wartości funkcji termodynamicznych z temperaturą i ciśnieniem i wykorzystania ich do przewidywania zmian stanów równowagi. Powyższe umiejętności stosowane w odniesieniu do czystych substancji oraz roztworów.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność wykorzystywania wykresów, w tym przede wszystkim wykresów fazowych, do określania zmian przy zmianie temperatury, ciśnienia i stężenia oraz przewidywania przebiegu procesów przemian fazowych, określania składów faz będących w równowadze i ilości tych faz.

**EK4 Wiedza** Poznanie zjawisk powierzchniowych, stanów równowagi z nimi związanych, napięcia powierzchniowego i adsorpcji oraz mieszanin koloidalnych.

**EK5 Wiedza** Poznanie praw kinetyki chemicznej, równań kinetycznych i wpływu temperatury na szybkość reakcji.

**EK6 Umiejętności** Umiejętność wyliczenia składu reagującej mieszaniny po pewnym czasie oraz czasu potrzebnego do uzyskania określonego stopnia przereagowania pod kątem znaczenia tych obliczeń przy projektowaniu reaktorów. Umiejętność przewidzenia zmian szybkości reakcji przy zmianie temperatury, ciśnienia i stężenia.

**EK7 Umiejętności** Umiejętność wykonania pomiarów fizykochemicznych i interpretacji wyników takich pomiarów.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	<p>Właściwości gazów. Gaz doskonały. Równanie stanu. Gazy rzeczywiste. Mieszanki gazów. Termodynamika, termodynamika chemiczna wprowadzenie. Pojęcia podstawowe. Zerowa zasada termodynamiki. Temperatura i skala temperatury. Energia ciepło i praca. Termodynamiczne funkcje stanu. Układ i otoczenie, typy układów. Wielkości ekstensywne i intensywne. I Zasada termodynamiki. Rodzaje pracy. Procesy nieodwracalne i odwracalne. Pojemność cieplna. Stan standardowy. Termochemia. Prawo Hessa. Ciepło tworzenia i ciepło spalania. Termochemiczne energie wiązań. Cykl termochemiczny. Zależność entalpii reakcji od temperatury. Samorzutność procesów. Entropia. II Zasada termodynamiki. III Zasada termodynamiki. Entropia absolutna. Energia Helmholtza i Gibbsa. Warunki samorzutności procesów w różnych układach. Maksymalna praca i jej związek z funkcjami Helmholtza i Gibbsa. Zależność wartości funkcji termodynamicznych od temperatury i ciśnienia. Statyka chemiczna. Energia Gibbsa reakcji. Bilans materiałowy układu reagującego. Prawo działania mas. Termodynamiczna stała równowagi reakcji. Związki między stałymi równowagi. Reguła przekory. Wpływ ciśnienia i temperatury na stan równowagi ujęcie ilościowe. Równanie izobary van Hoffa.</p>	15
W2	<p>Stan równowagi. Warunki termodynamiczne. Równowaga w układach jednoskładnikowych. Wykresy fazowe. Przemiany i równowagi fazowe. Zależność stabilności faz od temperatury i ciśnienia. Równanie Clausiusa-Clapeyrona. Równanie Antoine'a. Potencjał chemiczny. Termodynamika prostych mieszanin i procesów mieszania. Prawo Raoult'a. Prawo Henry'ego. Wykresy fazowe izobary i izoterm dla układów dwuskładnikowych ciecz-para. Destylacja prosta i frakcjonowana. Zeotropy i azeotropy. Równowagi fazowe ciecz-para dla układów niemieszających się i o ograniczonej mieszalności. Równowagi fazowe ciecz-ciecz. Równowagi fazowe ciało stałe-ciecz. Krzywe chłodzenia. Roztwory stałe i eutektyki. Układy z tworzącym się związkiem chemicznym topiącym się kongruentnie i niekongruentnie. Równowagi dla układów trójskładnikowych. Trójkąt Gibbsa. Ekstrakcja i prawo podziału Nernsta. Właściwości koligatywne podwyższenie temperatury wrzenia, obniżenie temperatury krzepnięcia, obniżenie prężności pary i osmoza. Roztwory rzeczywiste. Stany standardowe. Aktywność. Współczynnik aktywności i funkcje nadmiarowe. Doskonałość i niedoskonałość. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Oddziaływania van der Waalsa. Zjawiska powierzchniowe. Napięcie powierzchniowe. Efekt kapilarny. Zwilżalność i niezwilżalność. Kąt zwilżania. Surfaktanty. Hydrofobowość i hydrofilowość. Termodynamika hydratacji węglowodorów. Adsorpcja. Adsorpcja fizyczna i chemiczna. Izoterm adsorpcji. Izoterma Langmuira. Izoterma BET. Zależność adsorpcji od temperatury i entalpia adsorpcji. Koloidy. Stabilność koloidów. Zarys teorii DLVO. Koagulacja i flokulacja. Koagulanty. Micele. Krytyczne stężenie micelizacji. Elektrochemia równowagowa. Ogniwa elektrochemiczne. Rodzaje półogniw. Związek energii Gibbsa reakcji z potencjałem ogniwa. Równanie Nernsta. Potencjały (standardowe) półogniw. Energie Gibbsa solwatacji jonów. Aktywności jonów. Wyznaczanie współczynnika aktywności. Wyznaczanie funkcji termodynamicznych z pomiarów potencjału ogniwa. Szybkość reakcji chemicznych i równania kinetyczne. Rząd reakcji. Postać całkowita równania kinetycznego dla reakcji zerowego, pierwszego i drugiego rzędu. Czas połowicznego zaniku. Zależność szybkości reakcji od temperatury. Parametry w równaniu Arrheniusa. Zarys teorii stanu przejściowego. Kataliza. Lepkość. Dyfuzja. Przewodnictwo elektrolitów.</p>	30

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Równanie stanu gazu doskonałego. Termochemia. Prawo Hessa. Standardowe entalpie tworzenia i spalania. Termochemiczne energie wiązań. Cykl termochemiczny. Zależność entalpii i entropii reakcji od temperatury. Równowaga chemiczna. Bilans materiałowy układu reagującego. Wyznaczanie stałej równowagi reakcji i obliczanie stężeń reagentów w stanie równowagi. Wpływ ciśnienia i temperatury na stan równowagi ujęcie ilościowe.	15

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Wprowadzenie. Stosowane techniki laboratoryjne. BHP w laboratorium chemii fizycznej.	2
L2	Napięcie powierzchniowe.	4
L3	Zależność prężności pary od temperatury mierzona metoda izoteniskopową. Entalpia parowania.	4
L4	Równowaga ciecz-para w układach dwuskładnikowych. Destylacja.	4
L5	Równowaga ciecz-ciecz w układach trójskładnikowych. Trójkąt Gibbsa.	4
L6	Prawo podziału Nernsta. Ekstrakcja.	4
L7	Wyznaczanie izotermy adsorpcji z fazy ciekłej.	4
L8	Podsumowanie. Odrabianie ćwiczeń niezaliczonych.	4

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia tablicowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	90
Konsultacje przedmiotowe	6
Egzaminy i zaliczenia w sesji	6
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	50
Opracowanie wyników	28
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	30
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>210</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	6.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Egzamin pisemny i ustny z części wykładowej

**F2** Ocena z ćwiczeń tablicowych (semestr III)

**F3** Ocena z laboratorium (semestr III)

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń tablicowych, laboratorium i oceny pozytywnej z egzaminu (semestr III)

**W2** Uzyskanie oceny pozytywnej z egzaminu (semestr IV)

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	< 50%
NA OCENĘ 3.0	od 50% do 59,99%

NA OCENĘ 3.5	od 60% do 69,99%
NA OCENĘ 4.0	od 70% do 79,99%
NA OCENĘ 4.5	od 80% do 89,99%
NA OCENĘ 5.0	równe lub powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	< 50%
NA OCENĘ 3.0	od 50% do 59,99%
NA OCENĘ 3.5	od 60% do 69,99%
NA OCENĘ 4.0	od 70% do 79,99%
NA OCENĘ 4.5	od 80% do 89,99%
NA OCENĘ 5.0	równe lub powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	< 50%
NA OCENĘ 3.0	od 50% do 59,99%
NA OCENĘ 3.5	od 60% do 69,99%
NA OCENĘ 4.0	od 70% do 79,99%
NA OCENĘ 4.5	od 80% do 89,99%
NA OCENĘ 5.0	równe lub powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	< 50%
NA OCENĘ 3.0	od 50% do 59,99%
NA OCENĘ 3.5	od 60% do 69,99%
NA OCENĘ 4.0	od 70% do 79,99%
NA OCENĘ 4.5	od 80% do 89,99%
NA OCENĘ 5.0	równe lub powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	< 50%
NA OCENĘ 3.0	od 50% do 59,99%

NA OCENĘ 3.5	od 60% do 69,99%
NA OCENĘ 4.0	od 70% do 79,99%
NA OCENĘ 4.5	od 80% do 89,99%
NA OCENĘ 5.0	równe lub powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	< 50%
NA OCENĘ 3.0	od 50% do 59,99%
NA OCENĘ 3.5	od 60% do 69,99%
NA OCENĘ 4.0	od 70% do 79,99%
NA OCENĘ 4.5	od 80% do 89,99%
NA OCENĘ 5.0	równe lub powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	< 50%
NA OCENĘ 3.0	od 50% do 59,99%
NA OCENĘ 3.5	od 60% do 69,99%
NA OCENĘ 4.0	od 70% do 79,99%
NA OCENĘ 4.5	od 80% do 89,99%
NA OCENĘ 5.0	równe lub powyżej 90%

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W02 K1_W05	Cel 1	W1 L3 L4 L5 L6	N1	F1
EK2	K1_U01 K1_U08 b	Cel 2	W1 C1 L3 L4	N1 N2	F1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK3	K1_U01 K1_U12 b	Cel 1 Cel 2	W1 L4 L5	N1 N2	F1 F3
EK4	K1_W02 K1_U01 K1_U12 b	Cel 1 Cel 2	W2 L2 L7 L8	N1 N3	F1 F3
EK5	K1_W02 K1_W06	Cel 2	W2	N1	F1
EK6	K1_W02 K1_U01 K1_U08 b	Cel 2	W2	N1	F1
EK7	K1_U16 b	Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 L8	N3	F3

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] P. W. Atkins, J. de Paula — *Chemia fizyczna*, Warszawa, 2016, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2 ] K. Pigon, Z. Ruziewicz — *Chemia fizyczna*, Warszawa, 2017, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [3 ] E. T. Dutkiewicz — *Fizykochemia powierzchni*, Warszawa, 1998, WNT
- [4 ] P. W. Atkins, C. A. Trapp — *Chemia fizyczna. Zbiór zadań z rozwiązaniami*, Warszawa, 2001, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [5 ] S. Kurek, A. Włodarczyk — *Zadania z chemii fizycznej*, Krakow, 1990, PK

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] A. Stokłosa — *Podstawy termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej dla chemików*, Kraków, 1998, PK
- [2 ] P. Atkins, J. de Paula, J. Keeler — *Atkins' Physical Chemistry*, Oxford, 2018, Oxford University Press

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Stefan Kurek (kontakt: [stefan.kurek@pk.edu.pl](mailto:stefan.kurek@pk.edu.pl))



**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

- 1 dr hab. Piotr Romańczyk (kontakt: pr@chemia.pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Stefan Kurek (kontakt: skurek@chemia.pk.edu.pl)
- 3 dr Barbara Laskowska (kontakt: bjd@chemia.pk.edu.pl)
- 4 dr Tomasz Lubera (kontakt: luberski@interia.pl)
- 5 dr inż. Wiktor Kasprzyk (kontakt: jumper.wk@gmail.com)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....