



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ CHEMICZNY



# INFORMATOR

**Technologia Chemiczna**

**Studia I stopnia  
profil ogólnoakademicki**

WARSZAWA marzec 24

## Kierunek Technologia Chemiczna

<b><i>Program studiów:</i></b>	<a href="#"><u>Semestr 1</u></a>
	<a href="#"><u>Semestr 2</u></a>
	<a href="#"><u>Semestr 3</u></a>
	<a href="#"><u>Semestr 4</u></a>
	<a href="#"><u>Semestr 5</u></a>
	<a href="#"><u>Semestr 6</u></a>
	<a href="#"><u>Semestr 7</u></a>

Dodatkowo podczas toku studiów studenci zobowiązani są do odbycia Praktyki zawodowej. Więcej informacji można uzyskać u Pełnomocnika ds. Praktyk.

<http://www.ch.pw.edu.pl/Studenci/Praktyki-obowiazkowe-i-dodatkowe>

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 1

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-00000-ISP-BHP1</a>	BHP	4	0	0	0	0	0
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-1002</a>	Chemia	45	30	0	0	0	5
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-1003</a>	Fizyka 1	30	15	0	0	0	4
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-1004</a>	Grafika inżynierska	0	0	0	30	0	2
5	<a href="#">1020-TC000-ISP-1005</a>	Matematyka 1	60	60	0	0	0	9
6	<a href="#">1020-TC000-ISP-1006</a>	Podstawy nauki o materiałach 1	15	15	0	0	0	3
7	<a href="#">1020-TC000-ISP-1007</a>	Podstawy obliczeń inżynierskich 1	30	0	0	0	0	3
8	<a href="#">1020-TC000-ISP-1008</a>	Przedsiębiorczość innowacyjna	30	0	0	0	0	2
9		Przysposobienie biblioteczne	2	0	0	0	0	0
10	<a href="#">1020-TC000-ISP-1010</a>	Technologia informacyjna	0	0	30	0	0	2

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 2

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-2002</a>	Chemia – laboratorium	0	0	60	0	0	5
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-2001</a>	Chemia nieorganiczna	45	15	0	0	0	5
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-2008</a> <a href="#">1020-TC000-ISP-2010</a>	Elektrotechnika i elektronika**	15	0	15	0	0	2
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-2004</a>	Fizyka 2	30	15	0	0	0	3
5	<a href="#">1020-TC000-ISP-2005</a>	Fizyka – laboratorium	0	0	30	0	0	2
6		<a href="#">Język Obcy*</a>	0	60	0	0	0	4
7	<a href="#">1020-TC000-ISP-2006</a>	Matematyka 2	45	45	0	0	0	7
8	<a href="#">1020-TC000-ISP-2007</a>	Elementy komunikacji interpersonalnej w naukach ścisłych i technice	30	0	0	0	0	2
9		Wychowanie fizyczne*	0	30	0	0	0	0

\* zapisy na Język obcy oraz Wychowanie fizyczne prowadzone są przez system USOS w podanych wcześniej do wiadomości terminach. W toku studiów należy zrealizować: 180h języka obcego oraz zaliczyć Egzamin językowy na poziomie B2, a także zrealizować 3 semestry Wychowania fizycznego.

\*\* do wyboru:

1020-TC000-ISP-2008 – dr hab. inż. Krzysztof Siwek, prof. uczelni

1020-TC000-ISP-2010 – dr hab. inż. Grzegorz Pankanin

#### Lista przedmiotów obieralnych:

Deklaracja poniższych przedmiotów możliwa po konsultacji z Prodziekan ds. studenckich.

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1		Podstawy nauki o materiałach 2	45	0	15	0	0	5
2		Podstawy obliczeń inżynierskich 2	30	0	0	30	0	5

# Kierunek Technologia Chemiczna

## Semestr 3

### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-3006</a>	Automatyka i pomiary	15	0	15	0	0	2
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-3005</a>	Bezpieczeństwo pracy i ergonomia	15	0	0	0	0	1
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-3002</a>	Chemia analityczna 1	15	0	0	0	0	2
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-3011</a>	Chemia fizyczna 1	30	30	0	0	0	4
5	<a href="#">1020-TC000-ISP-3012</a>	Chemia fizyczna 2	30	15	15	0	0	5
6	<a href="#">1020-TC000-ISP-3008</a>	Informatyka	0	0	30	0	0	2
7		<a href="#">Język Obcy*</a>	0	60	0	0	0	4
8	<a href="#">1020-TC000-ISP-3004</a>	Laboratorium analizy ilościowej	0	0	45	0	0	3
9	<a href="#">1020-TC000-ISP-3003</a>	Prawo karne a chemia	30	0	0	0	0	2
10	<a href="#">1020-TC000-ISP-3009</a>	Statystyka**	15	30	0	0	0	3
11	<a href="#">1020-TC000-ISP-3007</a>	Statystyka dla Chemika**	15	30	0	0	0	3
12		Wychowanie fizyczne	0	30	0	0	0	0

\* zapisy na Język obcy oraz Wychowanie fizyczne prowadzone są przez system USOS w podanych wcześniej do wiadomości terminach. W toku studiów należy zrealizować: 180h języka obcego oraz zaliczyć Egzamin językowy na poziomie B2, a także zrealizować 3 semestry Wychowania fizycznego.

\*\* - do wyboru

1020-TC000-ISP-3009 – dr inż. Michał Stronkowski

1020-TC000-ISP-3007 – prof. dr hab. inż. Patrycja Ciosek-Skibińska

[wróć do tabeli z programem](#)

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 4

#### Lista przedmiotów :

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-4006</a>	Aparatura chemiczna i maszynoznawstwo	30	0	0	0	0	2
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-4001</a>	Chemia analityczna 2	15	0	0	0	0	2
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-4008</a>	Chemia organiczna	60	15	0	0	0	6
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-4002</a>	Inżynieria chemiczna	45	30	0	0	0	5
5		<a href="#">Język Obcy*</a>	0	60	0	0	0	4
6	<a href="#">1020-TC000-ISP-4003</a>	Laboratorium analizy instrumentalnej	0	0	45	0	0	4
7	<a href="#">1020-TC000-ISP-4005</a>	Laboratorium termodynamiki i chemii fizycznej	0	0	60	0	0	5
8	<a href="#">1020-TC000-ISP-4004</a>	Spektroskopowe metody badania struktury materii	30	15	0	0	0	4
9		<a href="#">Wychowanie fizyczne*</a>	0	30	0	0	0	0

\* zapisy na Język obcy oraz Wychowanie fizyczne prowadzone są przez system USOS w podanych wcześniej do wiadomości terminach. W toku studiów należy zrealizować: 180h języka obcego oraz zaliczyć Egzamin językowy na poziomie B2, a także zrealizować 3 semestry Wychowania fizycznego.

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 5

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-5001</a>	Aparatura chemiczna i maszynoznawstwo – laboratorium	0	0	45	0	0	3
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-5005</a>	Chemia organiczna – laboratorium	0	0	90	0	0	7
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-5006</a>	Materiałoznawstwo, kompozyty i korozja	45	0	0	0	0	3
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-5004</a>	Podstawy krystalografii rentgenowskiej	15	30	0	0	0	3
5	<a href="#">1020-TC000-ISP-5002</a>	Projektowanie procesów technologicznych*	30	0	0	30	0	4
6	<a href="#">1020-TC000-ISP-5003</a>	Projektowanie procesów technologicznych*	30	0	0	30	0	4
7	<a href="#">1020-TC000-ISP-5007</a>	Technologia chemiczna 1	45	15	0	0	0	5
8		Przedmioty obieralne (należy wybrać seminarium w wymiarze 30h oraz dodatkowy przedmiot w wymiarze 30h)	30				30	5

\*do wyboru:

1020-TC000-ISP-5002 – dr inż. Paweł Ruśkowski

1020-TC000-ISP-5003 - dr hab. inż. Sławomir Jodzis

## Lista przedmiotów obieralnych sem. 5:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-5001</a>	Chemia koloru	15	0	0	0	0	1
2	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-5009</a>	Chemia nieorganiczna II – podstawy chemii koordynacyjnej, metaloorganicznej, bioinorganicznej i supramolekularnej	30	0	0	0	0	2
3	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-5013</a>	Chemia organiczna 2	30	0	0	0	0	2
4	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-5008</a>	Nowoczesne narzędzia chemii strukturalnej do przeszukiwania i analizy danych	15	0	0	0	0	1
5	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-5002</a>	Ekotoksykologia	15	0	0	0	0	1
6	<a href="#">1020-TCSEM-ISP-5001</a>	Fizykochemiczne podstawy procesów katalitycznych – seminarium	0	0	0	0	30	3
7	<a href="#">1020-TCSEM-ISP-5002</a>	Miniaturyzacja w chemii analitycznej – seminarium	0	0	0	0	30	3
8	<a href="#">1020-TCSEM-ISP-5003</a>	Podstawy produkcji, przetwórstwa i zastosowania tworzyw sztucznych – seminarium	0	0	0	0	30	3
9	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-5003</a>	Polimery naturalne	15	0	0	0	0	1
10	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-5012</a>	Praktyczne aspekty interpretacji widm IR, Ramana i NMR	15	15	0	0	0	2
11	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-5006</a>	Termodynamika molekularna	30	0	0	0	0	2
12	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-5011</a>	Recykling polimerów	15	0	0	0	0	1
13	<a href="#">1020-TCLAB-ISP-5000</a>	Modelowanie chemiczne w języku Python	0	0	30	0	0	2



## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 6

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-6001</a>	Biotechnologia	30	0	0	0	0	2
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-6002</a>	Inżynieria reaktorów chemicznych	15	15	0	0	0	2
3		Język obcy – Egzamin B2	0	0	0	0	0	0
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-6004</a>	Metody badania materiałów – laboratorium	0	0	45	0	0	3
5	<a href="#">1020-TC000-ISP-6005</a>	Projektowanie procesów technologicznych – projekt*	0	0	0	30	0	3
6	<a href="#">1020-TC000-ISP-6006</a>	Projektowanie procesów technologicznych – projekt*	0	0	0	30	0	3
7	<a href="#">1020-TC000-ISP-6003</a>	Technologia chemiczna 2	45	15	0	0	0	5
8	<a href="#">1020-TC000-ISP-6007</a>	Technologia chemiczna – laboratorium	0	0	60	0	0	5
		Technologie specjalne I	30	0	75	0	0	10

\*do wyboru:

1020-TC000-ISP-6005 - dr hab. inż. Sławomir Jodzis

1020-TC000-ISP-6006 – dr inż. Paweł Ruśkowski

#### Technologie specjalne I - lista przedmiotów sem. 6:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TCLAB-ISP-6001</a>	Laboratorium metrologii chemicznej	0	0	75	0	0	7
2	<a href="#">1020-TCLAB-ISP-6002</a>	Laboratorium podstaw syntezy i technologii związków biologicznie czynnych	0	0	75	0	0	7
3	<a href="#">1020-TCLAB-ISP-6003</a>	Laboratorium procesów technologii nieorganicznej	0	0	75	0	0	7
4	<a href="#">1020-TCLAB-ISP-6004</a>	Laboratorium syntezy i badania polimerów	0	0	75	0	0	7

5	<a href="#">1020-TCLAB-ISP-6005</a>	Laboratorium technologii ciała stałego	0	0	75	0	0	7
6	<a href="#">1020-TCLAB-ISP-6006</a>	Laboratorium technologii materiałów wysokoenergetycznych	0	0	75	0	0	7
7	<a href="#">1020-TCLAB-ISP-6007</a>	Laboratorium technologii specjalnych - synteza i kataliza	0	0	75	0	0	7
8	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-6007</a>	Metody syntezy organicznej	30	0	0	0	0	3
9	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-6006</a>	Metody syntezy polimerów	30	0	0	0	0	3
10	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-6004</a>	Podstawy chemii i technologii materiałów wysokoenergetycznych	30	0	0	0	0	3
11	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-6001</a>	Podstawy chemii koloidów	30	0	0	0	0	3
12	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-6003</a>	Podstawy i zastosowania sensorów chemicznych i biochemicznych	30	0	0	0	0	3
13	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-6002</a>	Podstawy technologii ciała stałego	30	0	0	0	0	3
14	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-6005</a>	Przemysłowe zastosowania związków metaloorganicznych	30	0	0	0	0	3

[wróć do tabeli z programem](#)

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 7

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-7003</a>	Bezpieczeństwo techniczne i zagrożenia ekologiczne	15	0	0	0	0	1
2	<a href="#">1020-TCLAB-ISP-*</a>	Inżynierskie laboratorium dyplomowe	0	0	90	0	0	6
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-7001</a>	Ochrona środowiska w technologii chemicznej	30	0	0	0	0	2
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-PINZ</a>	Przygotowanie inżynierskiej pracy dyplomowej	0	0	90	0	0	15
5	<a href="#">1020-TCSEM-ISP-*</a>	Seminarium dyplomowe	0	0	0	0	30	2
6	<a href="#">1020-TC000-ISP-7002</a>	Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi	30	0	0	0	0	2
7		Technologie specjalne II	30	0	0	0	0	2

#### Technologie specjalne II - lista przedmiotów sem. 7:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-7003</a>	Elektrochemia techniczna	30	0	0	0	0	2
2	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-7001</a>	Współczesna analityka procesowa w technologii chemicznej	30	0	0	0	0	2
3	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-7007</a>	Metody badań materiałów wysokoenergetycznych	30	0	0	0	0	2
4	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-7002</a>	Podstawy przetwórstwa i modyfikacji tworzyw sztucznych	30	0	0	0	0	2
5	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-7006</a>	Reakcje wieloskładnikowe w syntezie organicznej	15	0	0	0	15	2
6	<a href="#">1020-TCWYK-ISP-7005</a>	Zasady zrównoważonego rozwoju w chemii	30	0	0	0	0	2

<a href="#">wróć do tabeli z programem</a> lry realizacji pracy		zakład/katedra
7001	dr hab. inż. Lena Ruzik, prof. Uczelni	Katedra Chemii Analitycznej
7002	prof. dr hab. inż. Marek Marcinek	Katedra Chemii Nieorganicznej
7003	dr hab. Joanna Cieśla, prof. uczelni	Katedra Biotechnologii Środków Leczniczych i Kosmetyków
7004	dr hab. inż. Tadeusz Hofman, prof. uczelni	Katedra Chemii Fizycznej
7005	dr hab. inż. Paweł Maksimowski, prof. uczelni	Zakład Materiałów Wysokoenergetycznych
7006	prof. dr hab. inż. Stanisław Ostrowski	Katedra Chemii Organicznej
7007	prof. dr hab. inż. Janusz Lewiński	Zakład Katalizy i Chemii Metaloorganicznej
7008	prof. dr hab. inż. Krzysztof Krawczyk	Katedra Technologii Chemicznej
7010	prof. dr hab. inż. Michał Chudy	Katedra Biotechnologii Medycznej
7011	prof. dr hab. inż. Paweł Parzuchowski	Katedra Chemii i Technologii Polimerów

**Aparatura chemiczna i maszynoznawstwo**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Chemical Equipment and Machine Science</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Jakub Gac, prof. Uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z budową, zasadami działania i obsługą aparatów i urządzeń wchodzących w skład instalacji przemysłu chemicznego oraz pokrewnych gałęzi przemysłu.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Podstawowe informacje o aparatach i maszynach w instalacjach przemysłowych. Materiały konstrukcyjne aparatów i maszyn. Dodatkowe elementy instalacji: rurociągi, armatura, automatyka. (3h)
2. Aparaty i maszyny służące do magazynowania i transportu substancji - zbiorniki magazynowe, przenośniki, pompy, sprężarki (6h)
3. Aparatury i maszyny służące do przeprowadzania procesów mechanicznych - mieszalniki, klasyfikatory, odpylacze, separatory faz, filtry (6h)
4. Aparatury i maszyny służące do przeprowadzania procesów cieplnych - wymienniki ciepła, wyparki, krystalizatory (6h)
5. Aparatury i maszyny służące do przeprowadzania procesów wymiany masy - kolumny rektyfikacyjne, absorbery, adsorbery, ekstraktory, suszarki (6h)
6. Piece, reaktory chemiczne i bioreaktory (3h)

**Metody oceny:****Wykład:**

Warunkiem zaliczenia wykładu jest uzyskanie pozytywnej oceny z dwóch kolokwium pisemnych (pierwsze odbywa się po omówieniu 3. tematu i sprawdza wiedzę z tematów 1.-3., a drugie - pod koniec semestru, sprawdza wiedzę z tematów 4-6).

**Literatura:**

## Literatura podstawowa:

1. J. Warych „Aparatura chemiczna i procesowa”, OWPW 2004
2. W. Biały „Maszynoznawstwo”, WNT różne wydania
3. M. Chwiej „Maszynoznawstwo ogólne”, PWN różne wydania

## Literatura uzupełniająca:

1. Artykuły źródłowe polecane przez prowadzącego
2. Mały poradnik mechanika, t. I i II

**Aparatura chemiczna i maszynoznawstwo - laboratorium**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Chemical equipment and machine science - laboratory</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Bogumiła Wrzeńska</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>laboratorium (45h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z budową, zasadami działania i obsługą aparatów i urządzeń wchodzących w skład instalacji przemysłu chemicznego oraz pokrewnych gałęzi przemysłu.

**Treści kształcenia:**

Wprowadzenie do zajęć w laboratorium z uwzględnieniem: zagadnień BHP, zasad obsługi aparatury procesowej i prowadzenia doświadczeń, opracowania i przedstawiania wyników. Wykonanie ćwiczeń oraz prostych zadań projektowych dotyczących:

1. Badania charakterystyk pomp
2. Rozdzielania zawiesin w hydrocyklonie i wirówce sedymentacyjnej
3. Filtracji w prasie filtracyjnej
4. Odpylania gazów
5. Wymienników ciepła
6. Klimatyzacji powietrza

**Metody oceny:**

1. Za każde ćwiczenie wystawiane są dwie oceny: jedna za sprawozdanie i zadanie projektowe oraz druga za kolokwium z uwzględnieniem oceny za przygotowanie i wykonanie ćwiczenia.

2. Oceny z poszczególnych ćwiczeń są wystawiane wg skali: 2 - niezaliczone; 3- (2,75 do obliczenia średniej); 3; 3+ (3,25); 3,5; 4- (3,75); 4; 4+ (4,25); 4,5; 5- (4,75); 5.

3. Do zaliczenia całości ćwiczeń laboratoryjnych wymagane jest wykonanie wszystkich ćwiczeń przewidzianych harmonogramem i uzyskanie pozytywnych ocen ze sprawozdań i z kolokwium zaliczeniowych.

4. Ocena końcowa jest wystawiana na podstawie średniej z wszystkich ocen zaliczających poszczególne ćwiczenia z wagą 40% oceny za sprawozdania i 60% oceny za kolokwium, wg skali: <3,25 - 3; 3,25÷3,74 - 3,5; 3,75÷4,24 - 4; 4,25÷4,6 - 4,5; >4,6 - 5.

**Literatura:**

1. Praca zbiorowa pod red. L. Gradonia, Laboratorium Aparatury Procesowej. Oficyna Wydawnicza PW, 2017
2. Warych J., Aparatura Chemiczna i Procesowa, Oficyna Wydawnicza PW, 2004.
3. Selecki A., Gradoń L., Podstawowe procesy przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa 1985
4. Błasiński H., Młodziński B., Aparatura przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa 1983
5. Kostro J., Elementy, urządzenia i układy automatyki, WSiP, Warszawa, 2005

**Automatyka i pomiary**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Automation and Measurements</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>mgr inż. Jerzy Gustowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (15h)+Laboratorium (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Przedmiot obejmuje podstawowe zadania związane z identyfikacją obiektów sterowania, strukturami regulacji oraz ich metodami projektowania oraz urządzeniami automatyki. Przedmiot prezentuje przegląd metod automatyzacji procesów przetwórczych w zakresie występującym w przemyśle chemicznym, podstawowych urządzeń wykonawczych (w głównej mierze zaworów) oraz podstawowych pomiarów przemysłowych, Wprowadzona jest podstawowa klasyfikacja metod modelowania wraz z objaśnieniami. Zaprezentowany zostanie algorytm regulacji PID wraz z metodami strojenia oraz sprzęt typu PLC. Przedstawiony jest również opisu struktur sterowania - SAMA.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Zadanie identyfikacji obiektów dynamicznych. Klasyfikacja modeli. Modele nieliniowe, charakterystyki statyczne, linearyzacja i modele liniowe. - 5 godz.
2. Działanie regulacji ręcznej i automatycznej. Charakterystyki statyczne i dynamiczne układu regulacji. Algorytmy regulacji typu P, I, PI, PID oraz regulacja przekątnikowa. Dobór nastaw regulatorów. Zasadniczym elementem automatyki jest mikroprocesorowy regulator programowalny. - 4 godz.
3. Sterownie procesów przetwórczych. Typowe wyposażenie sterowni oraz przykładowe zadania wykonywane w sterowniach. Język opisu struktur automatyki SAMA-2 godz.
4. Przykładowe elementy wykonawcze automatyki (zawory, przepustnice,...). Serwomechanizmy. Manipulatory. - 2 godz.
5. Przykładowe elementy pomiarowe (ciśnienia, różnicy ciśnień, natężenia przepływu płynów, temperatury,...). Przekazywanie danych pomiarowych na odległość. Wybrane układy regulacji z omawianymi elementami pomiarowymi. - 2 godz.

*Laboratorium*

1. Sterownik PLC część I. Studenci poznają programowalny sterownik logiczny (PLC) oraz typową instalację sterowania binarnego. - 3 godz.
2. Sterownik PLC część II. Studenci przygotowują program sterujący dla instalacji poznanej w ćwiczeniu 1, w graficznym języku drabinkowym typowego sterownika binarnego. - 3 godz.
3. Regulacja PID. Studenci poznają regulator przemysłowy PID jako urządzenie, zapoznają się z możliwościami jego konfiguracji i strojenia oraz dobierają nastawy regulatora dla rzeczywistego obiektu hydraulicznego. - 3 godz.
4. Serwomechanizm. Studenci badają algorytm regulacji PID dla obiektu pozycjonowanego w pętli zamkniętej. Przy okazji badają problem stabilności i uchybu regulacji. - 3 godz.
5. Stacja Operatora Procesu. Celem ćwiczenia jest zapoznanie z hierarchicznym systemem automatyki, którego centralnym elementem jest stacja operatora procesu (komputer z przemysłowym oprogramowaniem SCADA ang. Supervisory Control and Data Acquisition). Studenci muszą nadzorować proces z pozycji operatora systemu. - 3 godz.

**Metody oceny:**

Punkty za zaliczenie wykładu: 70

Punkty za laboratoria (5 x 6 pkt): 30

Do zaliczenia przedmiotu należy spełnić dwa warunki:

- Ilość punktów z wykładów >35

- Ilość punktów z laboratorium >15

Punkty są przeliczane na ocenę wg algorytmu:

<51 = 2, 51-60 = 3, 61-70 = 3.5, 71-80 = 4, 81-90 = 4.5, 91-100 = 5

**Literatura:**

1. U. Kręglewska i in.: Podstawy sterowania - ćwiczenia laboratoryjne. Skrypt, Oficyna Wydawnicza PW, 2002.

2. Holejko D., Kościelny W., Automatyka procesów ciągłych, OWPW, Warszawa, 2012.

3. Jerzy Kostro, Elementy, Urządzenia i układy automatyki, WSiP, 2012



**Bezpieczeństwo pracy i ergonomia**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Work safety and ergonomics</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. Waldemar Tomaszewski, prof. Uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>1</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest prezentacja zasad przystosowania urządzeń technicznych i warunków pracy do możliwości psychofizycznych pracowników tak, aby zminimalizować zagrożenia dla ich zdrowia i usprawnić proces pracy. Omówiony zostanie wpływ wybranych warunków pracy na organizm ludzki. Szczegółowo zostaną przedstawione zasady ergonomii przy wykonywaniu prac w laboratorium chemicznym, np. przy pipetowaniu i pracy pod dygestorium, oraz w trakcie pracy z mikroskopem optycznym i na stanowisku komputerowym.

Wprowadzone zostaną podstawowe pojęcia określające zagrożenia podczas pracy w laboratorium chemicznym i w niektórych działach przemysłu chemicznego. Przedstawiony będzie wpływ błędów ludzkich na wypadki podczas realizacji procesów chemicznych, a także omówiona zostanie klasyfikacja niebezpiecznych właściwości substancji chemicznych.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Historia i główne trendy współczesnej ergonomii 3 h
2. Zasady ergonomii dla podstawowych czynności realizowanych w laboratorium chemicznym 4 h
3. Podstawowe zasady budowy i funkcjonowania laboratorium badawczego (m.in. chemicznego) 2 h
4. Bezpieczeństwo pracy w laboratorium chemicznym - ogólne zasady 1 h
5. Kompatybilność substancji chemicznych 1 h
6. Bezpieczeństwo wykonywania wybranych czynności w laboratorium chemicznym na przykładzie m.in. pracy pod zmniejszonym/zwiększonym ciśnieniem lub w warunkach zagrożenia pożarem 3 h
7. Zaliczenie 1 h.

**Metody oceny:***Wykład:*

Kolokwium pisemne - test wielokrotnego wyboru; do zaliczenia wymagane jest min. 51% punktów: <51% - 2, 51-60% - 3, 61-70% - 3.5, 71-80% - 4, 81-90% - 4.5, 91-100% - 5

**Literatura:**

1. E. Górecka, Ergonomia, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2002.
2. M. Woliński, G. Ogrodnik, J. Tomczyk, Ocena zagrożenia wybuchem, SG Służby Pożarniczej, wyd. 2, Warszawa 2007.
3. E. Czapik, H. Wojciechowska-Piskorska, BHP w laboratoriach chemicznych. Laboratoria badawcze, dydaktyczne, przemysłowe, ODDK Gdańsk, 2001.
4. Dan MacLeod, The Rules of Work, A Practical Engineering Guide to Ergonomics, Taylor & Francis, 2000.
5. www.ciop.pl.

**Bezpieczeństwo techniczne i zagrożenia ekologiczne**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Technical safety and environmental risks</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. Waldemar Tomaszewski, prof. Uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>1</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest przedstawienie podstawowych zagadnień związanych z bezpieczeństwem technicznym prowadzenia procesów technologicznych oraz współczesnymi zagrożeniami ekologicznymi. W dziedzinie bezpieczeństwa technicznego studenci poznają analizę zagrożeń i ryzyka, przede wszystkim w oparciu o teorię wybuchu cieplnego pozwalającą na przewidywanie bezpiecznych warunków procesów chemicznych. Omówione zostaną sposoby zapobiegania awariom, a w przypadku ich zajścia metody ograniczania ich skutków, m.in. dla wód, gleby i powietrza. Następnie omówione zostaną rodzaje współczesnych zagrożeń ekologicznych wynikających z technologicznej i nietechnologicznej działalności człowieka. Omówione zostaną mechanizmy przemieszczania się, m.in. uwolnionych w awariach przemysłowych, zanieczyszczeń chemicznych w środowisku naturalnym i skutki przez nie wywołwane.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Ogólne zasady bezpieczeństwa związane z realizacją technologii chemicznych 3 h
2. Analiza zagrożeń i ryzyka w oparciu o teorię wybuchu cieplnego. Bezpieczne warunki prowadzenia procesów chemicznych 3 h
2. Struktury ugrupowań odpowiedzialnych za zagrożenia wybuchem cieplnym 1h
3. Współczesne zagrożenia ekologiczne, Zagrożenia chemiczne i fizyczne 4 h
4. Mechanizmy przemieszczania się zanieczyszczeń w środowisku 3 h
5. Zaliczenie 1 h

**Metody oceny:**

Wykład: zaliczenie pisemne - test wielokrotnego wyboru

**Literatura:**

1. Tadao Yoshida. Safety of Reactive Chemicals. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Toyo, 1987.
2. Theodor Grever. Thermal Hazards of Chemical Reactions. Elsevier, Amsterdam-Lausanne-New York- Oxford-Shannon- Singapore-Tokyo, 1994.
3. Dinko Tuhtar. Fire and Explosion Protection: A System Approach. Halsted Press: a division of JOHN WILEY & SONS, New York-Chichester-Brisbane-Toronto.
4. Ekologia, A. Mackenzie, A. S. Ball, S. R. Virdee, Michał Kozakiewicz (Tł.); Anna Kozakiewicz (Tł.); Krzysztof Dmowski (Tł.), PWN, Warszawa, 2009.
5. Ekologia, David Peterson del Mar, Jan Karłowski (Tł.), Zysk i S-ka, Poznań, 2010.

## Biotechnologia

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Biotechnology</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Edyta Łukowska-Chojnacka</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Zapoznanie studenta z możliwościami praktycznego wykorzystania biotechnologii oraz współczesnymi kierunkami jej rozwoju. Przedstawione zostaną przykłady procesów biotechnologicznych w rolnictwie, ochronie środowiska, przemyśle spożywczym, chemicznym i farmaceutycznym. Omówione zostaną zasady selekcji, doskonalenia i przechowywania szczepów przemysłowych, warunki prowadzenia bioprocessów oraz przykładowe bioreaktory. Przedstawiona zostanie klasyfikacja enzymów, ich budowa, właściwości, mechanizm działania, podstawowe metody oczyszczania, immobilizowania oraz wyznaczania i modyfikowania ich aktywności. Wyjaśnione zostaną teoretyczne i praktyczne aspekty katalizy enzymatycznej oraz możliwości wykorzystania enzymów i całych komórek mikroorganizmów w syntezie chemicznej (biotransformacje). Omówione zostaną podstawowe techniki (rozdział kinetyczny, dynamiczny i sekwencyjny, metoda inwersji *in-situ*, asymetryczna redukcja związków prochiralnych) otrzymywania związków optycznie czynnych.

### Treści kształcenia:

1. Wprowadzenie - definicja biotechnologii, rodzaje i etapy rozwoju biotechnologii. (1h)
2. Drobnoustroje wykorzystywane w biotechnologii-bakterie, drożdże, grzyby mikroskopowe, niektóre glony. (2h)
3. Doskonalenie szczepów drobnoustrojów, metody ich przechowywania oraz hodowli. Bioreaktory w hodowli drobnoustrojów. (3h)
4. Proces biotechnologiczny - ogólne zasady planowania i przeprowadzania procesu biotechnologicznego. (2h)
5. Metody oddzielania biomasy i wyodrębniania produktów otrzymanych w procesach biotechnologicznych. Wybrane procesy biotechnologiczne. (3h)
6. Biotechnologia w ochronie środowiska. (2h)
7. Biotechnologia molekularna - wykorzystanie mikroorganizmów, zwierząt i roślin genetycznie modyfikowanych w procesach biotechnologicznych. (2h)
8. Budowa, właściwości oraz klasyfikacja enzymów. Teorie tłumaczące katalityczne działanie enzymów. Wyjaśnienie teoretycznych podstaw katalizy enzymatycznej. Biokataliza w rozpuszczalnikach organicznych. (3 h)
9. Techniki rozdzielenia mieszanin racemicznych (enzymatyczny rozdział kinetyczny, dynamiczny i sekwencyjny, metoda inwersji *in situ*, reakcje enancjodzielne). (2 h)
10. Reakcje z udziałem enzymów - biotransformacje: (6 h)
  - a) reakcje hydrolizy: esterazy, lipazy, proteazy (hydroliza estrów, amidów, epoksydów i nitryli),
  - b) reakcje utleniania i redukcji: dehydrogenazy (redukcja aldehydów, ketonów), reduktazy (redukcja olefin), oksygenazy, oksydazy (utlenianie alkoholi, aldehydów i olefin).
  - c) reakcje kondensacji: ligazy, liazy (reakcje aldolowe, reakcje tworzenia acyloli, reakcje addycji).
11. Metody immobilizacji enzymów oraz właściwości unieruchomionych biokatalizatorów. (2h)
12. Praktyczne zastosowanie enzymów: przemysł spożywczy, farmaceutyczny, kosmetyczny, chemiczny i diagnostyka medyczna. (2h)

**Metody oceny:**

Aby uzyskać ocenę pozytywną należy uzyskać co najmniej 50% punktów z egzaminu.

Ocena końcowa ustalana będzie na podstawie następującej punktacji:

- 50-60% - 3,0;
- >60-70% - 3,5;
- >70-80% - 4,0;
- >80-90% - 4,5;
- >90% - 5,0

**Literatura:**

- [1] K. Faber „Biotransformations in organic chemistry”, Springer 2018,
  - [2] L. Stryer „Biochemia”, PWN 2018,
  - [3] M. Adamczak, W. Bednarski, J. Fiedurek "Podstawy biotechnologii przemysłowej", Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2007,
  - [4] J. Buchowicz "Biotechnologia molekularna", PWN, 2009,
  - [5] D.B Hames, N.M. Hooper "Biochemia. Krótkie wykłady", PWN, 2006,
- Literatura uzupełniająca: artykuły źródłowe polecane przez prowadzącego.

## Chemia

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Chemistry</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Janusz Zachara</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (45h) + ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

### Cele przedmiotu:

Zapoznanie studentów z budową materii na poziomie drobinowym i makroskopowym, charakterystyką typów wiązań chemicznych, z podstawowymi pojęciami chemicznymi i nomenklaturą chemiczną, z prawidłowym zapisem równań reakcji chemicznych.

### Treści kształcenia:

#### Wykład:

- 1) Jednostki używane do opisu materii na różnych jej poziomach. Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne. Cząstki fundamentalne i elementarne, rodzaje oddziaływań. Charakterystyka trwałych cząstek.
- 2) Jądra atomowe. Reakcje jądrowe - rozpady promieniotwórcze, szeregi promieniotwórcze, rozszczepienie jąder. Nukleosynteza, powstawanie i rozpowszechnienie pierwiastków.
- 3) Wiązanie elektronów przez jądra atomowe. Kwantowy opis elektronu w polu jądra. Liczby kwantowe. Powłoki, podpowłoki, orbitale. Równanie Schrödingera, funkcje falowe, rozkład gęstości prawdopodobieństwa znalezienia elektronu. Wodoropodobne orbitale atomowe .
- 4) Reguła Rydberga zapętlania powłok elektronowych. Struktura rdzeni atomowych. Układ okresowy pierwiastków.
- 5) Charakterystyka stanów walencyjnych. Elektroujemność pierwiastków - skala Paulinga, Allreda-Rochowa. Elektroujemność Mullikena. Promienie rdzeni, polaryzowalność, elektroujemność. Trwałe drobin jednorodzeniowe pierwiastków.
- 6) Wiązania chemiczne. Wiązanie kowalencyjne. Teoria orbitali molekularnych w przybliżeniu LCAO dla cząsteczek dwurdzeniowych. Orbitale wiążące i antywiązące:  $\sigma$ ,  $\pi$ ,  $\delta$ . Rząd wiązania. Orbitale HOMO i LUMO.
- 7) Teoria wiązań walencyjnych dla układów wielordzeniowych, hybrydyzacja. Opis budowy drobin: schemat walencyjny, wzór elektronowy, budowa przestrzenna, model VSEPR.
- 8) Polaryzacja wiązań. Typy wiązań w drobinach z pojedynczym centrum koordynacji. Wiązania w drobinach kompleksowych. Rozszczepienie podpowłoki d w polu ligandów.
- 9) Czynniki elektronowy i przestrzenny a liczby koordynacyjne. Nazewnictwo związków koordynacyjnych. Wiązania z deficytem elektronów. Wiązania wodorowe, wpływ na budowę i właściwości układów makroskopowych.
- 10) Klasyfikacja drobin wynikająca z opisu wypełnienia stanów walencyjnych rdzeni przez elektrony i ligandy. System klasyfikacyjny i jego przekroje. Drobin złożone z elektronami.
- 11) Komplikacja struktur w drobinach z deficytem elektronów.
- 12) Deficyt ligandów a komplikacja struktur. Komplikacje struktur drobin tlenowych z różnymi liczbami koordynacyjnymi.
- 13) Związki chemiczne jako makroskopowe układy drobin. Oddziaływania międzydrobinowe, wiązania jonowe, metaliczne - teoria pasmowa.
- 14) Charakterystyka stanów skupienia materii. Sieć krystaliczna, energia sieci, cykl Born-Habera, układy krystalograficzne, sieci Bravais'a, komórka elementarna. Struktury najgęstszego upakowania, kryształy molekularne, fazy metaliczne.

- 15) Reakcje chemiczne i ich morfologia. Definicje reakcji kwasowo-zasadowych. Reakcje utleniania i redukcji. Jednolita definicja kwasów, zasad, utleniaczy i reduktorów. Stała równowagi reakcji chemicznej, zależność od temperatury.
- 16) Woda jako rozpuszczalnik, iloczyn jonowy wody, pH, iloczyn rozpuszczalności, dysocjacja związków chemicznych w roztworach wodnych, stałe dysocjacji i ich wykładniki. Stałe trwałości związków kompleksowych.
- 17) Potencjalne właściwości chemiczne związków. Powiązanie z przynależnością pierwiastków do bloków sp, dsp i fdsp.

#### Ćwiczenia:

Dyskusja nad wybranymi zagadnieniami przedstawianymi na wykładzie:

- 1) Podstawy obliczeń chemicznych. Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne.
- 2) Cząstki fundamentalne i elementarne, rodzaje oddziaływań. Charakterystyka trwałych cząstek.
- 3) Jądra atomowe. Reakcje jądrowe.
- 4) Kwantowy opis elektronu w polu jądra.
- 5) Układ okresowy pierwiastków. Trwałe drobiny jednordzeniowe pierwiastków.
- 6) Teoria orbitali molekularnych w przybliżeniu LCAO.
- 7) Teoria wiązań walencyjnych dla układów wielordzeniowych, hybrydyzacja.
- 8) Komplikacja struktur w drobinach z deficytem elektronów.
- 9) Deficyt ligandów a komplikacja struktur.
- 10) Oddziaływania międzdrobinowe, wiązania jonowe, metaliczne - teoria pasmowa.
- 11) Charakterystyka stanów skupienia materii.
- 12) Reakcje chemiczne i ich morfologia. Definicje reakcji kwasowo-zasadowych. Reakcje utleniania i redukcji.
- 13) Woda jako rozpuszczalnik, iloczyn jonowy wody, pH, iloczyn rozpuszczalności, dysocjacja związków chemicznych w roztworach wodnych, stałe dysocjacji i ich wykładniki. Stałe trwałości związków kompleksowych.

#### Metody oceny:

##### Wykład:

Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu i zaliczyć ćwiczenia. Warunkiem koniecznym do przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń.

Ocena końcowa będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych na egzaminie: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

##### Ćwiczenia:

Aby uzyskać oceną pozytywną za ćwiczenia konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium pisemnych. Ocena końcowa będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych na kolokwium: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

##### Ocena zintegrowana:

Ocena końcowa z przedmiotu „Chemia” jest średnią ważoną z ocen za wykład i ćwiczenia

$(0,5 \text{Wykład} + 0,5 \text{Ćwiczenia})$

#### Literatura:

1. A. Bielański: Podstawy chemii nieorganicznej. PWN, 1994 i wydania późniejsze.
2. Z. Gontarz: Związki tlenowe pierwiastków bloku sp. Oficyna Wydawnicza PW, 2009.
3. C. A. Górski: Klasyfikacja pierwiastków i związków chemicznych. WNT, 1994.
4. Z. Gontarz, A. Górski: Jednopierwiastkowe struktury chemiczne, WNT, 1998.
5. E. Skrzypczak, Z. Szepliński: Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych.

WN PWN, 2012.

6. E. Housecroft, A.G. Sharpe: Inorganic Chemistry. (4th edition) Pearson, Prentice Hall, 2012.

7. B.W. Pfennig: Principles of Inorganic Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., 2015.

**Chemia - laboratorium**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Chemistry – laboratory</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Andrzej Ostrowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>laboratorium (60h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi regułami pracy w laboratorium chemicznym, podstawowym sprzętem laboratoryjnym oraz zdobycia umiejętności wykonywania prostych czynności laboratoryjnych. Zajęcia obejmują wykonanie szeregu ćwiczeń eksperymentalnych dotyczących podstawowych zagadnień chemii nieorganicznej: równowag ustalających się w roztworze wodnym (w reakcjach kwasowo-zasadowych, kompleksowania, utleniania-redukcji, hydrolizy oraz w układzie sól trudnorozpuszczalna - roztwór), właściwości roztworów buforowych oraz metod pomiaru pH, przewodnictwa elektrolitycznego oraz siły elektromotorycznej ogniw galwanicznych. Celem zajęć jest również zdobycie wiedzy z podstaw preparatyki związków nieorganicznych oraz rozdzielania produktów metodą krystalizacji.

**Treści kształcenia:***Laboratorium:*

1. Podstawy pracy laboratoryjnej. Przygotowywanie roztworów.
2. Podstawy preparatyki związków nieorganicznych.
3. Rozdzielanie związków chemicznych metodą krystalizacji.
4. Hydroliza. Roztwory buforowe.
5. Reakcje red-ox. Reakcje kompleksowania.
6. Iloczyn rozpuszczalności.
7. Badanie właściwości chemicznych wybranych kationów i anionów.
8. Pomiar przewodności elektrolitycznej. Dysocjacja. Elektrolity i nieelektrolity.
9. Pomiar pH. Aktywność i siła jonowa roztworu.
10. Badanie właściwości zasadowych anionów.
11. Równowagi w roztworach wodnych.
12. Korozja i ochrona metali.
13. Oznaczanie twardości wody.

**Metody oceny:***Laboratorium:*

1. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest zdobycie co najmniej 50% punktów ze sprawdzianów oraz uzyskanie co najmniej 50% z sumarycznej ilości punktów
2. W przypadku uzyskania <50% punktów ze sprawdzianów student ma prawo do kolokwium poprawkowego, z którego student może otrzymać tylko jedną z następujących ocen: 2,0 (< 50% punktów) lub 3,0 (≥50%).
3. Sprawozdania będą oceniane w skali 2-5 punktów.
4. Ocena końcowa z przedmiotu „Chemia - laboratorium” wystawiana będzie na podstawie % punktów uzyskanych ze sprawdzianów i sprawozdań, zgodnie z następującą skalą ocen: < 50% = 2,0; 50% - 59% = 3,0; 60% - 69% = 3,5; 70% - 79% = 4,0; 80% - 89% = 4,5; >90% = 5,0



**Literatura:**

## Literatura podstawowa:

1. Praca zbiorowa, „Laboratorium chemii ogólnej i nieorganicznej”, Wydział Chemiczny PW, Warszawa 2000
2. K. Juszczyk, J. Nieniewska, „Ćwiczenia rachunkowe z chemii ogólnej”, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, 1996
3. Z. Gontarz, „Związki tlenowe pierwiastków bloku sp”, WNT, 1993
4. E. Schweda, „Chemia nieorganiczna, t. 1-2”, MedPharm 2014
5. A. Bielański, „Podstawy chemii nieorganicznej”, PWN, 1994 i wydania późniejsze.
6. Praca zbiorowa, „Podstawy chemii w inżynierii materiałowej - Laboratorium”, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2004
7. A. Hulanicki, „Reakcje kwasów i zasad w chemii analitycznej”, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1992

## Literatura uzupełniająca:

1. J. Minczewski, Z. Marczenko, „Chemia analityczna”, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2001
2. Z. Galus (red.), „Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej”, PWN Warszawa 2005

**Chemia analityczna 1**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Analytical Chemistry 1</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Lena Ruzik, prof. Uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z ogólną wiedzę teoretyczną na temat podstaw i praktyki klasycznych metod oznaczania stosowanych w nieorganicznej analizie chemicznej, ze szczególnym uwzględnieniem analizy miareczkowej (alkacymetrii, kompleksometrii, analizy strąceniowej, analizy redoksometrycznej) oraz analizy wagowej.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Wiadomości wstępne (2h):
  - a. chemia analityczna i jej miejsce w naukach chemicznych,
  - b. metody chemii analitycznej,
  - c. analiza klasyczna,
  - d. reakcja analityczna
2. Analiza miareczkowa (2h):
  - a. podstawowe definicje (miano roztworu, substancje podstawowe, punkt końcowy i równoważnikowy),
  - b. technika pracy, sprzęt, reakcje, rodzaje metod objętościowych
3. Alkacymetria (2h):
  - a. roztwory miareczkujące, roztwory buforowe,
  - b. wskaźniki, dobór wskaźników,
  - c. krzywe miareczkowania (w układach mocny kwas-mocna zasada, słaby kwas-mocna zasada),
  - d. miareczkowanie układów złożonych (metoda Wardera)
4. Kompleksometria (2h):
  - a. podstawowe pojęcia (definicja związku kompleksowego, rodzaje kompleksów, czynniki wpływające na trwałość kompleksów chelatowych, wybrane właściwości i zastosowania kompleksów),
  - b. miareczkowanie kompleksometryczne (właściwości EDTA, tworzenie kompleksów z tym odczynnikiem, krzywa miareczkowania, zasada działania metalowskaźników, sposoby prowadzenia miareczkowań)
5. Analiza strąceniowa (2h):
  - a. wiadomości podstawowe (iloczyn rozpuszczalności, rozpuszczalność, efekt wspólnego jonu, metody analizy strąceniowej),
  - b. krzywa miareczkowania roztworu zawierającego jony chlorkowe za pomocą roztworu azotanu srebra,
  - c. miareczkowanie mieszaniny soli,
  - d. wyznaczanie punktu końcowego
6. Analiza redoksometryczna (3h):
  - a. podstawowe pojęcia (definicje reakcji redoks, utleniacza, reduktora, bilansowanie reakcji redoks, potencjał elektrod i ich pomiar - normalna elektroda wodorowa, normalny potencjał elektrody - półówkowej reakcji redoks, równanie Nernsta, stałe równowagi reakcji redoks - potencjał formalny, reakcje zahamowane i indukowane),
  - b. ważniejsze utleniacze i reduktory stosowane w chemii analitycznej, amfotery redoks, krzywa miareczkowania,
  - c. wskaźniki redoks.
7. Analiza wagowa: (1h)

- a. rodzaje oznaczeń wagowych,
- b. etapy postępowania, właściwości odczynników strącających, powstawanie osadów krystalicznych i koloidowych - dobór właściwych warunków, koagulacja i „starzenie”, mechanizmy zanieczyszczania osadów, oczyszczanie przez przemywanie, sposoby sączenia i suszenia (prażenia), odczynniki strącające i osady analityczne.
- c. Metody lotnościowe.
- d. Metody elektrogravimetryczne: ogniwo galwaniczne a elektrolityczne, napięcie pracy elektrolizera, nadnapięcie stężeniowe i kinetyczne, elektroliza klasyczna (zjawiska występujące w trakcie procesu, stabilizacja potencjału z użyciem buforu potencjału), elektroliza z kontrolowanym potencjałem elektrody pracującej

**Metody oceny:****Wykład:**

Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu. Ocena końcowa: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

**Literatura:**

1. J. Minczewski, Z. Marczenko, Chemia Analityczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, tom I i II
2. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Foller, Fundamentals of Analytical Chemistry, Saunders College Publishing, Orlando; Podstawy chemii analitycznej, PWN 2006
3. Z. Galus i in., Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa

**Chemia analityczna 2**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Analytical Chemistry II</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Wojciech Wróblewski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
Rodzaj zajęć:	wykłady (15h)
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z instrumentalnymi technikami analitycznymi, w szczególności z fizykochemicznymi podstawami poszczególnych technik instrumentalnych, ich zakresem stosowalności i ograniczeniami, a także z rozwiązaniami konstrukcyjnymi urządzeń analitycznych wykorzystywanych w praktyce.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Metodyki analizy instrumentalnej (2h)
2. Techniki spektroskopowe (4h)
  - 2.1. Spektrofotometria cząsteczkowa, spektrofluorymetria
  - 2.2. Absorpcyjna spektrometria atomowa, emisyjna spektrometria atomowa
3. Techniki elektrochemiczne (5h)
  - 3.1. Potencjometria
  - 3.2. Polarografia, woltamperometria
  - 3.3. Konduktometria, kulometria
4. Techniki rozdzielania (4h)
  - 4.1. Chromatografia gazowa (GC)
  - 4.2. Chromatografia cieczowa (HPLC)
  - 4.3. Elektroforeza kapilarna i żelowa

**Metody oceny:***Wykład:*

Aby uzyskać ocenę pozytywną konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu pisemnego; ocena końcowa obliczana jest z sumy punktów z egzaminu: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

**Literatura:**

1. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej. Tom 2, PWN, 2007.
2. W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, 2022.
3. A. Cygański, Podstawy metod elektroanalitycznych, WNT, 2004.
4. A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, PWN, 2022.
5. Z. Witkiewicz, J. Kałużna-Czaplińska, Podstawy chromatografii i technik elektro-migracyjnych, WNT, 2011

**Chemia fizyczna 1**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Physical Chemistry 1</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Tadeusz Hofman, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h) + ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawami termodynamiki fenomenologicznej, w tym równowagowych procesów elektrochemicznych. Zastosowanie praw termodynamiki do rozwiązywania praktycznych problemów termochemii, równowag fazowych, równowag chemicznych i elektrochemicznych. Podstawowe informacje o właściwościach i opisie ilościowym gazów, substancji skondensowanych i ich mieszanin. Zakres materiału umożliwi konkretne zastosowania w technologii chemicznej. Celem jest też opanowanie przez studentów umiejętności samodzielnego rozwiązywania problemów wymagających obliczeń.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Aksjomaty termodynamiki klasycznej
  - 1.1. Podstawowe pojęcia (2 h)
  - 1.2. I zasada termodynamiki (1 h)
  - 1.3. Podstawy termochemii (1 h)
  - 1.4. II zasada termodynamiki (2 h)
  - 1.5. Konsekwencje zasad termodynamiki (2 h)
2. Właściwości cieczy i gazów, cz. 1
  - 2.1. Oddziaływania międzycząsteczkowe (2 h)
  - 2.2. Równania stanu (1h)
3. Równowagi fazowe substancji czystych (1 h)
4. Termodynamiczny opis mieszanin (1 h)
5. Termodynamika układów reagujących
  - 5.1. Podstawy (3 h)
  - 5.2. Reakcje chemiczne z pracą elektryczną (4 h)
6. Właściwości cieczy i gazów, cz. 2
  - 6.1. Specyficzne właściwości elektrolitów (2 h)
  - 6.2. Modele roztworów (2 h)
7. Równowagi fazowe
  - 7.1. Równowaga ciecż-para (2 h)
  - 7.2. Równowaga ciecż-ciecż (1 h)
  - 7.3. Równowaga ciecż-ciało stałe (2 h)
  - 7.4. Pozostałe równowagi (z udziałem fazy powierzchniowej, osmoza) (1 h)

**Ćwiczenia:**

1. Obliczenia termochemiczne (4 h)
2. Obliczenia zmian funkcji termodynamicznych, pracy i efektu cieplnego dla przemian gazów i faz skondensowanych (8 h)
3. Równowagi fazowe substancji czystej (2 h)
4. Równowagi chemiczne pomiędzy reagentami gazowymi (4 h)
5. Równowagi chemiczne w reakcjach heterofazowych (2 h)
6. Równowagi chemiczne z reakcjami jonowymi (2 h)
7. Ogniwa elektrochemiczne (2 h)
8. Równowagi fazowe w mieszaninach (4 h)

**Metody oceny:****Wykład:**

Ocena za egzamin pisemny. Punkty przyznawane są w skali 0-100 %.

**Ćwiczenia:**

Punkty za dwa równocenne kolokwia. Możliwe są dodatkowe punkty za rozwiązanie trudniejszych problemów adresowanych do wszystkich studentów. Maksymalnie za ćwiczenia można uzyskać 100 %. Warunkiem dopuszczenia do kolokwiów jest prawidłowe rozwiązanie spersonalizowanych zadań domowych.

**Ocena zintegrowana**

Końcowa ocena za przedmiot jest średnią arytmetyczną sumy ocen za egzamin i kolokwia. <50-60) % - 3,0; <60, 70) % - 3,5; <70,80) % - 4,0; <80, 90) % - 4,5; <90, 100> % - 5,0. W przypadku uzyskania <48, 50) %, student ma prawo do poprawy na egzaminie ustnym.

**Literatura:**

1. Chemia fizyczna, praca zbiorowa, PWN, Warszawa 1980.
2. P.W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 2003.
3. H. Buchowski, W. Ufnalski, Podstawy termodynamiki, WNT, Warszawa 1994.
4. H. Buchowski, W. Ufnalski, Gazy, ciecze, płyny, WNT, Warszawa 1994.
5. H. Buchowski, W. Ufnalski, Roztwory, WNT, Warszawa 1995.
6. H. Buchowski, W. Ufnalski, Równowagi chemiczne. WNT, Warszawa 1995
7. K. Pigoń, K. Ruziewicz, Chemia fizyczna. Podstawy fenomenologiczne. PWN, Warszawa, 2005.
8. K. Zalewski, Wykłady z mechaniki i termodynamiki statystycznej dla chemików, PWN, Warszawa 1982.
9. K. Zalewski, Wykłady z termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej, PWN, Warszawa 1978.
10. A. Kiszka, Elektrochemia I. Jonika, WNT, Warszawa 2000.
11. W. Libuś, Z. Libuś, Elektrochemia, PWN, Warszawa, 1987.
12. Materiały na stronie <http://hof.ch.pw.edu.pl/chf1.htm>.

**Chemia fizyczna 2**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Physical Chemistry 2</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Aneta Pobudkowska-Mirecka, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)+ćwiczenia (15h)+ laboratorium (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze zjawiskami zawartymi w następujących działach chemii fizycznej: kinetyka chemiczna, kataliza, zjawiska powierzchniowe, fotochemia, elektrochemia, chemia kwantowa. Przedmiot dostarcza informacji na temat ogólnych definicji i zasad opisywania zagadnień fizykochemicznych, zjawisk fizycznych towarzyszących przemianom chemicznym jak również opisem stanu kwantowego cząsteczki chemicznej. Celem ćwiczeń audytoryjnych jest zapoznanie z inżynierskimi, fizykochemicznymi obliczeniami zagadnień omawianych w programie wykładu. Celem laboratorium komputerowego jest zapoznanie studenta z praktycznymi aspektami metod obliczeniowych chemii kwantowej, których podstawy teoretyczne są omawiane w trakcie wykładu.

**Treści kształcenia:***Wykład:***Część I - chemia kwantowa**

1. Podstawy mechaniki kwantowej.
2. Podstawowe modele chemii kwantowej
3. Opis układu wielociałowego, przybliżenie adiabatyczne
4. Elektronowe równanie Schrödingera dla układu wielociałowego
5. Równanie Schrödingera dla jąder atomowych
6. Metoda funkcjonału gęstości oraz metoda oddziaływania konfiguracji

**Część II - procesowa**

1. Podstawy kinetyki chemicznej.
2. Podstawowe równania kinetyczne.
3. Równania kinetyczne reaktorów chemicznych.
4. Kinetyka reakcji złożonych.
5. Mechanizm reakcji elementarnych, teorie szybkości reakcji.
6. Kataliza i autokataliza.
7. Kataliza heterogeniczna.
8. Kinetyka reakcji jonowych i homogenicznych reakcji katalitycznych w roztworach.
9. Reakcje enzymatyczne. Biokataliza.
10. Fizykochemiczne podstawy farmakokinetyki.
11. Procesy elektrochemiczne.

*Ćwiczenia:*

1. Mechanizm reakcji chemicznych. Szybkość reakcji chemicznej. Stopień przemiany. Podstawowe prawa kinetyki chemicznej. Metody wyznaczania rzędów reakcji.
2. Reakcje rzędu zerowego, pierwszego, drugiego, n-tego. Rząd reakcji a stężenie. Wpływ temperatury na szybkość reakcji. Wyznaczanie stałych szybkości reakcji.
3. Równania kinetyczne reakcji prostych i złożonych (równoległych, odwracalnych, następczych, łańcuchowych, autokatalitycznych).
4. Mechanizm reakcji elementarnych - teorie szybkości reakcji: Arrheniusa, zderzeniowa, stanu przejściowego.
5. Kataliza i autokataliza. Katalizatory, kataliza homogeniczna, reakcje autokatalityczne i oscylacyjne.

6. Kinetyka reakcji katalitycznych na powierzchni jednorodnej.
7. Kinetyka reakcji jonowych i homogenicznych reakcji katalitycznych w roztworach. Wpływ ładunków reagujących jonów na stałą szybkości. Reakcje o szybkości ograniczonej dyfuzją. Efekty solne w reakcjach jonowych. Kataliza kwasowo-zasadowa.
8. Dynamika procesów elektrochemicznych.

#### Laboratorium

1. Wstęp do chemii obliczeniowej. Zapoznanie z podstawowymi funkcjami oraz możliwościami oprogramowania ORCA oraz Avogadro. Zastosowanie metody Hartree-Focka do obliczenia energii elektronowej molekuly. Optymalizacja geometrii cząsteczki chemicznej.
2. Wykorzystanie obliczeń kwantowo-mechanicznych do badania właściwości cząsteczek chemicznych. Moment dipolowy, rozkład ładunków w cząsteczce, rząd wiązania. Korelacja właściwości kwasowych/zasadowych z energią deprotonacji/przyłączenia protonu.
3. Orbitale molekularne. Poziomy HOMO i LUMO. Rozkład gęstości elektronowej w cząsteczce chemicznej, mapy potencjału elektrostatycznego. Lokalizacja orbitali molekularnych.
4. Symulacja przejść elektronowych. Absorpcja i emisja promieniowania. Relaksacja geometrii w stanie wzbudzonym.
5. Obliczenia częstości drgań i podstawowych funkcji termodynamicznych. Bilans entalpii i entalpii swobodnej przykładowej reakcji chemicznej (synteza amoniaku z wodoru i azotu).
6. Zależność energii molekuly od konformacji. Skan energia-konformacja. Minima lokalne i minimum globalne na krzywej potencjału - interpretacja. Bariera rotacji a szybkość rotacji, układy z zahamowaną rotacją.
7. Oddziaływanie międzycząsteczkowe. Wiązanie wodorowe. Energia wiązania wodorowego, zastosowanie teorii orbitali molekularnych w opisie wiązania wodorowego. Energia wiązania wodorowego a kwasowość/zasadowość donora/akceptora wiązania wodorowego.

#### Metody oceny:

1. Ocena za przedmiot jest zintegrowana i jest średnią arytmetyczną wyniku z laboratorium/ćwiczeń (40%) i oceny za egzamin (60%). Punkty zaliczeniowe z laboratorium/ćwiczeń otrzymuje się za 2 kolokwia (jedną z części kwantowej i jedną z części procesowej). Warunkiem koniecznym uzyskania zaliczenia jest zdobycie z każdej części (kwantowej i procesowej) 25% oraz 50% (50 punktów) z całości. Liczbę punktów za przedmiot uzyskuje się sumując punkty procentowe za obie części. W następujący sposób punktacja ta przenosi się na oceny:
  - < 50 % - nzał
  - [50 - 60) - dst
  - [60 - 70) - dst 1/2
  - [70 - 80) - db
  - [80 - 90) - db 1/2
  - [90 - 100) - bdb
2. W przypadku uzyskania wyniku bliskiego 45 %, możliwy jest egzamin ustny o ile zasady epidemiczne dopuszczają możliwość jego przeprowadzenia w formie stacjonarnej. Dokładna wartość minimum kwalifikującego będzie każdorazowo określana w czasie egzaminu.

Nie wprowadza się żadnych minimów punktowych dopuszczających do egzaminu.

#### Literatura:



Literatura podstawowa:

- [1] P.W. Atkins, Chemia fizyczna, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2007.
- [2] T. W. Herman, Chemia fizyczna, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2007.
- [3] A. Kiswa, Elektrochemia. Elektrodyka II, wykłady z chemii fizycznej, WNT, Warszawa, 2001.
- [4] A. Molski, Wprowadzenie do kinetyki chemicznej, WNT, Warszawa, 2001.
- [5] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna, Podstawy fenomenologiczne t. I, Wyd. Naukowe PWN SA, Warszawa, 2007.
- [6] W. Kołos: Chemia Kwantowa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1976.
- [7] L. Piel: Idee Chemii Kwantowej, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2007.

Literatura uzupełniająca:

- [8] L. Sobczyk, A. Kiswa, K. Gartner, A. Koll, Eksperymentalna chemia fizyczna, PWN, Warszawa 1982.
- [9] A. Bielański, K. Gumiński, B. Kamieński, K. Pigoń, L. Sobczyk, Chemia fizyczna, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1980.
- [10] S. Bursa, Chemia fizyczna, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1976.

**Chemia koloru**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Color chemistry</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. Daniel Gryko</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>1</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z budową, synteza, właściwościami fotofizycznymi oraz zastosowaniem barwników klasycznych i barwników funkcjonalnych, ze szczególnym uwzględnieniem ich roli w nowoczesnych technologiach.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Absorpcja światła. (1 godz.)
2. Barwniki polienowe i polimetinowe. (1 godz.)
3. Porfiryńoidy, i barwniki azowe. (1 godz.)
4. Barwniki karbonylowe. (1 godz.)
5. Emisja, fluorescencja, fosforescencja i diagram Jabłońskiego. (2 godz.)
6. Chemiluminescencja i bioluminescencja. (1 godz.)
7. Zastosowania barwników w technologii. (2 godz.)
8. Zastosowania barwników w biologii i medycynie w tym terapia fotodynamiczna. (1 godz.)
9. Fotosynteza i sztuczna fotosynteza. (2 godz.)
10. Optyka nieliniowa i jednoczesna absorpcja dwóch fotonów. (1 godz.)
11. Wewnątrzcząsteczkowy transfer protonów w stanie wzbudzonym. (1 godz.)

**Metody oceny:****Wykład:**

Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z zaliczenia. Ocena końcowa będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych z zaliczenia: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

**Literatura:**

- H. Zollinger, 'Color chemistry', Wiley, Weinheim, 2004.  
 S. Paszyc, 'Podstawy fotochemii', PWN, 1981.  
 B. Valeur, M. N. Barberan-Santos, 'Molecular fluorescence: Principles and applications', Wiley, Weinheim, 2012.

**Chemia nieorganiczna**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Inorganic Chemistry</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Janusz Zachara</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (45h) + ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z chemią wodoru i innych pierwiastków grup głównych oraz chemią związków pierwiastków przejściowych i ich faz metalicznych

**Treści kształcenia:****Wykład:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z szeroko rozumianymi właściwościami związków nieorganicznych. Na wykładzie przedstawiony zostanie:

1. Systematyczny przegląd struktur, reakcji oraz metod syntezy związków w sposób pozwalający na uporządkowanie wiedzy w oparciu o wskazane relacje pomiędzy budową elektronową i przestrzenną a reaktywnością.
2. Chemia pierwiastków grup głównych z podziałem na okresy i wskazaniem występujących w nich podobieństw strukturalnych. (18 h)
3. Opis właściwości wodoru i tlenu oraz tworzonych z ich udziałem związków. (15 h)
4. System klasyfikacyjny opisujący elektronowo-ligandową budowę sfery koordynacyjnej drobin. (4 h)
5. Wybrane zagadnienia dotyczące chemii pierwiastków przejściowych - zaprezentowane zostaną właściwości różnych klas związków tych pierwiastków w powiązaniu z ich budową elektronową i przestrzenną. (8 h)
6. **Ćwiczenia:**
7. Omawianie i dyskusja nad wybranymi zagadnieniami przedstawianymi na wykładzie:
8. Chemia pierwiastków grup głównych z podziałem na okresy i wskazaniem występujących w nich podobieństw strukturalnych.
9. Opis właściwości wodoru i tlenu oraz tworzonych z ich udziałem związków.
10. Wybrane zagadnienia dotyczące chemii pierwiastków przejściowych

**Metody oceny:****Wykład:**

Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z egzaminu i zaliczyć ćwiczenia. Warunkiem koniecznym do przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń. Ocena końcowa z wykładu (W) będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych na egzaminie: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

**Ćwiczenia:**

Aby uzyskać oceną pozytywną za ćwiczenia konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwii pisemnych. Ocena końcowa z ćwiczeń (C) będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych na kolokwiah: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

**Ocena zintegrowana:**

Ocena końcowa z przedmiotu „Chemia nieorganiczna” jest średnią ważoną ocen z wykładu oraz ćwiczeń (0,7W+0,3Ć).

**Literatura:**

1. F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gaus: „Chemia Nieorganiczna, Podstawy”. WNT, 1995.
2. Z. Gontarz: „Związki tlenowe pierwiastków bloku sp”. WNT, 1993.
3. A. Bielański: „Podstawy chemii nieorganicznej”. PWN, 1994 i wydania późniejsze.
4. L. Kolditz: „Chemia Nieorganiczna”, t.1-2. PWN, 1994.
5. A. F. Wells: „Strukturalna chemia nieorganiczna”. WNT, 1993
6. Z. Gontarz, A. Górski, „Jednopierwiastkowe struktury chemiczne”, WNT, 1998.
7. B. Staliński; J. Terpiłowski: „Wodór i wodorki”. WNT, 1987.
8. A. Bartecki: „Chemia pierwiastków przejściowych”. WNT, 1987.
9. W. Brzyska: „Lantanowce i aktynowce”, WNT, 1987.
10. N.N. Greenwood, A. Earnshaw: “Chemistry of the Elements”. Butterworth-Heinemann, 1997 (2nd edition).
11. K.M. MacKay, R.A. MacKay, W. Henderson: “Introduction to Modern Inorganic Chemistry”. (6th edition) Nelson Thornes, 2002
12. C.E. Housecroft, A.G. Sharpe: “Inorganic Chemistry”. (2nd edition) Pearson, Prentice Hall, 2005.

## **Chemia nieorganiczna II - podstawy chemii koordynacyjnej, metaloorganicznej, bionieorganicznej i supramolekularnej**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Inorganic Chemistry II – fundamental aspects of coordination, organometallic, bioinorganic and supramolecular chemistry</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Małgorzata Wolska-Pietkiewicz</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### **Cele przedmiotu:**

Tematyka wykładu rozszerza treści programu zawarte w przedmiocie Chemia Nieorganiczna.

Szczególny nacisk położony jest na rozszerzenie teorii wiązań chemicznych z uwzględnieniem wiązań wielocentrowych, wieloelektronowych, hiperwalencyjnych, wiązań w klasterach itd. W trakcie wykładu omówione zostaną podstawy chemii koordynacyjnej, bionieorganicznej i supramolekularnej oraz podstawowe mechanizmy reakcji nieorganicznych. Część wykładu zostanie poświęcona podstawom chemii metaloorganicznej, typom związków metaloorganicznych, ich syntezie, reakcjom i zastosowaniom.

### **Treści kształcenia:**

Wykład:

- Definicje i zakresy chemii bionieorganicznej, koordynacyjnej, supramolekularnej i metaloorganicznej (2 h);
- Wiązania chemiczne (4 h):
  - wiązania kowalencyjne i jonowe, wiązania typu  $\sigma$ ,  $\pi$  i  $\delta$ ;
  - wiązania wielocentrowe i z deficytem elektronów;
  - wiązania zdelokalizowane i wieloelektronowe;
  - energia wiązań, termodynamiczne i kinetyczne warunki trwałości;
  - elementy teorii orbitali molekularnych i teorii wiązań walencyjnych;
- Chemia koordynacyjna (8 h):
  - podstawowe pojęcia chemii koordynacyjnej (centrum koordynacji, ligandy, geometria sfery koordynacyjnej);
  - teoria pola krystalicznego i teoria odpychania się par elektronowych powłoki walencyjnej;
  - struktura związków koordynacyjnych, izomeria;
  - czynniki wpływające na trwałość związków kompleksowych;
  - metody badań związków koordynacyjnych;
  - magnetyczne właściwości kompleksów metali;
  - synteza i właściwości związków koordynacyjnych;
- Mechanizmy reakcji nieorganicznych (4 h):
  - reakcje podstawienia ligandów;
  - reakcje addycji utleniającej i reduktywnej eliminacji;
  - reakcje utlenienia i redukcji - przeniesienia elektronu;
- Chemia bionieorganiczna (4 h):
  - dostępność biologiczna jonów metali i ich transport;
  - funkcje metali w metaloenzymach i metaloproteinach;
  - chemia koordynacyjna związków bionieorganicznych;
  - reakcje tlenu molekularnego/ procesy redox/ synteza  $H_2O_2$ ;
- Chemia supramolekularna i inżynieria kryształów (2 h):
  - od chemii molekularnej do chemii supramolekularnej;
  - wiązanie wodorowe, relacje pomiędzy wiązaniem wodorowym a wiązaniem

donorowo-akceptorowym, woda;

7. Chemia metaloorganiczna (6 h):

7.1. związki metaloorganiczne metali grup głównych;

7.2. związki metaloorganiczne metali przejściowych;

7.3. kataliza homogeniczna związkami metali przejściowych.

### **Metody oceny:**

*Wykład:*

Dwa kolokwia zaliczeniowe, ocena końcowa wystawiana jest na podstawie sumy punktów zdobytych w dwóch kolokwiach. Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 51% z egzaminu. 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

### **Literatura:**

F. A. Cotton, G. Wilkinson, P. L. Gaus, Chemia nieorganiczna - podstawy, PWN, 1995

J. M. Lehn, Wstęp do chemii supramolekularnej, wyd. IChF PAN, 1993

M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, Wstęp do chemii koordynacyjnej, PWN, 2010

S. J. Lippard, J. M. Berg, Podstawy chemii bioinorganicznej, PWN, 1998

**Chemia organiczna**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Organic Chemistry</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Stanisław Ostrowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (60h) + ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>6</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest przedstawienie obszernego materiału z chemii organicznej w sposób uwidaczniający wewnętrzną logikę kursu, wykazanie podobieństw i analogii wielu reakcji i przedstawienie reguł decydujących o ich przebiegu.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

**WPROWADZENIE DO CHEMII ORGANICZNEJ I JEJ ZNACZENIE.** Rys historyczny (*vis vitalis*, Chevreul, Wöhler, Kolbe). Pojęcie grupy funkcyjnej i przegląd najważniejszych grup funkcyjnych. Struktura elektronowa i przestrzenna cząsteczek organicznych: rodzaje wiązań i polaryzacja wiązań, elektroujemność, hybrydyzacja atomów w związkach organicznych ( $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ ), orbitale molekularne, typy reakcji w chemii organicznej (jonowe, rodnikowe, pericykliczne), rozpad homolityczny i heterolityczny, wiązania, rodzaje izomerii. Metody określania struktur cząsteczek organicznych (analiza elementarna, MS, IR, NMR, UV-Vis). Nomenklatura IUPAC. [3 h]

**NAJPROSTSZE STRUKTURY, PODSTAWOWE REAKCJE I ICH MECHANIZMY. ELEMENTY STEREOCHEMII.** *Alkany i cykloalkany:* konformacja etanu, *n*-butanu, cykloheksanu (wiązania aksjalne i ekwatorialne), wzory przestrzenne i wzory Newmana, reaktywność chemiczna, halogenowanie metanu, mechanizm reakcji rodnikowej (diagram energetyczny), względna reaktywność halogenów z metanem jako funkcja energii aktywacji, stan przejściowy, produkt pośredni. [5 h] *Podstawowe pojęcia stereochemii:* konformacja, konfiguracja, centrum stereogeniczne, skręcalność właściwa, enancjomery, wzory przestrzenne i wzory projekcyjne Fischera, reguły Cahn-Ingolda-Preloga, reguły określania pierwszeństwa podstawników, konfiguracja względna i absolutna w systemie *R/S*, reakcje stereoselektywne i stereospecyficzne, enancjomery, odmiana racemiczna, diastereoizomery, odmiana *mezo*-, czystość optyczna, rozdzielanie mieszanin racemicznych. [3 h]

*Alkeny i dieny sprzężone:* izomeria *E/Z*, addycja elektrofilowa do wiązania podwójnego, mechanizm, reguła Markownikowa, powstawanie, struktura, trwałość i przegrupowania karbokationów, addycje *syn*- i *anti*-, addycja rodnikowa, addycje synchroniczne, ozonoliza, reakcje substytucji w pozycji *allylic*, otrzymywanie dienów sprzężonych i ich trwałość: teoria rezonansu i teoria LCAO, polimeryzacja (jonowa, wolnorodnikowa). [5 h]

*Alkiny:* kwasowość alkinów, reaktywność wiązania potrójnego, reakcje alkinów (przyłączanie halogenów, reakcja przyłączania wody do propynu, wprowadzenie pojęcia tautomerii). [2 h]

**AROMATYCZNOŚĆ I JEJ KONSEKWENCJE W CHEMII ORGANICZNEJ.** *Węglowodory aromatyczne:* kryterium aromaticzności, benzen - struktura, rezonans, energia rezonansu, izomeria i nazewnictwo wielopodstawionych pochodnych zw. aromatycznych, policykliczne węglowodory aromatyczne, substytucja elektrofilowa (halogenowanie, nitrowanie, sulfonowanie, reakcja Friedla-Craftsa), przedstawianie struktur ze zdelokalizowanymi elektronami  $\pi$  - wzory mezoemeryczne, wpływ kierujący podstawników i wpływ na szybkość reakcji, wykorzystanie w syntezie, reaktywność toluenu i styrenu, rodnik, kation i anion benzylowy. [6 h]

**WAŻNE MECHANIZMY SUBSTYTUCJI I ELIMINACJI; I KLASY ZWIĄZKÓW, W KTÓRYCH CZĘSTO SIĘ JE OBSERWUJE.** *Halogenki alkilowe i aryłowe:* struktura, metody otrzymywania, reakcje, mechanizmy i stereochemia reakcji substytucji nukleofilowej ( $S_N1$ ,  $S_N2$ ,  $S_Ni$ ), mechanizmy i stereochemia reakcji eliminacji ( $E1$ ,  $E2$ ,  $E1cB$ ; reguła

Zajcewa, reguła Hofmanna), substytucja nukleofilowa  $S_NAr$ , substytucja przez benzyn. [6 h] **Związki metaloorganiczne:** związki litoorganiczne i związki Grignarda, inne związki metaloorganiczne. [2 h] **Alkohole, tiole i fenole:** metody otrzymywania (w tym: reakcja hydroborowania/utleniania alkenów), reakcje alkoholi (z metalami, otrzymywanie alkenów, eterów, związków karbonylowych, estrów), reakcje fenoli, np. przegrupowanie Friesa, reakcja Reimera-Tiemanna. [4 h] **Etery, epoksydy, sulfidy:** otrzymywanie eterów (z alkoholi w warunkach kwasowych, metoda Williamsona), reaktywność. [2 h]

**CHEMIA ORGANICZNA Z GRUPĄ KARBONYLOWĄ W TLE. Aldehydy i ketony:** struktura i właściwości grupy karbonylowej, addycja do grupy karbonylowej (wody, alkoholi, amin, związków Grignarda), utlenianie i redukcja, reakcja Cannizzaro. [2 h] **Kwasy karboksylowe i pochodne:** kwasowość, wartości  $pK_a$ , metody otrzymywania alifatycznych i aromatycznych kwasów, reakcja Kolbego, reaktywność, reakcje halogenowania, redukcji, dekarboksylacji, metody otrzymywania pochodnych kwasów (chłorki kwasowe, bezwodniki, estry, amidy) i ich reakcje (mechanizmy). [2 h] Wykorzystanie reakcji związków karbonylowych w syntezie: enolizacja, alkilowanie i acylowanie jonów enolanowych, kondensacja aldolowa (prosta, krzyżowa), reakcja Wittiga, kondensacja Claisena i jej podobne, reakcja Reformatskiego i reakcja Michaela, syntezy z zastosowaniem estru kwasu malonowego i acetylooctowego, enaminy - wykorzystanie w syntezie. *Post scriptum:* nitryle i nitrozwiazki. [3 h] **Węglowodany:** monosacharydy i polisacharydy, strategia syntezy aldoz szeregu D (metodą Kilianiego-Fischera), anomery i mutarotacja, najważniejsze reakcje cukrów. [2 h]

**ZWIĄZKI AZOTU. Aminy alifatyczne i aromatyczne:** właściwości zasadowe i nukleofilowe, metody otrzymywania (w tym: reakcja Gabriela, degradacja Hofmanna), reakcje - alkilowanie, degradacja soli amoniowych, acylowanie; sulfonamidy, aminokwasy i peptydy, kataliza dwufazowa, sole diazoniowe i ich zastosowanie w syntezie. [5 h]

**Związki heterocykliczne:** heterocykle nasycone, związki heteroaromatyczne, porównanie reaktywności furanu, pirolu i tiofenu (metody ich otrzymywania i reakcje), struktura i reaktywność pirydyny i jej *N*-tlenku, szereg zasadowości (pirol, pirydyna, pirolidyna). Zasady purynowe, nukleozydy, nukleotydy. [3 h]

**REAKCJE CYKLOADDYCJI:** podstawy teorii orbitali granicznych, cykloaddycje [2+2] i [4+2], dieny i dienofile, reakcje cykloaddycji [3+2], dipole i dipolarofile. [2 h]

**WYBRANE ZWIĄZKI NATURALNE.** [1 h]

**NOWOCZSNE STRATEGIE SYNTEZY ORGANICZNEJ.** retrosynteza: pojęcie syntonu, zabezpieczanie i przemiany grup funkcyjnych, chemia kombinatoryczna, reakcje multikomponentowe. [2 h]

### Ćwiczenia:

Program ćwiczeń pokrywa się z programem wykładu i ma na celu ułatwienie zrozumienia: budowy elektronowej i stereochemii związków organicznych, nomenklatury, otrzymywania i przekształceń węglowodorów i związków jednofunkcyjnych, podstawowych mechanizmów reakcji, oraz wykorzystanie nabytej wiedzy w planowaniu syntez związków organicznych.

### Metody oceny:

Trzy kolokwia w semestrze. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie 51% maksymalnej liczby punktów z kolokwiów. Egzamin pisemny (ustne ustalanie oceny końcowej). Ocena końcowa uwzględnia punkty z kolokwiów (z wagą 30%) i z egzaminu (z wagą 70%).

### Literatura:

1. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, Chemia organiczna. WNT, t. I - 2009, t. II - 2010, t. III - 2010, t. IV - 2011.
2. D. Buza, W. Sas, P. Szczeciński, Chemia organiczna, kurs podstawowy. Oficyna Wydawnicza PW, 2006.



3. D. Buza, A. Ćwil, Zadania z chemii organicznej z rozwiązaniami. Wydanie II, Oficyna Wydawnicza PW, 2006.
4. M. Mąkosza, M. Fedoryński, Podstawy syntezy organicznej. Reakcje jonowe i rodnikowe. Oficyna Wydawnicza PW, 2006.

**Chemia organiczna 2**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Organic Chemistry 2</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Stanisław Ostrowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Przekazanie wiedzy z obszaru zaawansowanej chemii organicznej w kontekście reagowania cząstek aktywnych. Wykład obejmuje klasyfikację, strukturę, metody otrzymywania i kryteria reagowania cząstek, oraz wybrane reakcje stosowane w syntezie organicznej. Dyskutowane są także niektóre mechanizmy znanych reakcji i reguły Baldwina zamykania pierścieni.

**Treści kształcenia:****Wykład:****Wprowadzenie do chemii cząstek aktywnych - klasyfikacja, struktura. [1 h]**

**Karbokationy.** Klasyfikacja reagentów elektrofilowych i metody wytwarzania karbokationów (rozpad heterolityczny/rozszczenie wiązania C-Z, addycja kationów do wiązań nienasyconych, utrata elektronu przez obojętne cząstki/rodniki, izomeryzacja). Wybrane reakcje karbokationów: schemat ogólny reakcji elektrofilowej, tworzenie acetalu konkurujące z powstawaniem eterów halometylowych, karbokationy wytwarzane z nitryli i ich reakcje (kwasowa hydroliza do amidów, synteza iminoeterów Pinnera, synteza *N*-podstawionych amidów w reakcji Rittera, reakcja Gattermanna-Kocha). Reakcje karbokationów z CO, niektóre wybrane przykłady reakcji Friedla-Craftsa i przegrupowanie Friesa. Reakcje acetalu z eterami winylowymi, insercja acetyleny i etyleny do chlorków kwasowych, aminometylowanie i chlorometylowanie związków aromatycznych. Polimeryzacja kationowa i reakcje przebiegające z udziałem elektronów wiązań  $\sigma(\text{C-H})$  i  $\sigma(\text{C-C})$  (przegrupowania, fragmentacje). Stosowane rozpuszczalniki i reakcje konkurencyjne w chemii karbokationów. Trwałość karbokationów: efekt indukcyjny, hiperkonjugacja, efekt mezomeryczny, oddziaływanie z wolnymi parami elektronowymi heteroatomów usytuowanych w pozycji  $\alpha$ -, oddziaływanie z heteroatomami usytuowanymi w pozycji  $\beta$ -, efekt aromatyzacji, stabilizowanie nieklasyczne (poprzez karbokationy mostkowe). Trwałość karbokationów jako kryterium reaktywności. [8 h]

**Karboaniony.** Definicja i struktura karboanionów. Metody wytwarzania (oderwanie protonu za pomocą zasady, wymiana halogen-metal, tworzenie dianionów w reakcjach związków karbonylowych z sodem (potasem), addycja nukleofili do wiązań nienasyconych, addycja nukleofili do karbenów). Trwałość karboanionów (efekt hybrydyzacyjny, efekt indukcyjny, sprzężenie p- $\pi$ , sprzężenie p-d, efekt aromatyzacji). Kwasowość kinetyczna i termodynamiczna (skale Bordwella, Buncela, Streitwiesera Juniora i McEwena). Wybrane reakcje karboanionów: alkilowanie, reakcje z wiązaniami podwójnymi  $>\text{C}=\text{Z}$  (np. reakcja Wittiga, reakcja Petersona, reakcja Darzensa, reakcje z ylidami siarkowymi, reakcje z  $\text{CO}_2$  i  $\text{CS}_2$ ), reakcje z wiązaniami wielokrotnymi węgiel-węgiel (np. addycja Michaela, cyklopropanowanie, mechanizm addycji-eliminacji), reakcje karboanionów z centrum elektrofilowym na heteroatomach (reakcje związków Grignarda, podstawienie X-filowe, reakcje z estrami kwasu azotawego). Reakcje karboanionów z elektrofilowymi związkami aromatycznymi (np.  $\text{S}_\text{N}\text{Ar}$ , VNS, ONSH). [7 h]

**Karbeny i nitreny.** Definicja i struktura karbenów. Metody wytwarzania (rozpad chemiczny i fotolityczny, rozkład zasadowy, rozpad termiczny związków rtęcioorganicznych i soli kwasów karboksylowych). Karbeny elektrofilowe, nukleofilowe i amfifilowe. Niektóre reakcje karbenów (addycja do wiązań podwójnych, reakcje z aminami i *O*-nukleofilami, reakcje insercji). Podobieństwa i różnice w chemii karbenów i nitrenów. [4 h]

**Wolne rodniki.** Struktura rodników. Wytwarzanie rodników (rozpad termiczny, wytwarzanie fotochemiczne). Reakcje rodników: sprzężanie i dysproporcjonacja, fragmentacje, podstawienie na nienasyconych atomach węgla i w pierścieniu aromatycznym, addycja do wiązań nienasyconych, przegrupowania, reakcje utleniania. [3 h]

**Mechanizmy.** Estryfikacja i hydroliza estrów: A<sub>AC</sub>2, A<sub>AC</sub>1, A<sub>AL</sub>1, B<sub>AC</sub>2, B<sub>AL</sub>2, B<sub>AL</sub>1. Inne mechanizmy [4 h]

**Reakcje zamykania pierścienia:** reguły Baldwina. [3 h]

### Metody oceny:

Warunek uzyskania zaliczenia przedmiotu:

uzyskanie oceny co najmniej dostatecznej z pisemnego kolokwium przeprowadzanego na końcu semestru; punktacja i ocenianie w/g *Regulaminu studiów*

Sposób uzyskania punktów:

kolokwium oceniane w skali 0-100 pkt

Poprawy:

Jednorazowa możliwość poprawy kolokwium.

### Literatura:

1. M.B. Smith, J. March, *March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure*, 6th Ed., Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey, 2007.
2. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Chemia organiczna*, t.1,2,3,4 (tłum. z j. ang.), WN-T, Warszawa, 2009-2011.
3. J. McMurry, *Chemia organiczna*, t.1,2,3,4,5 (tłum. z j. ang.), PWN, 2005 (i wydania wcześniejsze).
4. O.A. Reutov, I.P. Beletskaya, K.P. Butin, *CH-Acids*, Pergamon, New York, 1978.
5. E. Buncl, *Carbanions: Mechanistic and Isotopic Aspects*, Elsevier, Amsterdam, 1975.
6. D.J. Cram, *Fundamentals of Carbanion Chemistry*, Academic Press, New York, 1965.
7. W. Kirmse, *Carbene Chemistry*, Academic Press, New York, 1971.
8. A. Miller, P.H. Solomon, *Writing Reactions Mechanisms in Organic Chemistry*, Academic Press, San Diego - London, 2000 (second edition).

**Chemia organiczna - laboratorium**

Nazwa w jęz. angielskim	Laboratory of Organic Chemistry
Odpowiedzialny za przedmiot:	dr inż. Tomasz Rowicki
Język wykładowy:	polski
Forma zaliczenia przedmiotu:	bez egzaminu
rodzaj zajęć:	Laboratorium (90h)
Liczba punktów ECTS:	7

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z zasadami pracy i techniką wykonywania doświadczeń w zakresie syntezy organicznej; analiza przepisu literaturowego i plan wykonania eksperymentu.

Opanowanie przez studentów umiejętności prowadzenia syntez organicznych oraz metod wyodrębniania produktu z mieszaniny poreakcyjnej oraz oczyszczania związków organicznych.

Zapoznanie studentów z metodami identyfikacji i oceny czystości związków organicznych  
Zapoznanie studentów z zasadami BHP w laboratorium syntezy organicznej.

**Treści kształcenia:***Laboratorium:*

Zapoznanie studentów z zasadami pracy i techniką wykonywania doświadczeń w zakresie syntezy organicznej; analiza przepisu literaturowego i plan wykonania eksperymentu.

Sposoby prowadzenia reakcji w różnych warunkach: podwyższonej i obniżonej temperaturze, w układzie homo i heterofazowym, z mieszaniami, w temperaturze wrzenia, z ciągłym dozowaniem reagenta.

Metody wyodrębniania produktu z mieszaniny poreakcyjnej oraz oczyszczania związków organicznych: ekstrakcja, krystalizacja, destylacja (prosta, frakcyjna, pod zmniejszonym ciśnieniem, z parą wodną).

Zapoznanie studentów z metodami identyfikacji i oceny czystości związków organicznych (temperatura topnienia, temperatura wrzenia, podstawowe zagadnienia analizy i interpretacji widm IR,  $^1\text{H}$  NMR i  $^{13}\text{C}$  NMR).

Zapoznanie studentów z zasadami BHP w laboratorium syntezy organicznej. Analiza ryzyka dla planowanego eksperymentu, postępowanie z substancjami niebezpiecznymi.

Klasyfikacja i segregacja powstających odpadów z uwzględnieniem BHP oraz ochrony środowiska

**Metody oceny:***Laboratorium:*

Do zaliczenia przedmiotu konieczne jest wykonanie i zaliczenie wszystkich preparatów, w tym zaliczenie indywidualnych odpowiedzi ustnych oraz zaliczenie kolokwium pisemnych włącznie z rozwiązywaniem zadań rachunkowych.

Stopień z przedmiotu Chemia organiczna - laboratorium wystawia osoba prowadząca zajęcia, na podstawie oceny całokształtu pracy studenta (sposób wykonywania czynności laboratoryjnych, prowadzenie dziennika laboratoryjnego, przygotowanie do kolokwium wstępnych, przestrzeganie przepisów BHP, wyniki ze sprawdzianów pisemnych). Ocena jest średnią ważoną w skład której wchodzi:

- praca na laboratorium, w tym szczególnie: przygotowanie merytoryczne do wykonania danego preparatu, prawidłowe wykonywanie czynności laboratoryjnych, właściwa organizacja pracy, przestrzeganie zasad BHP (waga 60%),
  - prowadzenie dziennika laboratoryjnego, w tym szczególnie: spójność i kompletność opisu, rysunki aparatury, informacje o właściwościach niebezpiecznych wszystkich stosowanych odczynników oraz produktu, opis i interpretacja widm NMR oraz IR substratu i produktu (waga 20%),
- oceny z kolokwium pisemnych (waga 20%).

**Literatura:**

Literatura podstawowa:

[1] Preparatyka organiczna, A. I. Vogel, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2018 Warszawa oraz wydania wcześniejsze. BG - dostęp on-line.

[2] Preparatyka organiczna, tłum. B. Bochwic i inni, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1975 Warszawa

Literatura uzupełniająca:

Instrukcje dostępne na stronie [www przedmiotu](#).

**Ekotoksykologia**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Ecotoxicology</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Zbigniew Brzózka</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>1</b>

**Cele przedmiotu:**

Wykład omawia wstępnie zagrożenia środowiska naturalnego wynikające z działalności człowieka w tym i wpływ substancji chemicznych, bliżej omawia przyczyny i źródła zanieczyszczeń atmosfery, wody i gleby, skupiając się nad metodami kontroli i efektywnego monitorowania najczęstszych i najgroźniejszych skażeń środowiska naturalnego. Nadrzędnym celem wykładu jest uświadomienie studentom, że coraz częściej ekologia zaczyna się już na etapie projektowania procesu technologicznego oraz rozważenia globalnego rachunku korzyści i strat.

**Treści kształcenia:**

1. Wstęp 1 h
  - 1.1. Zagrożenia środowiska naturalnego
  - 1.2. Perspektywy działań proekologicznych
  - 1.3. Systemy kontroli zagrożeń
2. Podstawy toksyczności i kancerogenezy 3 h
  - 2.1. Określanie toksyczności
  - 2.2. Koncepcja receptorów
  - 2.3. Sposoby wchłaniania trucizn
  - 2.4. Ksenobiotyki
  - 2.5. Przyczyny i rozwój chorób rakowych, typy kancerogenów
  - 2.6. Mutageneza i jej testowanie
3. Zanieczyszczenie atmosfery 2 h
  - 3.1. Cykle obiegu zanieczyszczeń
  - 3.2. Podstawowe źródła emisji
  - 3.3. Zanieczyszczenia atmosfery w środowiskach miejskich
  - 3.4. Zanik warstwy ozonowej w stratosferze
4. Skażenie wody i gleby 3 h
  - 4.1. Źródła zanieczyszczenia wody
  - 4.2. Substancje zanieczyszczające środowisko miejskie
  - 4.3. Erozja gleby, nawozy mineralne i pestycydy
  - 4.4. Zanieczyszczenia przemysłowe (metale ciężkie, dioksyny)
  - 4.5. Skażenie wody podziemnej
  - 4.6. Skażenie wody substancjami z atmosfery
5. Skażenia radioaktywne 1 h
  - 5.1. Promieniowanie jonizujące i źródła promieniowania
  - 5.3. Biologiczne efekty promieniowania
  - 5.4. Energia jądrowa, odpady radioaktywne
6. Kontrola i monitorowanie zanieczyszczeń 5 h
  - 6.1. Procesy i technologie proekologiczne
  - 6.2. Metody kontroli i monitorowania zanieczyszczeń
  - 6.3. Rola kontroli analitycznej w procesach i technologiach
  - 6.4. Kontrola emisji zanieczyszczeń komunikacyjnych
  - 6.5. Monitorowanie zanieczyszczeń wody i powietrza

**Metody oceny:**

Uzyskanie oceny pozytywnej wiąże się z uzyskaniem co najmniej 50% pkt na kolokwium pisemnym. Ocena końcowa wystawiana jest na podstawie % liczby punktów: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

**Literatura:**

1. S.F. Zakrzewski "Podstawy toksykologii środowiska", PWN W-wa 1995
2. J. Namieśnik, J. Jaśkowski "Zarys ekotoksykologii", praca zbiorowa, Gdańsk 1995
3. Rozszerzony konspekt wykładu i rozdziały wybranych monografii

**Elektrochemia techniczna**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Technical electrochemistry</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Maria Kochaniec</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przybliżenie fizykochemicznych podstaw powszechnie stosowanych technologii elektrochemicznych, ogólnych zasady realizacji podstawowych technologii elektrochemicznych (stosowanych m.in. w syntezie chemicznej, galwanotechnice, ochronie przed korozją) działanie urządzeń wykorzystujących procesy elektrochemiczne (m.in. ogniw galwanicznych i paliwowych).

**Treści kształcenia:**

1. Powtórzenie i uporządkowanie wiedzy podstawowej:
2. Proces elektrodowy jako reakcja chemiczna: obszar reakcji, forma produktów, odniesienie do kinetyki chem. (masa - Faraday - natężenie prądu)
3. Termodynamika elektrodowa - E i delta E
4. Elektrolizer, 2 elektrody, prąd i napięcie, utlenianie i redukcja, prawo Ohma i bilans napięcia (procesy + spadki napięcia), natężenie a gęstość prądu w elektrolizie
5. Skrótowe wyprowadzenie wzoru Butlera-Volmera
6. Potencjał elektrody, zasada pomiaru, elektrody odniesienia, potencjały odwracalne i nieodwracalne, równanie Nernsta, wykresy E-pH, interpretacja
7. Elementy kinetyki elektrochemicznej, etap limitujący: przeniesienie ładunku (równanie Tafela), dyfuzja reagentów (graniczny prąd dyfuzyjny),
8. Obszar zastosowań procesów elektrodowych w technologii chem. (warstwy, elektrometalurgia, obróbka powierzchni, synteza nieorg. i org., ogniwa galwaniczne, ochrona przed korozją, analityka)
9. Podstawy syntezy elchem - cechy szczególne, selektywność itd.
10. Elektrometalurgia, najważniejsze produkty : Cu, Al, metale szlachetne i alkaliczne ,
11. Gazy techniczne : chlor, fluor, czysty wodór
12. Przykłady syntez nieorg : woda utleniona, związki nieorganiczne na „trudnych” stopniach utlenienia
13. Organiczne reakcje red-ox : cechy szczególne
14. Wybrane syntezy org. realizowane w skali przemysłowej
15. Ogniwa galwaniczne - zasada działania, obszar zastosowań,
16. Wybrane procesy elektrochemicznej obróbki powierzchni: odtłuszczanie, trawienie, polerowanie, osadzanie katodowe (współdzielanie wodoru, osadzanie stopów metali), anodowe utlenianie,
17. Korozja elektrochemiczna, termodynamika i kinetyka, roztwarzanie aktywne, pasywność metali, transpasywność, depolaryzacja wodorowa i tlenowa, wykresy Evansa, ogólna i lokalna, ogniwa korozyjne,
18. Elektrochemiczne metody ochrony przed korozją: powłoki metaliczne: anodowe i katodowe, ochrona elektrochemiczna: katodowa i anodowa, inhibitory korozji.

**Metody oceny:**

Ocena końcowa na podstawie sumy ocen cząstkowych z dwóch testów ( otwarte pytania testowe i zadania obliczeniowe).



**Literatura:**

1. A. Kiszka ELEKTROCHEMIA , cz I i II,
2. A. Czerwiński, AKUMULATORY, BATERIE, OGNIWA,
3. Poradnik galwanotechnika, praca zbiorowa

**Elektrotechnika i elektronika**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Electrical engineering and electronics</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Krzysztof Siwek, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h) + laboratorium (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem zajęć jest zapoznanie studentów z podstawowymi prawami dotyczącymi obwodów elektrycznych i elektronicznych w stanie ustalonym, jak również ze zjawiskami powstającymi w takich obwodach. Wprowadzone zostaną również podstawowe elementy elektroniczne (diody, tranzystory, tyrystory), fizyczne zasady ich działania, modele oraz podstawowe konfiguracje pracy.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Obwody liniowe o wymuszeniu sinusoidalnym w stanie ustalonym - metoda liczb zespolonych. Wykresy wektorowe, pojęcie mocy.
2. Twierdzenie Thevenina/Nortona, metoda potencjałów węzłowych i oczkowa, zasada superopozycji, zasada wzajemności
3. Obwody trójfazowe.
4. Transmitancja operatorowa, odpowiedź impulsowa i skokowa. Stabilność obwodów. Charakterystyki częstotliwościowe.
5. Czwórniki, czwórniki aktywne, filtry. Wzmacniacz operacyjny.
6. Podstawy fizyczne działania elementów półprzewodnikowych.
7. Podstawowe elementy półprzewodnikowe - zasada działania i podstawowe charakterystyki.
8. Modele i opisy elementów półprzewodnikowych.
9. Podstawowe topologie połączeń elementów półprzewodnikowych i ich zastosowania.

**Laboratorium**

1. Obwody liniowe o wymuszeniu sinusoidalnym w stanie ustalonym, pomiar napięcia, prądu i mocy.
2. Badanie obwodów trójfazowych połączonych w gwiazdę i trójkąt. Pomiar mocy.
3. Badanie źródeł sterowanych oraz wzmacniaczy operacyjnych.
4. Czwórniki aktywne, zastosowania i cechy.
5. Filtry bikwadratowe KHN - charakterystyki częstotliwościowe.
6. Badanie diody oraz tyrystorów.

**Metody oceny:****Wykład:**

Kolokwium pisemne. Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium.

**Laboratorium**

Prace kontrolne przed zajęciami, sprawozdania z wykonanych ćwiczeń. Wymagane zdobycie co najmniej 50% punktów z kolokwium.

Ocena końcowa zintegrowana: Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną z ocen za wykład i laboratorium (0,7W+0,3L)

Ocena końcowa będzie obliczana ze średniej ważonej punktów uzyskanych z wykładu i laboratorium: 0-50% - NZ, 51-60% - 3; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

**Literatura:**

1. S. Osowski, K. Siwek, M. Śmiątek, Teoria obwodów, OW PW, 2006;
2. S. Bolkowski, Teoria obwodów elektrycznych, WNT, Warszawa, 1995;
3. K. Mikołajuk, Podstawy analizy obwodów energoelektronicznych, PWN, Warszawa, 1998

**Elektrotechnika i elektronika**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Electrical engineering and electronics</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Grzegorz Pankanin</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h) + laboratorium (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Opanowanie podstawowych wiadomości o elementach RLC, metodach analizy obwodów prądu stałego, pojęciu impedancji, sygnałach elektrycznych. Zapoznanie studentów z pracą w laboratorium. W szczególności zdobycie umiejętności dokumentowania wyników pomiarów, obsługi podstawowych przyrządów pomiarowych, opracowania i analizy wyników.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Obwody prądu stałego -2h
2. Elementy RLC -2h
3. Pojęcie impedancji -2h
4. Teoria sygnałów - wstęp -2h
5. Podstawy pomiarów -2h
6. Pomiary napięć i prądów -1h
7. Pomiary wielkości nieelektrycznych (z uwzględnieniem pomiarów w chemii) -2h
8. Pomiary optyczne -2h

*Laboratorium*

1. Ćwiczenie wstępne - zaznajomienie z pracą w laboratorium (protokół elektroniczny, obsługa podstawowego sprzętu pomiarowego, łączenie obwodów, proste pomiary) - 3h
2. Pomiary napięć i prądów stałych, pomiary SEM - 3h
3. Pomiary rezystancji - 3h
4. Pomiary impedancji (w tym pomiary automatyczne) - 3h
5. Pomiary parametrów i charakterystyk obiektów - 3h

**Metody oceny:***Wykład:*

Część wykładowa Przedmiotu zaliczana jest na podstawie kolokwium pisemnego, z którego można uzyskać maksymalnie 26 pkt. Aby uzyskać pozytywną ocenę za wykład należy uzyskać co najmniej 50% maksymalnej liczby punktów z kolokwium pisemnego

*Laboratorium:*

1. Ćwiczenie 1 jest nieoceniane.
2. Przed rozpoczęciem zajęć Prowadzący przeprowadza sprawdzian podstawowych wiadomości z zakresu tematycznego danego ćwiczenia. Ocena sprawdzianu jest punktowana w skali od 0 do 10% ogólnej liczby punktów za pojedyncze ćwiczenie. Negatywny wynik tego sprawdzianu (0 pkt.) powoduje zerową ocenę z danego ćwiczenia.
3. Ocena za wykonanie każdego ćwiczenia wystawiana jest w skali od 0 do 90%.
4. Ocena końcowa z Laboratorium jest sumą ocen procentowych ze sprawdzianu i za wykonanie ćwiczenia, przeliczaną na skalę punktową z kwantem 0,1 pkt. Maksymalna liczba punktów za pojedyncze ćwiczenie wynosi 6 pkt.
5. Zaliczenie Laboratorium i wystawienie punktacji końcowej z Laboratorium odbywa się na podstawie punktów uzyskanych z ćwiczeń laboratoryjnych.

6. Warunkiem zaliczenia Laboratorium jest uzyskanie sumy punktów ze wszystkich ćwiczeń nie mniejszej niż 13 pkt., przy maksymalnej do zdobycia liczbie równej 24 pkt.

#### *Ocena zintegrowana*

1. Ocena końcowa z przedmiotu „Elektrotechnika i elektronika” wynika z sumy punktów uzyskanych z kolokwium pisemnego dotyczącego części wykładowej (max. 26 pkt.) oraz punktów za 4 ćwiczenia laboratoryjne (max. 24 pkt.).
2. Warunkiem koniecznym zaliczenia Przedmiotu jest uzyskanie min. 13 pkt. z Laboratorium.
3. Skala ocen: 26-30 pkt - 3,0; 31-35 pkt - 3,5; 36-40 pkt - 4,0; 41-45 pkt - 4,5; 46-50 pkt - 5,0.

#### **Literatura:**

1. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych dostępne na stronie [www.etiel.ise.pw.edu.pl](http://www.etiel.ise.pw.edu.pl)
2. J. Dusza, P. Gąsior, G. Tarapata: Podstawy Pomiarów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2019
3. J. Osiowski, J. Szabatin: Podstawy teorii obwodów t.1J.
4. Dusza, G. Gortat, A. Leśniewski: Podstawy miernictwa wyd. II, WPW, Warszawa 2002.

**Elementy komunikacji interpersonalnej w naukach ścisłych i technice**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Elements of interpersonal communication in science and technology</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Maciej Marczewski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest rozwinięcie kompetencji miękkich w tym umiejętności komunikacji interpersonalnej oraz zwiększenie kompetencji społecznych studentów. Poprzez dostarczenie wiedzy, umiejętności i motywacji do komunikowania się w różnych okolicznościach możliwe będzie zwiększenie efektywności w kontaktach z innymi osobami. Szczególny nacisk położono na elementy komunikacji interpersonalnej przydatne w naukach ścisłych i technice - szeroko rozumianą sztukę promocji nauki, pisanie wniosków naukowych, sporządzanie dokumentacji technicznej, prowadzenie negocjacji, porozumiewanie się z instytucjami.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Kompetencje miękkie i komunikacja interpersonalna
  - a. Wprowadzenie do kompetencji miękkich (2 h)
  - b. Podstawy porozumiewania się międzyosobowego (6 h)
  - c. Tworzenie wiadomości i odpowiadanie na wiadomości (2 h)
  - d. Aspekty relacji interpersonalnych (8 h)
2. Elementy komunikacji interpersonalnej w naukach ścisłych i technice
  - a. Etykieta akademicka (2 h)
  - b. Komunikacja w naukach ścisłych (4 h)
  - c. Sztuka promocji nauki (2 h)
  - d. Komunikacja w przedsiębiorstwie (4 h)

**Metody oceny:***Wykład:*

Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z każdej z dwóch form zaliczenia przedmiotu - kolokwium pisemnego (40 pkt.) oraz seminarium (60 pkt.); w sumie 100 punktów.

Ocena końcowa z przedmiotu „Elementy komunikacji interpersonalnej w naukach ścisłych i technice” będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych z dwóch form zaliczenia przedmiotu: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

**Literatura:**

1. Ronald B. Adler, Lawrence B. Rosenfeld, Russell F. Proctor II „Relacje interpersonalne. Proces porozumiewania się.” Wydanie II, Dom Wydawniczy Rebis, Poznań 2016 r.
2. „Mosty zamiast murów” (Redakcja naukowa: John Steward) Wydanie IV, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2014 r.
3. Natalia Osica, Wiktor Niedzicki „Sztuka promocji nauki. Praktyczny poradnik dla naukowców.” Ośrodek Przetwarzania Informacji - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

[wróć do tabeli z programem](#)

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Physics - Laboratory</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Izabela Ducin mgr inż. Rafał Tarakowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>laboratorium (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Ilustracja podstawowych zasad fizyki oraz zapoznanie się ze sposobami przeprowadzania eksperymentów fizycznych, opracowywania i przedstawiania zebranych danych doświadczalnych.

### Treści kształcenia:

#### Laboratorium

Student wykonuje 8 ćwiczeń laboratoryjnych przedstawiających podstawowe i bardziej zaawansowane zjawiska fizyczne. Przykładowy zakres ćwiczeń:

1. laminarny przepływ cieczy,
2. własności statystyczne elektronów,
3. sprawdzanie hipotezy de Broglie'a,
4. fizyka ciała stałego,
5. badanie osłabienia promieniowania gamma,
6. badanie interferencji i dyfrakcji promieniowania mikrofalowego,
7. badanie anharmoniczności drgań,
8. dyspersja szkła,
9. polaryzacja światła.

Podczas opracowywania sprawozdań student poznaje zasady wyznaczania niepewności pomiarowych oraz zasady przedstawiania wyników badań własnych w postaci rozprawy.

### Metody oceny:

#### Laboratorium:

Ocena za kolokwia wstępne wystawiana będzie na podstawie % uzyskanych punktów: < 51% = 2,0; 51% - 60% = 3,0; 61% - 70% = 3,5; 71% - 80% = 4,0; 81% - 90% = 4,5; 91% - 100% = 5,0. W przypadku niezaliczenia kolokwium wstępnego decyzję o dopuszczeniu studenta do wykonywania ćwiczenia podejmuje prowadzący zajęcia. W przypadku niedopuszczenia studenta do wykonywania ćwiczenia ma on możliwość wykonania go w terminie dodatkowym. Ocena z poszczególnych sprawozdań wystawiane są zgodnie ze skalą: 2.0 (ocena niezaliczająca), 2.75 (najniższa ocena zaliczająca), 3.0, 3.25, 3.5, 3.75, 4.0, 4.25, 4.5, 4.75, 5.0. Ocena końcowa z ćwiczenia określana jest jako średnia ważona z oceny z kolokwium wstępnego (waga 0,25) oraz oceny ze sprawozdania (waga 0,75). Ocena końcowa z ćwiczeń laboratoryjnych określana jest jako średnia arytmetyczna z ocen za poszczególne ćwiczenia. Do uzyskania zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych wymagane jest uzyskanie z każdego sprawozdania oceny zaliczającej i średniej co najmniej 3,0.

### Literatura:

1. „Jak opracowywać i interpretować wyniki pomiarów” J. Gałązka-Friedman, K. Szlachta; Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2014
2. “Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement”, JCGM 100:2008; Joint Committee for Guides in Metrology;

[https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM\\_100\\_2008\\_E.pdf/cb0ef43f-baa5-11cf-3f85-4dcd86f77bd6](https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_100_2008_E.pdf/cb0ef43f-baa5-11cf-3f85-4dcd86f77bd6)

3. Instrukcje do ćwiczeń na stronie laboratorium
4. "Podstawy fizyki" D. Halliday, R. Resnick, J. Walker; Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2015
5. „Fizyka dla szkół wyższych” tom 1 - 3, Openstax



**Fizyka 1**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Physics 1</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Arkadiusz Gertych</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)+Ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przekazanie studentom podstawowej wiedzy z fizyki. Nauczenie umiejętności opisu zjawisk fizycznych przy użyciu zasad fizyki, prostych modeli fizycznych i opisu matematycznego zjawisk przyrodniczych

**Treści kształcenia:***Wykład:*

Na wykładzie zostaną poruszone klasyczne zagadnienia podstaw fizyki z elementami fizyki współczesnej. Ramowy program poruszanych zagadnień:

1. Kinematyka (ruch jedno i wielowymiarowy)
2. Dynamika (prawa Newtona i ich zastosowanie)
3. Szczególna teoria względności,
4. Zasady zachowania (pęd, energia, praca),
5. Ruch obrotowy,
6. Grawitacja,
7. Fale i ruch harmoniczny.

*Ćwiczenia:*

Ćwiczenia dotyczą rozwiązywania i analizy zadań rachunkowych z wybranych działów podstaw fizyki omawianych na wykładzie.

## Ramowy program:

1. Kinematyka,
2. Dynamika,
3. Zasady zachowania.

**Metody oceny:***Wykład:*

Aby uzyskać oceną pozytywną z wykładu konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% maksymalnej liczby punktów z egzaminu.

Ocena końcowa z części wykładowej (W) będzie obliczana zgodnie z następującym przelicznikiem: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

*Ćwiczenia:*

Aby uzyskać oceną pozytywną z ćwiczeń konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia na ćwiczeniach. Maksymalną liczbę punktów można uzyskać z 3 kolokwium przeprowadzonych w trakcie semestru. Każde kolokwium warte jest 1/3 maksymalnej liczby punktów.

Ocena końcowa z części ćwiczeniowej (C) będzie obliczana zgodnie z następującym przelicznikiem: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

*Ocena zintegrowana:*

Ocena końcowa z przedmiotu „Fizyka 1” obliczana będzie na podstawie średniej ważonej punktów uzyskanych z wykładu i ćwiczeń  $(0,7W+0,3C)$ .

**Literatura:**

## Literatura podstawowa:

1. *Podstawy Fizyki*. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Literatura uzupełniająca:

1. *Podstawy Fizyki*. F. Krok, J. Garbarczyk, W. Bogusz, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
2. *Fizyka dla szkół wyższych*. Praca zbiorowa, OpenStax  
*University Physics with Modern Physics*. H. Young, R. Freedman. Pearson Education

**Fizyka 2**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Physics 2</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Arkadiusz Gertych</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (30h) + ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest rozszerzenie i pogłębienie wiedzy studentów z podstaw fizyki o kolejne działy. Nauczenie umiejętności opisu zjawisk fizycznych przy użyciu zasad fizyki, prostych modeli fizycznych i opisu matematycznego zjawisk przyrodniczych.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

Treści przedstawione na wykładzie są bezpośrednią kontynuacją przedmiotu „Fizyka 1” (1020-TC000-ISP-1003). Na wykładzie zostaną poruszone kolejne klasyczne zagadnienia podstaw fizyki z elementami fizyki współczesnej. Ramowy program poruszanych zagadnień:

1. Elektrostatyka i Magnetostatyka,
2. Elektrodynamika, Równania Maxwella
3. Fale elektromagnetyczne,
4. Podstawy mechaniki kwantowej,
5. Wybrane zagadnienia z fizyki współczesnej,

**Ćwiczenia:**

Ćwiczenia dotyczą rozwiązywania i analizy zadań rachunkowych z wybranych działów podstaw fizyki omawianych na wykładzie.

**Ramowy program:**

1. Elektrostatyka i Magnetostatyka,
2. Równanie Maxwella,
3. Fale elektromagnetyczne

**Metody oceny:****Wykład:**

Aby uzyskać oceną pozytywną z wykładu konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% maksymalnej liczby punktów z egzaminu.

Ocena końcowa z wykładu (W) będzie obliczana zgodnie z następującym przelicznikiem: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

**Ćwiczenia:**

Aby uzyskać oceną pozytywną z ćwiczeń konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% maksymalnej liczby punktów możliwych do zdobycia na ćwiczeniach. Maksymalną liczbę punktów można uzyskać z 3 kolokwium przeprowadzonych w trakcie semestru. Każde kolokwium warte jest 1/3 maksymalnej liczby punktów.

Ocena końcowa z ćwiczeń (C) będzie obliczana zgodnie z następującym przelicznikiem: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

**Ocena zintegrowana:**

Ocena końcowa z przedmiotu „Fizyka 2” obliczana będzie na podstawie średniej ważonej liczby punktów uzyskanych z wykładu i ćwiczeń (0,7W+0,3C).

**Literatura:****Literatura podstawowa:**

1. *Podstawy Fizyki*. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker. Wydawnictwo Naukowe PWN.

Literatura uzupełniająca:

1. *Podstawy Fizyki*. F. Krok, J. Garbarczyk, W. Bogusz, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
2. *Fizyka dla szkół wyższych*. Praca zbiorowa, OpenStax  
*University Physics with Modern Physics*. H. Young, R. Freedman. Pearson Education

**Fizykochemiczna podstawy procesów katalitycznych - seminarium**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Physicochemical fundamentals of catalytic processes</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Michał Młotek</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Seminarium (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem seminariów jest zapoznanie studentów z wykorzystaniem zjawiska katalizy zachodzącego zarówno na granicy faz (gaz/ciało stałe) jak i w jednej fazie w technologii chemicznej. W wykładzie wprowadzającym przedstawione zostaną: struktura fizyczna i budowa chemiczna powierzchni ciał stałych oraz podane zostaną przykłady powiązania właściwości fizykochemicznych i zastosowań praktycznych. Następnie studenci będą prezentować przygotowane wystąpienia dotyczące zastosowania katalizatorów w wybranych procesach technologicznych.

**Treści kształcenia:**

Celem seminariów jest zapoznanie studentów z wykorzystaniem w technologii chemicznej zjawiska katalizy zachodzącego zarówno na granicy faz (gaz/ciało stałe) jak i w jednej fazie. W wykładzie wprowadzającym przedstawione zostaną: struktura fizyczna i budowa chemiczna powierzchni ciał stałych oraz podane zostaną przykłady powiązania właściwości fizykochemicznych i zastosowań praktycznych. Następnie studenci będą prezentować przygotowane wystąpienia dotyczące zastosowania katalizatorów w wybranych procesach technologicznych.

**Metody oceny:**

Aby uzyskać oceną pozytywną za ćwiczenia konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium, przedstawienie prezentacji na wskazany przez prowadzącego temat oraz obecność na zajęciach. Ocena końcowa będzie wypadkową punktów uzyskanych z kolokwium: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0 i może być podwyższona o 0,5 lub obniżona o 0,5 lub 1 na podstawie przedstawionej prezentacji.

**Literatura:**

1. J. Molenda; Technologia Chemiczna, W-wa 1995
2. B. Grzybowska-Świerkosz, Elementy katalizy heterogenicznej, PWN 1993
3. K. Schmidt-Szałowski, J.Sentek; Podstawy Technologii Chemicznej. Organizacja procesów produkcyjnych, W-wa 2001

## Grafika inżynierska

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Engineering Graphics</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Antoni Rozeń, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Projekt (30 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Zapoznanie studentów z zasadami kreślenia i odczytywania rysunków technicznych utworzonych metodą rzutowania prostokątnego. Opanowanie przez studentów podstawowych metod tworzenia, modyfikacji i wydruku rysunków technicznych wykonawczych i złożeniowych za pomocą programu AutoCAD.

### Treści kształcenia:

*Projekt/laboratorium komputerowe:*

*Część I - kreślarnia*

1. Rysunek techniczny jako język międzynarodowy inżynierów.
2. Podział rysunków ze względu na sposób rzutowania.
3. Różnice w rzutowaniu prostokątnym wg metody pierwszego i trzeciego kąta.
4. Przekroje przedmiotów: przekrój prosty, półprzekrój, przekrój kilkoma płaszczyznami przecinającymi się, kład, przekrój miejscowy, przekrój i widok cząstkowy.
5. Zasady wymiarowania i rodzaje wymiarów.
6. Skracanie i przerwanie długich przedmiotów, powiększanie małych elementów.
7. Zasady rysowania połączeń gwintowych.
8. Zasady stosowane w rysunkach złożeniowych (numeracja rysunków, numeracja części, oznaczenia części znormalizowanych).
9. Rysowanie połączeń wpustowych. Oznaczanie tolerancji i pasowań.
10. Odczytywanie rysunków złożeniowych.

*Część II - laboratorium komputerowe.*

1. Interfejs graficzny programu AutoCAD. Przestrzeń modelu i papieru.
2. Tworzenie i edycja obiektów rysunkowych i tekstowych.
3. Typy współrzędnych rysunkowych. Pomoce i narzędzia rysunkowe.
4. Tryby lokalizacji. Filtry współrzędnych. Funkcja śledzenia.
5. Przenoszenie, kopiowanie obracanie, dopasowywanie i szyk obiektów.
6. Ucinanie, wydłużanie, kreskowanie, fazowanie i zaokrąglanie obiektów.
7. Warstwy rysunkowe. Wymiarowanie obiektów.
8. Statyczne i dynamiczne bloki rysunkowe i ich atrybuty.
9. Biblioteki obiektów rysunkowych. Drukowanie projektu graficznego.

### Metody oceny:

*Projekt/laboratorium komputerowe:*

Warunkiem zaliczenia Części I Przedmiotu jest uzyskanie łącznie ze wszystkich projektów i kolokwiów rysunkowych, wykonanych odręcznie, co najmniej 38 punktów.

Warunkiem zaliczenia Części II Przedmiotu jest uzyskanie łącznie ze wszystkich projektów rysunków, wykonanych za pomocą programu AutoCAD, co najmniej 13 punktów.

Do zaliczenia całego Przedmiotu wymagane jest zaliczenie obu jego części (Części I i II).

Ocena końcowa z Przedmiotu „Grafika inżynierska 1” zależy od sumy punktów uzyskanych z obu części Przedmiotu wg następującej skali:

- (0,0 - 50,5 pkt) - 2,0
- (51,0 - 60,5 pkt) - 3,0
- (61,0 - 70,5 pkt) - 3,5
- (71,0 - 80,5 pkt) - 4,0
- (81,0 - 90,5 pkt) - 4,5
- (91,0 - 100,0 pkt) - 5,0

**Literatura:**

Literatura podstawowa:

- (1) Oleniak J., „Rysunek techniczny w inżynierii chemicznej”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2020.
- (2) Pikoń A.: „AutoCAD 2021 PL. Pierwsze kroki”, Helion, 2020.

Literatura uzupełniająca:

- (1) Lewandowski T., „Rysunek techniczny dla mechaników”, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 2015.
- (2) Jaskulski A.: „AutoCAD 2020/LT 2020 (2013+) Podstawy projektowania parametrycznego i nieparametrycznego”.

## Informatyka

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Computer science</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Artur Dybko</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę na temat zasad algorytmicznego formułowania rozwiązań zadań,
- mieć ogólną wiedzę na temat podstaw programowania w języku Python

### Treści kształcenia:

#### Laboratorium

Algorytmika - ćwiczenia; Środowisko programistyczne Anaconda, typy i struktury danych  
Zmienne, operatory, wyrażenia, funkcje wbudowane; Instrukcja warunkowa (If, Else)  
Pętle (While, For); Pętle + instrukcje warunkowe; Funkcje własne, programowanie strukturalne

Funkcje - ćwiczenia; Czytanie i generowanie plików; Przeszukiwanie plików i zapisywanie wyników przeszukiwania do pliku; Praca z dużymi plikami; Metody numeryczne; Metody numeryczne i pliki

### Metody oceny:

*Laboratorium komputerowe - kolokwium*

### Literatura:

1. Literatura on line: <https://pl.python.org/>
2. Python. Wprowadzenie, Mark Lutz, Wyd. Helion 2020
3. Python dla każdego. Podstawy programowania, Dawson Michael, Wyd. Helion 2014



**Inżynieria chemiczna**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Chemical Engineering</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Arkadiusz Moskal</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (45h) + ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

Zaznajomienie studenta z podstawowymi procesami wymiany masy pędu i energii. Wprowadzenie do bilansowania procesów i ich optymalizacji.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Podstawy Bilansowania procesów.
2. Przepływ płynów jednorodnych. Płyny Idealne.
3. Płyny rzeczywiste.
4. Opory przepływów i różne problemy przepływu w rurociągach.
5. Procesy ruchu ciał stałych w płynach.
6. Rozdzielanie w polu sił odśrodkowych. Filtracja aerozoli.
7. Filtracja jako metoda rozdzielania zawiesin.
8. Sposoby kontaktowania faz w jednym aparacie.
9. Filtracja Membranowa.
10. Proces mieszania cieczy.
13. Wymiana Ciepła - Pojęcia podstawowe.
14. Obliczanie wymienników ciepła i procesów cieplnych.
15. Zateżnienie roztworów ciała stałego - wyparka.
16. Krystalizacja - sposoby realizacji procesu.
17. Destylacja.
18. Rektyfikacja.
19. Teoria procesów wymiany masy.
20. Absorpcja.
21. Ekstrakcja.
22. Procesy ciągłe - destylacja absorpcja i ekstrakcja w kolumnach wypełnionych.
23. Wstęp do Inżynierii reaktorów chemicznych
24. Wprowadzenie do bio-procesów i biotechnologii.
25. Bioinżynieria. Wyzwanie na przyszłość.

*Ćwiczenia:*

1. Bilansowanie
2. Mechanika Płynów
3. Odpylanie gazów
4. Wymiana ciepła
5. Destylacja
6. Rektyfikacja
7. Absorpcja
8. Ekstrakcja

**Metody oceny:***Wykład:*

Aby uzyskać oceną pozytywną z przedmiotu konieczne jest uzyskanie co najmniej oceny dostatecznej z ćwiczeń. Ocena z wykładu będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych z egzaminu końcowego pisemnego realizowanego w postaci testu. Skala ocen: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

**Ćwiczenia:**

trzy kolokwia cząstkowe na których rozwiązywane są zadania obliczeniowe oceniane na punkty. Dodatkowo można zdobyć punkty za aktywną pracę na ćwiczeniach i przygotowanie prezentacji tematycznych.

Skala ocen: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

Ocena zintegrowana liczona jest jako średnia z oceny za wykład i ćwiczenia zaokrąglając w górę.

**Literatura:**

Podstawy inżynierii Chemicznej i procesowej: zadania z elementami teorii. A. Moskał, A. Jackiewicz-Zagórska, A. Penconek. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2016

**Inżynieria reaktorów chemicznych**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Chemical reactor engineering</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Wioletta Raróg-Pilecka, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (15h) + ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę z obszaru inżynierii reaktorów chemicznych - znać typy reaktorów, ich opis matematyczny i klasyfikację opartą na kryteriach technologicznych.
- umieć wykonać bilans materiałowy dla określonych typów reaktorów chemicznych i wyprowadzić zależności procesowe.
- umieć wybrać odpowiedni typ reaktora przy określonych kryteriach optymalizacji i zadanych opisie kinetycznym procesu.
- umieć pracować samodzielnie, rozwiązywać wybrane zagadnienia, formułować wnioski

**Treści kształcenia:**

Wykład:

1. Podstawowe definicje i zależności inżynierii reaktorów chemicznych (1h).
2. Klasyfikacja reaktorów oparta na kryteriach technologicznych takich jak (2h):
  - a. sposób doprowadzania i odprowadzania reagentów,
  - b. sposób i rodzaj mieszania mieszaniny reakcyjnej,
  - c. warunki wymiany ciepła,
  - d. skład fazowy mieszaniny reakcyjnej.
3. Modele matematyczne reaktorów (4h)
  - a. reaktory z idealnym wymieszaniem (okresowe i przepływowe),
  - b. reaktory półprzepływowe,
  - c. reaktor przepływowy z przepływem tłokowym.
4. Czas przebywania reagentów w reaktorze (4h).
  - a. Średni czas przebywania, rzeczywisty czas przebywania reagentów, funkcje rozdziału czasów przebywania.
  - b. Znaczenie zróżnicowania czasów przebywania dla procesów o różnej charakterystyce kinetycznej: reakcje proste i złożone.
  - c. Wykorzystanie funkcji rozdziału czasów przebywania (charakterystyki dynamicznej) do analizy pracy reaktorów.
5. Wydajność i selektywność reakcji równoległych i następczych w różnych reaktorach: okresowym, przepływowym z przepływem tłokowym, przepływowym z doskonałym mieszaniem (2h).
6. Eksploatacja reaktorów przemysłowych (2h).

**Ćwiczenia**

Ćwiczenia mają charakter obliczeń projektowo-optymalizacyjnych i dotyczą wyboru optymalnego typu reaktora przy określonym kryterium optymalizacji i zadanim opisie kinetyki procesu (15h).

**Metody oceny:**

Wykład:

- Egzamin oceniany w skali ocen 2-5.
- Z egzaminu można uzyskać maksymalnie 15 pkt.
- Oceny:  
7,5-9 pkt - ocena 3;

- 9,5-10,5 pkt - ocena 3,5;
- 11-12 pkt - ocena 4;
- 12,5-13,5 pkt - ocena 4,5;
- 14-15 pkt - ocena 5.

- Warunkiem zaliczenia wykładu jest zdany egzamin, czyli uzyskanie przynajmniej oceny 3,0.
- Warunkiem uzyskania oceny pozytywnej jest uzyskanie co najmniej 50% punktów, czyli 7,5 punktów

**Ćwiczenia:**

- Na końcową ocenę z ćwiczeń składa się ocena z kartkówek + kolokwium/kolokwium poprawkowe + praca semestralna. Na pracę semestralną składa się aktywny udział w zajęciach.
- Studenci mają szansę uzyskania z ćwiczeń oceny 3 w wyniku zaliczenia dwóch kartkówek, które będą miały miejsce na zajęciach podczas trwania semestru. Nieobecność na kartkówce oznacza jej niezaliczenie.
- Kolokwium oceniane jest w skali 2-5, kolokwium poprawkowe w skali 2-4 (ocena 2 oznacza nie zaliczenie kolokwium/kolokwium poprawkowego).
- Warunkiem zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie przynajmniej oceny 3.

**Literatura:**

1. S. Bretsznajder, W. Kawecki, J. Leyko, R. Marcinkowski, Podstawy ogólne technologii chemicznej, WNT Warszawa 1977.
2. B. Tabiś, Zasady inżynierii reaktorów chemicznych, WNT Warszawa 2000.
3. A. Burghardt, G. Bartelmus, Inżynieria reaktorów chemicznych, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2001.

**Inżynierskie laboratorium dyplomowe**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Diploma engineering laboratory</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>Kierownik katedry/zakładu</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (90h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>6</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest nabycie praktycznej umiejętności pracy w laboratorium badawczo-naukowym, zapoznanie się z zasadami obsługi i działania specjalistycznej aparatury laboratoryjnej i programów komputerowych do analizy danych pomiarowych oraz nabycie umiejętności prawidłowej interpretacji wyników.

**Treści kształcenia:**

Indywidualna praca studenta według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej.

**Metody oceny:**

Ocena indywidualnej pracy studenta przez kierującego pracą dyplomową.

**Literatura:**

Wybierana w trakcie realizacji tematu pracy dyplomowej.

**Język obcy**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Foreign language</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>mgr Aleksandra Januszewska</b>
Język wykładowy:	<b>polski/język obcy</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>lektorat</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2 ECTS za każde 30 godzin zajęć, 12 ECTS za 180 godzin zajęć w sumie w toku studiów I stopnia</b>

**Cele przedmiotu:**

Osiągnięcie poziomu B2 zgodnie z Europejskim Opisem Kształcenia Językowego w zakresie języka ogólnego, z elementami języka specjalistycznego potrzebnego absolwentom uczelni technicznej, zróżnicowanego w zależności od kierunku studiów oraz zaliczenie egzaminu na poziomie B2 według CEFR.

**Treści kształcenia:**

Uzależnione od realizowanego modułu i wybranego języka. Karty przedmiotu dla wszystkich 30 godzinnych jednostek lekcyjnych na [www.sjo.pw.edu.pl](http://www.sjo.pw.edu.pl)

**Metody oceny:**

- obecność na zajęciach (dopuszczalne 2 nieusprawiedliwione nieobecności)
- zaliczenie wszystkich prac kontrolnych
- wykonanie wszystkich prac domowych
- aktywne uczestnictwo w zajęciach

uzyskanie pozytywnej oceny z testu zaliczeniowego (waga oceny z testu zaliczeniowego w ocenie końcowej: 50%)

**Literatura:**

W zależności od wybranego języka i poziomu.

**Laboratorium analizy ilościowej**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Quantitative Analysis Laboratory</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Norbert Obarski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (45h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Po ukończeniu kursu student powinien mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat podstaw fizyko-chemicznych i zastosowania klasycznych technik analitycznych, umieć przeprowadzić analizę ilościową wybranych próbek wykorzystując poznane metody analizy klasycznej (miareczkowe i wagowe) oraz obliczyć zawartość oznaczanych składników w analizowanych próbkach i ocenić precyzję i dokładność wykonanych oznaczeń

**Treści kształcenia:***Laboratorium*

1. Alkacymetryczne oznaczanie kwasu octowego wraz ze sprawdzeniem obecności węglanów w roztworze wodorotlenku sodu i nastawieniem miana roztworu wodorotlenku sodu na wodoroftalan potasu.
2. Kompleksometryczne oznaczanie magnezu.
3. Strąceniowe oznaczanie chlorków metodą Volharda.
4. Pośrednie manganometryczne oznaczanie wapnia po wydzieleniu go w postaci szczawianu wapnia.
5. Bromiano-jodometryczne oznaczanie fenolu.
6. Wagowe oznaczanie niklu w postaci dimetyloglioksymianu niklu w obecności jonów żelaza(III) maskowanych winianami.

**Metody oceny:***Laboratorium:*

1. Aby uzyskać ocenę pozytywną za laboratorium konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z sumy możliwych do uzyskania punktów z kolokwium i wykonywanych oznaczeń
2. Kolokwia oceniane są w skali 0-4 pkt, a oznaczenia w skali 0- 4 pkt.
3. Ocena końcowa za laboratorium to: < 51% = 2,0; 51% - 60% = 3,0; 61% - 70% = 3,5; 71% - 80% = 4,0; 81% - 90% = 4,5; 91% - 100% = 5,0

**Literatura:**

## Literatura podstawowa:

- [1]. S. Kuś, N. Obarski, *Laboratorium analizy ilościowej*, Oficyna Wydawnicza PW, 2011  
 [2]. J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia Analityczna, t. 1. Podstawy teoretyczne i analiza jakościowa, t. 2. Chemiczne metody analizy ilościowej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2004.

## Literatura uzupełniająca:

- [3]. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, *Podstawy Chemii Analitycznej t. 1.*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2006.

[wróć do tabeli z programem](#)

### Laboratorium analizy instrumentalnej

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Instrumental Analysis Laboratory</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Kamil Wojciechowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (45h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>

#### Cele przedmiotu:

Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z podstawowymi instrumentalnymi technikami analitycznymi oraz przedstawienie ich użyteczności w praktyce laboratoryjnej i przemysłowej.

#### Treści kształcenia:

*Laboratorium:*

1. Spektrofotometria UV/VIS
2. Spektrometria atomowa
3. Fluorymetria
4. Potencjometria
5. Woltamperometria
6. Wysokosprawna Chromatografia Cieczowa (HPLC)
7. Chromatografia gazowa (GC)
8. Elektroforeza

#### Metody oceny:

*Laboratorium:*

1. Zaliczanie laboratorium jest oparte na skali punktowej, za każdą jednostkę można otrzymać maksymalnie 10 pkt.
2. Każdą jednostkę ćwiczeń rozpoczyna kolokwium dopuszczające studenta do wykonywania ćwiczeń (0-5 pkt, minimum 3 pkt jako dopuszczające do wykonywania ćwiczeń). Za wszystkie ćwiczenia wykonane w ramach jednostki można uzyskać 0-2 pkt. Za opracowanie i omówienie wyników pomiarowych można uzyskać 0-3 pkt.
3. Zaliczenie pracowni to uzyskanie łącznie 40 pkt (z 80 możliwych).
4. Punktacja:
  - 0-39 -> 2
  - 40-47 -> 3
  - 48-55 -> 3,5
  - 56-63 -> 4
  - 64-71 -> 4,5
  - 72-80 -> 5

#### Literatura:

Literatura podstawowa:

1. I. Głuch, M. Balcerzak „Chemia Analityczna. Ćwiczenia laboratoryjne”, OWPW, Warszawa 2007.
2. W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, Warszawa 1996.
3. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007

Literatura uzupełniająca:

1. K. Ditrich, Absorpcyjna spektrometria atomowa, PWN, Warszawa 1988.
2. Z. Witkiewicz, Podstawy chromatografii, WNT 1992, 1995.
3. A. Cygański, Metody elektroanalityczne, Warszawa WNT 1995.



4. K. Cammann, Zastosowanie elektrod jonoselektywnych, WNT, Warszawa 1977.
5. T. Nowicka-Jankowska, Spektrofotometria UV-VIS w analizie chemicznej, PWN 1988.
6. A. Cygański, Spektroskopowe metody analizy, PWN, Warszawa 1994.

### Laboratorium metrologii chemicznej

Nazwa po angielsku	<b>Chemical metrology laboratory</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Ilona Grabowska-Jadach, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (75h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>7</b>

#### Cele przedmiotu:

Program laboratorium zakłada przedstawienie ważnych zaawansowanych technik analitycznych, skorelowanych z potrzebami kontroli analitycznej środowiska a także kontroli analitycznej procesów przemysłowych. Bloki tematyczne obejmują: techniki analityczne różniące się sposobem zbierania i charakteru sygnału umożliwiające analizę śladowych ilości zanieczyszczeń nieorganicznych i organicznych. Wykonanie ćwiczeń związane będzie z przygotowaniem próbki do analizy (w niektórych przypadkach optymalizacja jej składu), wyborem (optymalizacją) warunków pomiaru i ułożeniem algorytmu procedury pomiarowej w środowisku oprogramowania aparatury oraz wyborem właściwej metody akwizycji, przetwarzania oraz interpretacji otrzymanych wyników

#### Treści kształcenia:

1. Rozdzielanie białek techniką planarnej elektroforezy żelowej.
2. Wykorzystanie czytnika płytek wielodołkowych do oznaczeń analitycznych.
3. Konstrukcja elektrod jonoselektywnych i ich wykorzystanie w miareczkowaniach.
4. Analiza mieszaniny aminokwasów techniką strefowej elektroforezy kapilarnej.
5. Metody pomiaru sygnału optycznego i obrazowania badanych próbek.
6. Oznaczanie nieorganicznych jonów w wodach pitnych techniką chromatografii jonowej.
7. Woltamperometria w układach przepływowch.
8. Oznaczanie kationów metali techniką elektroforezy kapilarnej z pośrednią detekcją spektrofotometryczną.

#### Metody oceny:

Laboratorium złożone z bloków tematycznych, podczas których punkty zdobywane są za kolokwia i sprawozdania. Ocena końcowa wystawiana na podstawie ilości zebranych punktów

#### Literatura:

1. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej, PWN, 2007.
2. A. Cygański, Podstawy metod elektroanalitycznych, WNT, 1995.
3. A. Cygański, Spektroskopowe metody analizy, PWN, 1994.
4. W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, WNT, Warszawa 1999.
5. E. Bulska, Metrologia chemiczna - sztuka prowadzenia pomiarów, Wydawnictwo Malamut, 2008.
6. I. Głuch, M. Balcerzak Praca zbiorowa, Chemia analityczna. Ćwiczenia laboratoryjne, Oficyna Wydawnicza PW, 2007.

[wróć do tabeli z programem](#)

### Laboratorium podstaw syntezy i technologii związków biologicznie czynnych

Nazwa w jęz. angielskim	Laboratory of Synthesis Basics and Technology of Biologically Active Compounds
Odpowiedzialny za przedmiot:	dr hab. inż. Edyta Łukowska-Chojnacka
Język wykładowy:	polski
Forma zaliczenia przedmiotu:	bez egzaminu
rodzaj zajęć:	Laboratorium (75h)
Liczba punktów ECTS:	7

#### Cele przedmiotu:

Zapoznanie studentów z praktycznymi problemami występującymi przy syntezie związków biologicznie czynnych w trakcie wykonywania kilku ćwiczeń obejmujących:

- Klasyczną syntezę związków organicznych o potencjalnej aktywności biologicznej;
- Syntezę z użyciem biokatalizatorów (biotransformacje) prowadzącą do otrzymania m.in. związków optycznie czynnych;
- Podstawowe formy kosmetyczne, ich zastosowanie i właściwości.

#### Treści kształcenia:

##### Laboratorium

1. Synteza związków organicznych o potencjalnej aktywności biologicznej (25 h)
2. Reakcje redukcji z użyciem *Saccharomyces cerevisiae* prowadzące m.in. do związków optycznie czynnych (25 h)
3. Wykonanie kilku podstawowych form kosmetycznych, ocena ich stabilności oraz własności fizykochemicznych (25 h)

#### Metody oceny:

##### Laboratorium:

Każdy z modułów Laboratorium (Synteza, Biotransformacje, Kosmetyki) oceniany jest osobno. Ocena wynika z sumy punktów uzyskanych za pracę w laboratorium, sprawozdanie i kolokwium, w częściach równych. Skala ocen: 51-60% punktów: (3); 61-70% (3,5); 71-80% (4); 81-90% (4,5); 91-100% (5)

Ocena końcowa stanowi wypadkową z trzech ocen cząstkowych uzyskanych z zaliczenia każdej z części laboratorium (Synteza, Biotransformacje, Kosmetyki), wg skali: 3,0-3,17 (3,0); 3,33-3,67 (3,5); 3,83-4,17 (4,0); 4,33-4,67 (4,0); 4,83-5,0 (5,0).

##### Literatura:

Literatura podstawowa:

1. A.I. Vogel, Preparatyka organiczna, PWN, Warszawa, 2006
2. K. Faber, Biotransformation in Organic Synthesis, Wiley, 2004
3. K.F. De Polo, A Short Textbook of Cosmetology, Verlag für Chemische Industrie, H. Ziolkowsky GmbH, 1998
4. W. Malinka, Zarys chemii kosmetycznej, Volumed, Wrocław, 1999

Literatura uzupełniająca:

Literatura źródłowa wskazana przez autorów poszczególnych ćwiczeń

[wróć do tabeli z programem](#)

### Laboratorium procesów technologii nieorganicznej

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Laboratory of inorganic technology processes</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Krzysztof Krawczyk</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (75h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>7</b>

#### Cele przedmiotu:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat procesów technologii nieorganicznej i technologii ceramiki,
- powinien mieć wiedzę potrzebną do samodzielnego prowadzenia badań procesów z technologii nieorganicznej oraz posiadać podstawową wiedzę z zakresu inżynierii reaktorów,
- powinien znać podstawowe techniki badań procesów katalitycznych, procesów elektroplazmowych, procesów roztworowych, procesów spiekania tworzyw ceramicznych, procesów wysokotemperaturowych oraz procesów utylizacji odpadów przemysłowych.

#### Treści kształcenia:

*Laboratorium:*

1. zapoznanie studenta z podstawowymi procesami w technologii nieorganicznej, organicznej i technologii ceramiki.
2. Samodzielne wykonanie badań prostych procesów z technologii nieorganicznej, organicznej i ceramiki oraz analiza powstałych produktów i zastosowanych w procesie katalizatorów.
3. Zapoznanie studenta z podstawowymi technikami badań procesów katalitycznych, procesów elektroplazmowych, procesów roztworowych, procesów formowania i spiekania tworzyw ceramicznych, procesów wysokotemperaturowych oraz procesów utylizacji odpadów przemysłowych.

#### Metody oceny:

*Laboratorium:*

Aby uzyskać oceną pozytywną z laboratorium student musi zaplanować i wykonać ćwiczenie laboratoryjne i sprawozdanie. Ocena wynika z jego zaangażowania i efektów pracy i oceny sprawozdania.

#### Literatura:

Literatura podstawowa:

- [1] K. Schmidt-Szałowski, M. Szafran, E. Bobryk, J. Sentek, Technologia chemiczna, Przemysł nieorganiczny, PWN, Warszawa 2013.
- [2] K. Schmidt-Szałowski, K. Krawczyk, J. Petryk, J. Sentek, Technologia chemiczna, Ćwiczenia rachunkowe, PWN, Warszawa 2013.
- [3] K. Schmidt-Szałowski, K. Krawczyk, J. Petryk, J. Sentek, Obliczenia technologiczne w przemyśle chemicznym, PWN, Warszawa 2018.

- [4] E. Grzywa, J. Molenda, Technologia podstawowych syntez organicznych, tom 1 i 2., WNT, Warszawa 2008.
- [5] J. Zawadzki; Technologia Chemiczna Nieorganiczna, Warszawa 1949
- [6] S. Bretsznajder, W. Kawecki; Podstawy Ogólne Technologii Chemicznej, Warszawa 1973
- [7] J. Kępiniski; Technologia Chemiczna Nieorganiczna, Warszawa 1984
- [8] J. Molenda; Technologia Chemiczna, Warszawa 1995
- [9] K. Górka, B. Poskrobko; Ekonomia Ochrony Środowiska, Warszawa 1991
- [10] R. Pampuch, K. Haberko, M. Kordek, Nauka o procesach ceramicznych, PWN, Warszawa 1992

Literatura uzupełniająca:

Artykuły źródłowe polecane przez prowadzącego laboratorium

**Laboratorium syntezy i badania polimerów**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Laboratory of synthesis and characterization of polymers</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Ewa Zygadło-Monikowska, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (75h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>7</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami syntezy polimerów według podstawowych mechanizmów polimeryzacji łańcuchowej i stopniowej. Student poznaje metody badawcze i pomiarowe stosowane w analizie i charakteryzacji związków wielkocząsteczkowych.

**Treści kształcenia:**

1. Polimeryzacja rodnikowa
2. Polimeryzacja jonowa - anionowa
3. Polimeryzacja jonowa - kationowa
4. Polimeryzacja koordynacyjna
5. Pianki poliuretanowe
6. Badanie polimerów metodami elektrochemicznymi i spektroskopowymi
7. Żywice epoksydowe
8. Kompozyty polimerowo-nieorganiczne
9. Polianilina, otrzymywanie i właściwości
10. Oznaczanie temperatur przemian
11. Oznaczanie mas cząsteczkowych

**Metody oceny:**

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest:

- Obecność na zajęciach (możliwe usprawiedliwienie jednej nieobecności);
- Uzyskanie przynajmniej 51% punktów możliwych do zdobycia podczas zajęć (sprawdzian, sprawozdanie, punkty za pracę na zajęciach, inne)

Ocena końcowa za przedmiot jest obliczana na podstawie średniej arytmetycznej ocen z każdego ćwiczenia. Kryterium oceniania poszczególnych ćwiczeń podają prowadzący. Możliwość poprawy oceny z ćwiczenia uzgadniana jest indywidualnie z prowadzącym.

**Literatura:**

1. Z. Florjańczyk, S. Penczek; Chemia Polimerów t.I i II, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001
2. G. Rokicki (red.) "Ćwiczenia laboratoryjne z chemii związków wielkocząsteczkowych", Oficyna Wydawnicza PW Warszawa, 2001.
3. Instrukcje do poszczególnych ćwiczeń.

**Laboratorium technologii ciała stałego**

Nazwa w jęz. angielskim	Laboratory of solid state technology
Odpowiedzialny za przedmiot:	dr hab. inż. Anna Krztoń-Maziopa, prof. uczelni
Język wykładowy:	polski
Forma zaliczenia przedmiotu:	bez egzaminu
rodzaj zajęć:	Laboratorium (75h)
Liczba punktów ECTS:	7

**Cele przedmiotu:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć wiedzę teoretyczną dotyczącą wybranych technologii oraz produktów szeroko pojętej elektrochemii materiałów funkcjonalnych i produktów wykorzystujących zjawiska elektrochemiczne
- dokonywać wyboru odpowiedniej metody i wykonać badania elektrochemiczne różnego typu materiałów w oparciu o odpowiednie przepisy BHP i normy ISO,
- zweryfikować uzyskane wyniki badania danego materiału w oparciu o dostępną literaturę,

pracować w grupie, rozdzielić zadania, przyjąć odpowiedzialność za wykonanie części badań i sprawozdania z ćwiczenia.

**Treści kształcenia:**

Przykłady dotychczas realizowanych bloków:

1. Elektrolity polimerowe.
2. Chemiczne źródła prądu.
3. Przewodniki szkliste otrzymywane metodą sol-gel.
4. Elektrochemiczne techniki otrzymywania warstw: metalicznych, tlenkowych, organicznych.
5. Wykorzystanie technik elektroanalitycznych.
6. Technologie elektrochemiczne: elektrorafinacja, elektropolerowanie, ochrona elektrodowa.
7. Półprzewodniki klasy IIIIV na przykładzie GaN i AlN.

**Metody oceny:**

Ocena to średnia ważona indywidualnie przyznanych każdemu ze studentów ocen za poszczególne bloki. Wagą oceny częściowej jest długość bloku w modułach. Oceny częściowe są wystawiane przez prowadzących poszczególne bloki. Mają oni pełną swobodę doboru kryteriów oceniania.

**Literatura:**

Artykuły naukowe polecane przez prowadzącego.

**Laboratorium technologii materiałów wysokoenergetycznych**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Laboratory of technology of high-energy materials</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Paweł Maksimowski, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (75h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>7</b>

**Cele przedmiotu:**

Otrzymanie materiału wysokoenergetycznego i przeprowadzenie badań laboratoryjnych pozwalających na zebranie danych do opracowania technologii wybranego materiału lub niezbędnego komponentu do jego wytwarzania.

**Treści kształcenia:***Laboratorium:*

1. Formowanie stałych heterogenicznych paliw raketowych.
2. Granulowanie soli amonowej dinitroamidu.
3. Krystalizacja CL-20.
4. Nitrowanie toluenu za pomocą tlenku azotu(V).
5. Modyfikacja powierzchni prochów nitrocelulozowych.
6. Analiza chromatograficzna materiałów wysokoenergetycznych.

**Metody oceny:**

Ocena końcowa z laboratorium jest średnią oceny aktywności w trakcie zajęć oraz oceny ze sprawozdania.

**Literatura:**

1. Wojskowe materiały wybuchowe, S.Cudziło, A. Maranda, J. Nowaczewski, R. Trębiński, W. A. Trzeciński, Prace naukowe, Częstochowa, 2000 r.
2. Organic Chemistry of Explosives, Jai Prakash Agrawal, Robert Dale Hodgson, John Wiley & Sons Ltd, 2007.
3. High Energy Materials, Propellants, Explosives and Pyrotechnics, Jai Prakash Agrawal, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co., 2010.

**Laboratorium technologii specjalnych - synteza i kataliza**

Nazwa w jęz. angielskim	Laboratory of special technologies - synthesis and catalysis
Odpowiedzialny za przedmiot:	prof. dr hab. inż. Wanda Ziemkowska
Język wykładowy:	polski
Forma zaliczenia przedmiotu:	bez egzaminu
rodzaj zajęć:	Laboratorium (75h)
Liczba punktów ECTS:	7

**Cele przedmiotu:**

Przedmiot jest prowadzony w formie laboratorium, w którym student pracuje indywidualnie z prowadzącym. Celem laboratorium jest zapoznanie z pracą w układach próżnia-gaz szlachetny, synteza i charakterystyka wskazanych przez prowadzącego związków metaloorganicznych i kompleksowych nietrwałych na powietrzu.

**Treści kształcenia:***Laboratorium:*

1. Praktyczne zapoznanie się z pracą na układach próżnia-gaz obojętny i ewentualnie w dry-boksie.
2. Zapoznanie się z metodami pracy ze związkami nietrwałymi na powietrzu, gwałtownie reagującymi z wilgocią i tlenem i związkami piroforycznymi.
3. Samodzielna synteza przez studenta jednego lub kilku związków w zależności od stopnia trudności.
4. Charakterystyka otrzymanych związków za pomocą metod spektroskopowych.

**Metody oceny:***Laboratorium:*

Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia się jest dokonywana przez opiekuna na podstawie zaangażowania studenta w prace laboratoryjne i sprawozdania, które student składa opiekunowi na koniec semestru (ocena zawiera się w przedziale 2-5). Dopuszcza się nieobecność studenta na 1 laboratorium spowodowaną udokumentowanym wypadkiem losowym. Jeśli nieobecności będzie więcej to opiekun wyznacza dodatkowe zajęcia w innym terminie.

**Literatura:**

Zalecana indywidualnie studentowi w zależności od rodzaju syntez i metod analitycznych stosowanych do charakterystyki związków.



**Laboratorium termodynamiki i chemii fizycznej**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Thermodynamics and physical chemistry laboratory</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>Dr hab. inż. Aneta Pobudkowska-Mirecka, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (60h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem laboratorium jest egzemplifikacja zjawisk będących przedmiotem zainteresowania termodynamiki i chemii fizycznej, przedstawianych w ramach wykładów z chemii fizycznej, oraz zapoznanie z metodami doświadczalnymi stosowanymi w badaniach termodynamicznych i fizykochemicznych.

**Treści kształcenia:***Laboratorium*

Laboratorium składa się z dwóch części: problemowej i indywidualnej oraz kolokwium, prezentacji i zajęć wstępnych.

**Ćwiczenia problemowe:**

Krytyczne stężenie micelizacji

Moment dipolowy

SLE

LLE w układach trójskładnikowych

Izobaryczna VLE w układzie dwuskładnikowym

Entalpia spalania

Wiązanie wodorowe (NMR)

Nadmiarowa objętość mieszania w układzie dwuskładnikowym

**Ćwiczenia indywidualne:**

Przewodność roztworów elektrolitów

Kinetyka reakcji między jonami IO<sub>3</sub><sup>-</sup> i I<sup>-</sup>.

Adsorpcja oranżu metylowego

Kinetyka inwersji sacharozy

SEM

VLE

Stała kwasowości

Lepkość

**Metody oceny:**

1. Zaliczenie pracowni odbywa się w systemie punktowym.
2. Warunkiem koniecznym uzyskania zaliczenia jest udział w zajęciach organizacyjnych, dopuszczenie do wykonania ćwiczenia, wykonanie przewidzianych planem czterogodzinnych ćwiczeń (maksymalnie osiem w zasadzie w zespołach trzyosobowych i cztery ćwiczenia pojedynczo), zaliczenie oddanych sprawozdań w części problemowej, oddanie sprawozdań z wykonywanych ćwiczeń indywidualnych, przedstawienie prezentacji opiekunowi merytorycznemu, uczestnictwo w zajęciach, podczas których prezentowane będą wyniki opracowania ćwiczenia problemowego.

3. Przystąpienie do przewidzianego planem kolokwium (z części indywidualnej) nie jest obligatoryjne. Podane w rozkładach zajęć terminy są wiążące i nieobecność (nieusprawiedliwiona zwolnieniem lekarskim) równoznaczna jest niezaliczeniu.
4. Punktacja z części problemowej za przygotowanie i wykonanie ćwiczenia jest zindywidualizowana, ocena za sprawozdanie jest wspólna dla całego zespołu. W uzasadnionych przypadkach członkowie grupy mogą wykonać sprawozdanie samodzielnie.
5. Punktacja z części indywidualnej za wykonanie ćwiczenia, sprawozdanie i kolokwium jest zindywidualizowana.

W części problemowej na ocenę za jedno ćwiczenie składa się 0-2 pkt. za wykonanie ćwiczenia, 0-3 pkt. za przygotowanie do zajęć i 0-5 pkt. za sprawozdanie, punktacja za wygłoszenie prezentacji to 0-10 pkt. W ten sposób każda z grup złożona z czterech ćwiczeń

1. (w dwóch modułach) i wygłoszonej prezentacji oceniana jest w granicach: 0-90 pkt. Dopuszcza się odjęcie punktów w wysokości nie przekraczającej -5, za rażące błędy popełnione podczas wykonywania ćwiczenia (dotyczy każdego z wykonanych ćwiczeń).
2. W części indywidualnej na ocenę za jedno ćwiczenie składa się 0-3 pkt. za wykonanie ćwiczenia, 0-7 pkt. za sprawozdanie, punktacja za kolokwium to 0-20 pkt. W ten sposób każdy student po wykonaniu czterech ćwiczeń wraz z zamykającym je kolokwium oceniany jest w granicach: 0-60 pkt.
3. Maksymalny dorobek punktowy, jaki można uzyskać po wykonaniu pracowni to 150 pkt.
4. Ocena zaliczająca pracownię wynika z sumy punktów uzyskanych w trakcie zajęć:

≥ 75 pkt.	Dst	≥ 90 pkt.	dst ½
≥ 105 pkt.	Db	≥ 120 pkt.	db ½
≥ 135 pkt.	Bdb		

### Literatura:

#### Literatura podstawowa:

- [11] R. Bareła, A. Sporzyński, W. Ufnalski; Chemia fizyczna. Ćwiczenia laboratoryjne; Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2000 (w przygotowaniu wydanie uzupełnione)
- [12] P.W. Atkins; Chemia fizyczna; Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2001

#### Literatura uzupełniająca:

- [1] L. Sobczyk, A. Kiszka, K. Gatner, A. Koll; Eksperymentalna chemia fizyczna; PWN, Warszawa, 1982
- [2] Z. Józwiak, G. Bartosz (red.); Biofizyka. Wybrane zagadnienia wraz z ćwiczeniami; Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 2005
- [3] E. Dutkiewicz (red); Ćwiczenia laboratoryjne z chemii fizycznej; Wydawnictwa Naukowe UAM; Poznań, 1997

[wróć do tabeli z programem](#)

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Mathematics 1</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr Marta Przyborowska</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (60h) + ćwiczenia (60h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>9</b>

### Cele przedmiotu:

Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu analizy matematycznej, geometrii analitycznej oraz równań różniczkowych zwyczajnych niezbędnej w dalszym toku studiów.

Wysztalcenie umiejętności formułowania i rozwiązywania problemów matematycznych z zakresu wiedzy inżynierskiej.

### Treści kształcenia:

#### Wykład:

1. Liczby zespolone. (4h)
2. Własności funkcji jednej zmiennej. (2h)
3. Ciągi liczbowe i ich granice. (2h)
4. Granica i ciągłość funkcji. (2h)
5. Pochodna funkcji i jej zastosowania. (4h)
6. Twierdzenie de l'Hospitala. (2h)
7. Badanie funkcji. (6h)
8. Całki nieoznaczone. (10h)
9. Całki oznaczone. (2h)
10. Całki niewłaściwe. (2h)
11. Równania różniczkowe I rzędu. (6h)
12. Równania różniczkowe liniowe wyższych rzędów. (6h)
13. Szeregi liczbowe. (4h)
14. Szeregi potęgowe. (4h)
15. Geometria analityczna. (4h)

#### Ćwiczenia:

1. Liczby zespolone. (4h)
2. Własności funkcji jednej zmiennej. (2h)
3. Ciągi liczbowe i ich granice. (2h)
4. Granica i ciągłość funkcji. (2h)
5. Pochodna funkcji i jej zastosowania. (4h)
6. Twierdzenie de l'Hospitala. (2h)
7. Badanie funkcji. (6h)
8. Całki nieoznaczone. (10h)
9. Całki oznaczone. (2h)
10. Całki niewłaściwe. (2h)
11. Równania różniczkowe I rzędu. (6h)
12. Równania różniczkowe liniowe wyższych rzędów. (6h)
13. Szeregi liczbowe. (4h)
14. Szeregi potęgowe. (4h)
15. Geometria analityczna. (4h)

### Metody oceny:

#### Wykład:

Część wykładowa przedmiotu kończy się egzaminem - do tego egzaminu mogą przystąpić wyłącznie osoby, które mają zaliczone ćwiczenia.

Egzamin składa się z części pisemnej i następującej po niej części ustnej. Student otrzymuje łączną ocenę z egzaminu (W) po pozytywnym wyniku egzaminu ustnego.

Otrzymanie z egzaminu pisemnego mniej niż 45% punktów oznacza ocenę niedostateczną z całego egzaminu (W= 2).

Uzyskanie przez studenta co najmniej 45% punktów ale mniej niż 50% z egzaminu pisemnego dopuszcza go do egzaminu ustnego.

Student, który otrzymał co najmniej 50% punktów z części pisemnej egzaminu może być zwolniony z części ustnej i może mu być zaproponowana ocena z egzaminu, jednak nie wyższa niż W= 3,5. Jeśli nie odpowiada mu taka ocena, przystępuje do egzaminu ustnego.

#### **Ćwiczenia:**

Na ćwiczeniach zdobywa się punkty, biorąc udział w 2 pisemnych kolokwiach. Pod koniec semestru otrzymuje się ocenę z ćwiczeń (C), wg następującej zasady:

Na ocenę 3 wymagane jest 50% pkt.

Na ocenę 3,5 wymagane jest 60% pkt.

Na ocenę 4 wymagane jest 70% pkt.

Na ocenę 4,5 wymagane jest 80% pkt.

Na ocenę 5 wymagane jest 90% pkt.

#### **Ocena zintegrowana:**

Jeżeli ocena z egzaminu jest pozytywna ( $W \geq 3$ ), to ocena z przedmiotu „Matematyka 1” jest wypadkową oceny z ćwiczeń i egzaminu obliczaną w następujący sposób:  $0,4C + 0,6W$  (zaokrąglenie zawsze w stronę oceny z egzaminu z części wykładowej Przedmiotu).

#### **Literatura:**

1. „Analiza matematyczna 1” (Definicje, twierdzenia, wzory oraz Kolokwia i egzaminy), Marian Gewert, Zbigniew Skoczylas; Oficyna Wydawnicza GiS
2. Zarys matematyki wyższej cz I, Roman Leitner; WNT
3. Zadania z matematyki dla wyższych uczelni technicznych cz. I i II, W. Stankiewicz; PWN

[wróc do tabeli z programem](#)

**Matematyka 2**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Mathematics 2</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>mgr inż. Anna Junosza-Szaniawska</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (45h) + Ćwiczenia (45h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>7</b>

**Cele przedmiotu:**

Nabycie podstawowej wiedzy z zakresu funkcji wielu zmiennych oraz algebry liniowej niezbędnej w dalszym toku studiów. Wykształcenie umiejętności formułowania i rozwiązywania problemów matematycznych z zakresu wiedzy inżynierskiej.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Funkcje wielu zmiennych, ciągłość, granice, ekstrema (6 h)
2. Całki podwójne i potrójne. Zmiana zmiennych. (12 h)
3. Całki krzywoliniowe (6 h)
4. Macierze, wyznacznik, rząd, macierz odwrotna (3 h)
5. Układy równań liniowych (3h)
6. 6). Przestrzenie wektorowe, liniowa zależność, baza. (6 h)
7. Przekształcenie liniowe, macierz przekształcenia, macierz zmiany bazy. (6 h)
8. Wektory i wartości własne operatora liniowego. (3 h)

*Ćwiczenia:*

1. Funkcje wielu zmiennych, granice, ekstrema (6 h)
2. Całki wielokrotne (9 h)
3. Całki krzywoliniowe (6 h)
4. Macierze, wyznacznik, rząd, macierz odwrotna (3 h)
5. Układy równań liniowych (3 h)
6. 6). Przestrzenie wektorowe (3 h)
7. Przekształcenie liniowe (6 h)
8. Wektory i wartości własne (3 h)

**Metody oceny:***Wykład:*

Część wykładowa przedmiotu kończy się egzaminem - do tego egzaminu mogą przystąpić wyłącznie osoby, które mają zaliczone ćwiczenia.

Egzamin składa się z części pisemnej i następującej po nim części ustnej. Student otrzymuje łączną ocenę z przedmiotu po pozytywnym wyniku egzaminu ustnego.

Otrzymanie z egzaminu pisemnego mniej niż 45% punktów oznacza ocenę niedostateczną z całego egzaminu.

Uzyskanie przez studenta co najmniej 45% punktów ale mniej niż 50% z egzaminu pisemnego dopuszcza go do egzaminu ustnego.

Student, który otrzymał co najmniej 50% punktów z części pisemnej egzaminu może być zwolniony z części ustnej i może mu być zaproponowana ocena z egzaminu, jednak nie wyższa niż 3,5. Jeśli nie odpowiada mu taka ocena, przystępuje do egzaminu ustnego.

*Ćwiczenia:*

Na ćwiczeniach zdobywa się punkty, biorąc udział w 2 pisemnych kolokwiach.

Pod koniec semestru otrzymuje się ocenę z ćwiczeń, wg następującej zasady:

Na ocenę 3 wymagane jest 50% pkt.

Na ocenę 3,5 wymagane jest 60% pkt.

Na ocenę 4 wymagane jest 70% pkt.

Na ocenę 4,5 wymagane jest 80% pkt.

Na ocenę 5 wymagane jest 90% pkt.

**Ocena zintegrowana:**

Jeżeli ocena z egzaminu jest pozytywna ( $\geq 3,0$ ), to ocena końcowa z przedmiotu „Matematyka 2” jest wypadkową oceny z ćwiczeń i egzaminu obliczaną w następujący sposób:  $0,4 \cdot$  ocena z ćwiczeń +  $0,6 \cdot$  ocena z egzaminu (zaokrąglenie zawsze w stronę oceny z egzaminu).

**Literatura:**

1. „*Analiza matematyczna 2*” (Definicje, twierdzenia, wzory oraz Kolokwia i egzaminy), Marian Gewert, Zbigniew Skoczylas; Oficyna Wydawnicza GiS;
2. „Zarys matematyki wyższej” cz II, Roman Leitner, WNT;
3. „*Elementy analizy wektorowej*” (Teoria, przykłady, zadania), Marian Gewert, Zbigniew Skoczylas, Oficyna Wydawnicza GiS;
4. „*Algebra liniowa 1*” (Definicje, twierdzenia, wzory oraz Kolokwia i egzaminy), Teresa Jurlewicz, Zbigniew Skoczylas, Oficyna Wydawnicza GiS;
5. „*Algebra liniowa 2*” (Definicje, twierdzenia, wzory oraz Kolokwia i egzaminy), Teresa Jurlewicz, Oficyna Wydawnicza GiS;

**Materiałoznawstwo, kompozyty i korozja**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Materials Technology, Composites and Corrosion</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Paweł Falkowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (45h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami otrzymywania i przetwórstwa trzech podstawowych grup materiałów: metale i ich stopy, tworzywa ceramiczne i tworzywa sztuczne z uwzględnieniem ich właściwości oraz zastosowań. Przybliżenie wiedzy na temat zapobiegania korozji (degradacji) materiałów i kompozytów. Przybliżyć ogólne zasady w zakresie doboru materiałów konstrukcyjnych / funkcjonalnych, modyfikowania ich właściwości i projektowania materiałów o zadanych właściwościach.

**Treści kształcenia:**

1. Budowa chemiczna, nadcząsteczkowa, elementy stereochemii 1h
2. Właściwości mechaniczne, termiczne i termomechaniczne tworzyw sztucznych 1h
3. Przegląd najważniejszych tworzyw syntetycznych 9 h
4. Podstawy przetwórstwa polimerów 1h
5. Recykling tworzyw sztucznych 1h
6. Kompozyty na osnowie polimerowej 1h
7. Materiały inżynierskie w przemyśle chemicznym 1h
8. Materiały metaliczne w przemyśle chemicznym 1h
9. Struktura materiałów metalicznych i ich stopów 2h
10. Właściwości materiałów metalicznych 2h
11. Materiały metaliczne o dużym znaczeniu przemysłowym 6h
12. Stopy żaroodporne i żarowytrzymałe, cermetale, fazy międzymetaliczne 1h
13. Kompozyty na osnowie metalicznej 1h
14. Metody badań materiałów metalicznych 1h
15. Budowa chemiczna a właściwości materiałów ceramicznych 1h
16. Surowce naturalne i syntetyczne do formowania materiałów ceramicznych 1h
17. Podstawowe metody formowania materiałów ceramicznych 6h
18. Ceramika funkcjonalna i konstrukcyjna 1h
19. Ceramiczne materiały kompozytowe 2h
20. Materiały ogniotrwałe 1h
21. Szkło 1h
22. Materiały wiążące 1h
23. Podstawowe metody badań materiałów ceramicznych 1h

**Metody oceny:**

Zaliczenie odbywa się na podstawie wyników 3 egzaminów cząstkowych z każdej części wykładu . Ocenę pozytywną można dostać po uzyskaniu powyżej 50% punktów z całego materiału (łącznie z trzech części). W zależności od uzyskanej ilości punktów student otrzyma ocenę: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0. Do uzyskania zaliczenia konieczne jest także, aby student odpowiedział poprawnie na co najmniej 30% pytań z każdej części wykładu.

W przypadku nie uzyskania wystarczającej liczby punktów wymaganej do zaliczenia lub nie spełnienia warunku posiadania minimum 30% poprawnych odpowiedzi z danej części wykładu, student ma możliwość poprawienia wyników wszystkich egzaminów cząstkowych lub tylko wybranych . W przypadku poprawiania wyniku



egzaminu (egzaminów cząstkowych) do wyliczenia oceny końcowej będzie brana pod uwagę ilość punktów uzyskana w ostatnim podejściu

**Literatura:**

1. Ashby Michael F. I Jones David R.H., Materiały inżynierskiej tom 1, Właściwości i zastosowania, WNT, 1999
2. Ashby Michael F. I Jones David R.H., Materiały inżynierskiej tom 2, Kształtowanie struktury i właściwości, dobór materiałów
3. Leszek A. Dobrzański, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, WNT
4. R. Pampuch, Materiały ceramiczne, PWN, 1988.
5. R. Pampuch, Współczesne materiały ceramiczne, Wydawnictwo AGH, 2005
6. R. Pampuch, Wykłady o ceramice, Wydawnictwo AGH, 2013
7. Oczóś K. - Kształtowanie ceramicznych materiałów technicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej,
8. R.W. Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, Nanotechnologie, PWN 2012
9. H. Saechtling, Tworzywa sztuczne - poradnik, WNT, 1995
10. D. Żuchowska, Polimery konstrukcyjne WNT, 2000
11. M. Blicharski „Wstęp do inżynierii materiałowej” WNT Warszawa 2003 rozdziały :4,8,13
12. J. Baszkiewicz, M Kamiński, „Korozja Materiałów” OWPW Warszawa 2006 rozdziały: 3,11

**Metody badania materiałów - laboratorium**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Methods of Materials Testing - Laboratory</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Andrzej Plichta, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (45h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Po ukończeniu kursu student powinien mieć wiedzę teoretyczną dotyczącą metod badania metali, ich stopów, materiałów ceramicznych i polimerowych, w tym nanomateriałów, potrafić wybrać odpowiednią metodę i wykonać badania struktury i właściwości różnego typu materiałów w oparciu o odpowiednie przepisy BHP i normy ISO, zweryfikować wyniki badania danego materiału w oparciu o dostępne dane dla wzorców, pracować w grupie, rozdzielić zadania, przyjąć odpowiedzialność za wykonanie części badań i sprawozdania z ćwiczenia.

**Treści kształcenia:***Laboratorium*

W ramach przedmiotu dostępnych jest 14 (wymienionych poniżej) sześciogodzinnych ćwiczeń laboratoryjnych, spośród których studenci podzieleni na kilkusobowe zespoły realizują 7 losowo wybranych ćwiczeń:

1. Wyznaczanie warunków odporności, korozji i pasywności metali
2. Badania ceramicznych materiałów gęstych do zastosowań specjalnych
3. Pomiary twardości metali i stopów. Metalograficzne badania mikroskopowe
4. Analiza polimerów
5. Oznaczanie wielkości cząstek w dyspersjach metodą DLS
6. Badanie właściwości mechanicznych oraz palności materiałów polimerowych
7. Wykorzystanie metod spektroskopii Ramana do analizy materiałów organicznych i nieorganicznych
8. Skaningowy Mikroskop Elektronowy (SEM) jako narzędzie do oceny morfologii powierzchni materiałów
9. Wyznaczanie właściwości termicznych materiałów
10. Badanie właściwości kwasowych powierzchni ciał stałych
11. Wyznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej materiałów
12. Właściwości reologiczne materiałów
13. Oznaczanie migracji amin aromatycznych (PAAs) z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością
14. Analiza termiczna dynamicznych właściwości mechanicznych polimerów

**Metody oceny:***Laboratorium:*

Warunkiem koniecznym do zaliczenia laboratorium jest obecność na 7 ćwiczeniach, aktywny udział w wykonaniu tych ćwiczeń, zaliczenie kolokwium pisemnego lub ustnego oraz przygotowanie i przekazanie prowadzącemu sprawozdania przygotowanego przez zespół.

W przypadku nieobecności na ćwiczeniu(ach), student może odrobić to/te ćwiczenia z innym zespołem lub odrobić innego ćwiczenia. Student ma prawo nie odrobić jednego ćwiczenia, ale w takim przypadku musi uzyskać pozytywną ocenę z kolokwium z tego ćwiczenia, co zalicza ćwiczenie z oceną 2,0 liczoną do średniej. Zaliczenie całego laboratorium odbywa się na podstawie uzyskania pozytywnej oceny z 7 (lub 6 - zgodnie z poprzednim zdaniem) ćwiczeń.

Ocenę z pojedynczego ćwiczenia laboratoryjnego ustala się w oparciu o średnią ważoną z kolokwium (K), aktywnego wykonania ćwiczenia (W) i sprawozdania (S), które są oceniane w skali 2,0-5,0 - zgodnie ze wzorem:  $0,5 * K + 0,2 * W + 0,3 * S$ , przyjmując

następujące kryteria: od średniej 3 - 3,0; od 3,25 - 3,5; od 3,75 - 4,0, od 4,25 - 4,5; od 4,75 - 5,0.

Ocenę z laboratorium w skali 2,0 - 5,0 ustala się na podstawie średniej arytmetycznej z 7 ćwiczeń laboratoryjnych przyjmując następujące kryteria: od średniej 3 - 3,0; od 3,25 - 3,5; od 3,75 - 4,0, od 4,25 - 4,5; od 4,75 - 5,0.

**Literatura:**

Dla każdego ćwiczenia laboratoryjnego przygotowana jest instrukcja zawierająca wstęp teoretyczny, z odwołaniem do odpowiednich norm oraz literatury oraz stanowiąca opis wykonania ćwiczenia. Przy każdej instrukcji podana jest bibliografia wykorzystana do jej przygotowania.

**Metody badań materiałów wysokoenergetycznych**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Methods of high-energetic materials analysis</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Tomasz Gołofit, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>Polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z najważniejszymi metodami badania materiałów niebezpiecznych.

**Treści kształcenia:**

Wykład:

1. Metody analizy termicznej w badaniach materiałów niebezpiecznych (10 h):
  - 1.1 Kalorymetryczne oznaczanie efektów cieplnych przemian.
  - 1.2 Badanie kinetyki rozkładu substancji ciekłych.
  - 1.3 Przewidywanie temperatury cieplnego wybuchu.
2. Metody identyfikacji i analizy składu materiałów niebezpiecznych (10 h):
  - 2.1 Techniki analizy „klasycznej”
  - 2.3 Metody spektroskopowe (UV, IR, NMR)
  - 2.4 Techniki chromatograficzne (TLC, GC, HPLC, SEC)
  - 2.5 Specyfika analizy powybuchowej dla potrzeb kryminalistyki
3. Metody określania zagrożenia przy operowaniu materiałami niebezpiecznymi (10 h):
  - 3.1 Wrażliwość ogrzewanie i płomień
  - 3.2 Wrażliwość na tarcie i uderzenie
  - 3.3 Zagrożenie elektrycznością statyczną (iskra)

**Metody oceny:**

Wykład:

Aby uzyskać ocenę pozytywną konieczne jest uzyskanie powyżej 50% punktów.

**Literatura:**

1. A. Maranda, J. Nowaczewski, M. Syczewski, J. Statuch, B. Zygmunt, Chemia Stosowana - materiały wybuchowe - teoria, technologia zastosowanie, skrypt WAT, Warszawa, 1985.
2. J. Yinon, S. Zitrin, The Analysis of Explosives, Pergamon Press Oxford, 1981.
3. T. Urbański, Chemistry and Technology of Explosives I-IV, Pergamon Press, New York 1964.

**Metody syntezy organicznej**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Methods of organic synthesis 1</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Michał Fedoryński</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest przedstawienie chemii organicznej w sposób demonstrujący jej wewnętrzną logikę - poprzez wykazanie podobieństw i analogii wielu reakcji w oparciu o reguły decydujące o ich przebiegu. Materiał został uporządkowany w oparciu o kryteria mechanistyczne (reakcje jonowe, rodnikowe i pericykliczne), wykazujące, że ogromna liczba różnych reakcji to warianty i szczególne przypadki niewielkiej liczby procesów podstawowych, których przebieg jest determinowany strukturą reagentów oraz warunkami prowadzenia reakcji. Podejście to ułatwia w naszym przekonaniu opanowanie materiału.

**Treści kształcenia:**

1. Uwagi wstępne. Przyczyny i warunki przebiegu reakcji chemicznych. Czynniki wewnętrzne (energie wiązań, polarność, polaryzowalność, rozmieszczenie atomów w przestrzeni) i zewnętrzne (energia, rozpuszczalniki, katalizatory). 1h
2. Podział reakcji organicznych na jonowe, rodnikowe i pericykliczne. 1h
3. Reakcje nukleofilowe - czynniki nukleofilowe i partnerzy elektrofilowi.
  - a. Reakcje związków alkilujących z czynnikami nukleofilowymi (aniony nieorganiczne, nienaładowane nukleofile, aniony organiczne z ładunkiem na heteroatomie, karboaniony, związki metaloorganiczne). 3h
  - b. Reakcje związków elektrofilowych zawierających wiązanie podwójne między atomami o różnej elektroujemności z wyżej wymienionymi czynnikami nukleofilowymi. 4h
  - c. Reakcje elektrofilowych alkenów z wyżej wymienionymi czynnikami nukleofilowymi. 4h
  - d. Reakcje związków aromatycznych z czynnikami nukleofilowymi. 3h
4. Reakcje elektrofilowe - czynniki elektrofilowe i partnerzy nukleofilowi
  - a. Reakcje czynników nukleofilowych (aniony nieorganiczne, donory elektronów p, donory elektronów  $\pi$ ) z karbokationami. 3h
  - b. Reakcje związków aromatycznych z czynnikami elektrofilowymi. 3h
  - c. Reakcje czynników nukleofilowych z elektrofilowymi karbenami. 1h
5. Reakcje z udziałem rodników. 2h
6. Reakcje pericykliczne - na przykładzie przegrupowania sigmatropowego Claisena, reakcji Dielsa-Aldera. 3h

**Metody oceny:**

Uzyskanie oceny pozytywnej za wykład wymaga uzyskania co najmniej 50% punktów z kolokwium pisemnego. Ocena końcowa wystawiana jest w zależności od procentowej ilości punktów: 50-60% - 3.0; 61-70% - 3.5; 71-80% - 4.0; 81-90% - 4.5%; 91-100% - 5.0.

**Literatura:**

1. M. Małosza, M. Fedoryński: „Podstawy syntezy organicznej”, Oficyna Wydawnicza PW, 2018
2. Dowolny zaawansowany podręcznik do chemii organicznej.

**Metody syntezy polimerów**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Polymer synthesis methods</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Ewa Zygadło-Monikowska, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami chemii i technologii polimerów. Student ma przekazane wiadomości dotyczące mechanizmów polimeryzacji łańcuchowej oraz polireakcji stopniowych: polikondensacji i poliaddycji. Poznaje najważniejsze technologie wielkotonażowej produkcji związków wielkocząsteczkowych z uwzględnieniem metod prowadzenia polireakcji.

**Treści kształcenia:**

1. Ogólna charakterystyka makrocząsteczek 2 h
2. Procesy polimeryzacji łańcuchowej i stopniowej
  - 2.1. Ogólna charakterystyka polireakcji łańcuchowych 8 h
    - 2.1.1. Polimeryzacja rodnikowa
    - 2.1.2. Polimeryzacja jonowa
    - 2.1.3. Polimeryzacja koordynacyjna
  - 2.2. Polireakcje stopniowe 4 h
    - 2.2.1. Polimery otrzymywane na drodze poliaddycji
    - 2.2.2. Polimery kondensacyjne
3. Techniczne metody syntezy polimerów 6 h
  - 3.1. Polimeryzacja blokowa
  - 3.2. Polimeryzacja w rozpuszczalniku
  - 3.3. Polimeryzacja suspensyjna
  - 3.4. Polimeryzacja emulsyjna
  - 3.5. Polimeryzacja w procesie przetwórstwa
4. Przemysłowe metody otrzymywania podstawowych tworzyw polimerowych 8 h
5. Polimery do specjalnych zastosowań 2 h

**Metody oceny:***Wykład:*

Ocena wystawiana jest na podstawie wyniku zaliczenia oraz punktów uzyskanych z prac domowych

**Literatura:**

Z. Florjańczyk, S. Penczek; Chemia Polimerów t.I i II, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001

**Miniaturyzacja w chemii analitycznej - seminarium**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Miniaturization in analytical chemistry - seminary</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Michał Chudy</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Seminarium (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę na temat współczesnych technik analitycznych wykorzystujących mikrosystemy i mikronarzędzia, metod, technologii oraz nowoczesnych materiałów stosowanych do wytwarzania mikroukładów
- na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i internetowych zapoznać się samodzielnie z wybranym zagadnieniem zaproponowanym przez prowadzącego oraz tematyką realizowanej pracy dyplomowej
- przygotować i wygłosić prezentację której uzupełnieniem będzie dyskusja z udziałem słuchaczy i prowadzącego.

**Treści kształcenia:***Seminarium*

Studenci wygłaszają seminaria na temat wybranych zagadnień dotyczących koncepcji oraz konstrukcji miniaturowych urządzeń analitycznych (zarówno rozwiązania komercyjne jak i nowe koncepcje w projektowaniu takich urządzeń). Ocena wystawiana jest na podstawie treści i jakości wygłoszonego seminarium oraz poprawności opracowania pisemnego

Szczegółowe treści merytoryczne:

Treści szczegółowe i plan przedmiotu:

1. Wykład wprowadzający 8-10 h

- Koncepcje miniaturyzacji urządzeń analitycznych (skala urządzeń, mikroukłady modułowe i zintegrowane)
- Materiały, projektowanie oraz technologie wytwarzania systemów analitycznych (materiały - szkło, krzem, polimery, ceramika, technologie - trawienie, metody replikacyjne, mikrofrezowanie)
- Układy detekcyjne i sensory chemiczne w miniaturowych systemach analitycznych
- Miniaturowe układy w bioanalityce
- Zastosowanie miniaturowych urządzeń analitycznych (inżynieria komórkowa i tkankowa, nowoczesne metody diagnostyczne, ocena procedur terapeutycznych w mikroskali)

2. Przygotowanie referatów i prezentacje studenckie 20 h

Seminaria studenckie na temat wybranych zagadnień dotyczących koncepcji oraz konstrukcji miniaturowych urządzeń analitycznych (zarówno rozwiązania komercyjne jak i nowe koncepcje w projektowaniu takich urządzeń). Studenci otrzymują materiały w formie zbioru referatów konferencyjnych z cyklicznej międzynarodowej konferencji mTAS.

**Metody oceny:**

Ocena wygłoszonej prezentacji/ udział w dyskusji i zajęciach

**Literatura:**

1. Materiały zapewnione przez prowadzącego niezbędne do przygotowania jednej Prezentacji
2. „Miniaturyzacja w analityce” (red. Z. Brzózka), Oficyna PW, W-wa 2005.

3. „Mikrobioanalitka” (red. Z. Brzózka), Oficyna PW, W-wa 2009

### Modelowanie chemiczne w języku Python

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Chemical modeling in Python language</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Michał Młotek</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium komputerowe (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

#### Cele przedmiotu:

- Zapoznanie studentów z średniozaawansowanymi elementami programowania w języku Python.
- Przedstawienie studentom metod przełożenia problemów chemicznych i technologicznych na język komputera.
- Zapoznanie studentów z problematyką modelowania chemicznego, chemii komputerowej i matematycznej.
- Przedstawienie studentom korzyści płynących z wykorzystania metod komputerowych w chemii i technologii chemicznej.
- Zapoznanie studentów z metodologią projektowania programów komputerowych w szczególności do zastosowań naukowych.

#### Treści kształcenia:

##### *Laboratorium komputerowe:*

Omówienie średniozaawansowanych elementów programowania w języku Python: język Python na tle innych języków programowania, programowanie obiektowe w języku Python, elementy programowania równoległego i programowania kart graficznych. Kolejne, coraz bardziej zaawansowane elementy języka programowania Python będą prezentowane na przykładach dotyczących chemii i technologii chemicznej. Treść i zakres zajęć będą dostosowane do umiejętności komputerowych grupy studenckiej oraz do ich zainteresowań w obszarze chemii. W ramach zajęć przewidziane jest przygotowanie programów modelujących wybrane przez studentów zagadnienia chemiczne i technologiczne, podsumowujące i obrazujące omówione na zajęciach elementy języka Python.

#### Metody oceny:

System punktowy: punkty przyznawane za samodzielne rozwiązanie zadań w trakcie zajęć, aktywny udział w zajęciach oraz za wykonanie projektu.

Ocena końcowa obliczana jest wg skali:

- 91 - 100% bardzo dobry (5.0),
- 81 - 90% ponad dobry (4.5),
- 71 - 80% dobry (4.0),
- 61 - 70% dość dobry (3.5),
- 51 - 60% dostateczny (3.0),
- poniżej 50% niedostateczny (2.0).



**Literatura:**

Dotycząca modelowania oraz chemii komputerowej i teoretycznej:

1. Włodzimierz Kołos, Joanna Sadlej, "Atom i cząsteczka", Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2007 r.
2. Tadeusz Hofman, "Termodynamika molekularna", Oficyna Wydawnicza PW, 2002 r.
3. Andrzej Okniński, "Teoria katastrof w chemii", Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1990r.
4. Agnieszka Gadomska-Gajadhur, Dominik Jańczewski, Cezary Różycki, Ludwik Synoradzki, "Projektowanie procesów technologicznych : matematyczne metody planowania eksperymentów", Oficyna Wydawnicza PW, 2020 r.
5. Maciej Romaniuk, "Metody Monte Carlo", Oficyna Wydawnicza PW, 2019 r.
6. Nicolaas Godfried van Kampen, "Procesy stochastyczne w fizyce i chemii", Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1990 r.
7. Ronald L. Graham, Donald E. Knuth, Oren Patashnik, "Matematyka konkretna", Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012 r.
8. Daniel Kaplan, Leon Glass, "Understanding nonlinear dynamics", Springer, 1995 r.

Dotycząca programowania:

1. Mark Lutz, „Python: wprowadzenie”, Helion, Gliwice, 2022.
2. Mark Lutz, „Python: leksykon kieszonkowy”, Helion, Gliwice, 2014.
3. Piotr Wróblewski, "Algorytmy, struktury danych i techniki programowania", Wydawnictwo Helion, 2019 r.

Wszystkie pozycje dostępne są w Bibliotece Politechniki Warszawskiej.

## Nowoczesne narzędzia chemii strukturalnej do przeszukiwania i analizy danych

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Modern structural chemistry tools for searching and analyzing data</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Izabela Madura, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>1</b>

### Cele przedmiotu:

Proponowane zajęcia będą realizowane według innowacyjnych metod nauczania Project Base Learning (PBL) oraz Design Thinking (DT). Mają one na celu zapoznanie studentów z najnowszymi możliwościami aplikacyjnymi krystalograficznych baz danych agregujących dane strukturalne, „data mining” oraz utworzenie i analiza zbioru danych służące powiązaniu struktury wybranych klas związków z ich właściwościami. Studenci zdobędą wiedzę na temat nowoczesnych narzędzi stosowanych współcześnie do przeszukiwania i analizy danych, w szczególności związanych ze zdefiniowaniem deskryptorów połączeń chemicznych oraz oddziaływań międzycząsteczkowych w oparciu o zasadę korelacji strukturalnej oraz walencyjność wiązań. Nowoczesna formuła proponowanych zajęć stymulująca kreatywność studenta ma na celu rozwój kompetencji w zakresie samodzielnego rozwiązywania problemów, wyciągania wniosków z wieloczynnikowej analizy, zdobycia umiejętności pracy w zespole, zwiększenia motywacji do pracy własnej oraz podejmowania decyzji.

### Treści kształcenia:

1. Zapoznanie z ideą i znaczeniem „data mining” w chemii strukturalnej, programami do obsługi baz danych (Inorganic Crystal Structure Databases, Crystallographic Open Database i Cambridge Structural Database), narzędziami do analizy danych oraz odpowiednią literaturą. Omówienie zadań problemowych i rozdysponowanie ich dla grup 3-4 osobowych. 3h
2. Praca w grupach nad oceną posiadanych informacji, wstępne zdefiniowanie problemu i podział zadań. Konsultacja z facylitatorem. 3h
3. Praca indywidualna obejmująca proces zbierania danych 3h
4. Praca w grupie związana z integracją i analizą danych zebranych przez członków grupy, weryfikacją hipotezy wstępnej, pełne zdefiniowanie problemu, jego ponowna analiza wraz z opracowaniem oraz przygotowaniem prezentacji. 4h  
Prezentacja wyników wraz z dyskusją

### Metody oceny:

Projekt będzie się składał z czterech etapów: (1) przedstawienie studentom zadań problemowych i szczegółowe omówienie narzędzi i metod służących rozwiązaniu problemu; (2) praca w grupach 3-4 osobowych obejmująca ocenę posiadanych informacji i umiejętności, określenie celów poznawczych, precyzyjne zdefiniowanie problemu, wygenerowanie pomysłów („burza mózgów”), podział pracy w grupie i przypisanie odpowiednich zadań; (3) praca indywidualna według ustalonego przez grupę planu ramowego; (4) wspólna agregacja danych („budowanie prototypu”), przedstawienie i ewaluacja wypracowanego rozwiązania problemu oraz jego prezentacja. Etap (1) i (4) będzie prowadzony bądź moderowany przez prowadzącego dla wszystkich uczestników projektu, natomiast w etapach (2) i (3) prowadzący będzie pełnił rolę opiekuna (facylitatora), prowadzącego studentów przez proces rozwiązywania postawionego problemu.

**Literatura:**

1. Burgi H.-B. and Dunitz J. D. (eds.) "Structure Correlation" Wiley Online Library 2008.
2. Hofmann D.W.M., L.N. Kuleshova (eds.) "Data Mining in Crystallography" Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.
3. Brown, I. D. (2009). "Recent developments in the methods and applications of the bond valence model". Chem. Rev. 109: 6858.
4. Zachara, J. (2007). "Novel approach to the concept of bond-valence vectors". Inorg. Chem. 46: 9760.
5. <https://www.iucr.org/resources/data/data-sets/bond-valence-parameters>
6. <https://www.ccdc.cam.ac.uk/>
7. [http://www2.fiz-karlsruhe.de/icsd\\_home.html](http://www2.fiz-karlsruhe.de/icsd_home.html).

**Ochrona środowiska w technologii chemicznej**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Environmental protection in chemical technology</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>Prof. dr hab. inż. Marek Gliński</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do bezpiecznej kariery zawodowej w technologii chemicznej. Wykład prezentuje szereg tematów dotyczących zasad zielonej chemii. Przekazywane są następujące aspekty ekologicznych technologii chemicznych: ekonomia atomowa procesu, synteza bezodpadowa, zastępowanie toksycznych i szkodliwych odczynników przyjaznymi dla środowiska oraz zastosowanie katalizatorów w celu reakcji przeprowadzenia w łagodnych warunkach z wykorzystaniem surowców odnawialnych.

**Treści kształcenia:**

Wykład:

1. Wczesne teorie chemii (1 h)
2. Powstanie i ewolucja technologii chemicznej (2 h)
3. Antropogeniczne aspekty technologii chemicznej w środowisku naturalnym (4 h)
4. Toksykologia środowiska (2 h)
5. Związki toksyczne i ich wpływ na środowisko (2 h)
6. Zanieczyszczenia powietrza emitowane z technologii chemicznej (2 h)
7. Zanieczyszczenie gleby technologią chemiczną (2 h)
8. Zanieczyszczenia wód - przykłady i klasy związków emitowanych przez przemysł organiczny (2 h)
9. Pomiary związane z kwantyfikacją emisji z zakładów przemysłowych i ich wpływu na zdrowie człowieka (4 h)
10. Globalny wpływ ekologicznych odcisków palców roślin technologii ekologicznej (3 h)
11. Zasady zielonej chemii i rozwój zielonych technologii (2 h)
12. Zasoby odnawialne (2 h)
13. Procesy katalityczne w technologii chemicznej biomasy i surowców odnawialnych (2 h)

**Metody oceny:**

Wykład:

Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% sumy punktów z dwóch kolokwiów.

Ocena końcowa będzie obliczana z 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0

**Literatura:**

Literatura podstawowa:

- [1] W. Burczyk "Zielona Chemia - zarys" OW Politechniki Wrocławskiej 2006  
 [2]. A. S. Matlack "Introduction to Green Chemistry" CRC Press 2010.

Literatura uzupełniająca:

Artykuły źródłowe polecane przez prowadzącego

**Podstawy chemii i technologii materiałów wysokoenergetycznych**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Basics of chemistry and technology of high energy materials</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Paweł Maksimowski, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawami reakcji nitrowania oraz z technologicznymi zasadami prowadzenia procesu nitrowania przy produkcji podstawowych materiałów wybuchowych jednoskładnikowych.

**Treści kształcenia:**

*Wykład:*

1. Podstawy reakcji nitrowania (6 h)
2. Technologiczne zasady prowadzenia procesu nitrowania (4 h)
3. Związki C-nitrowe (8 h)
4. Związki N-nitrowe (6 h)
5. Związki O-nitrowe (6 h)

**Metody oceny:**

*Wykład:*

Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów sumarycznie z trzech kolokwiów. Ocena końcowa będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych z trzech kolokwiów: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

**Literatura:**

1. Wojskowe materiały wybuchowe, S.Cudziło, A. Maranda, J. Nowaczewski, R. Trębiński, W. A. Trzeciński, Prace naukowe, Częstochowa, 2000 r.
2. Organic Chemistry of Explosives, Jai Prakash Agrawal, Robert Dale Hodgson, John Wiley & Sons Ltd, 2007.
3. High Energy Materials, Propellants, Explosives and Pyrotechnics, Jai Prakash Agrawal, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co., 2010.

**Podstawy chemii koloidów**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Introduction to Colloid Chemistry</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Paweł Falkowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawami chemii koloidów z uwzględnieniem zjawisk fizykochemicznych zachodzących na granicy faz.. Omówione zostaną zagadnienia oddziaływań ciała stałe-ciecz w odniesieniu zarówno do proszków nieorganicznych w tym nanoproszków, jak i dyspersji polimerów. Na bazie oddziaływań pomiędzy cząstkami w zawiesinach koloidalnych szczegółowo omówione zostaną procesy stabilizacji zawiesin koloidalnych w tym emulsji i pian

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Definicja i podział koloidów 1h
2. Główne właściwości zawiesin koloidalnych 2h
3. Morfologia zawiesin koloidalnych: wielkość i rozkład wielkości cząstek, kształt cząstek 2h
4. Oddziaływania pomiędzy cząstkami w zawiesinach koloidalnych 3h
5. Procesy sedimentacji zawiesin koloidalnych 1h
6. Procesy stabilizacji zawiesin koloidalnych 3h
7. Właściwości reologiczne zawiesin koloidalnych - teoria i zastosowanie 2h
8. Micele - podstawy teoretyczne i zastosowania 2h
9. Napięcie powierzchniowe i kąt zwilżania 2h
10. Środki powierzchniowo czynne 2h
11. Dyspersje polimerowe i metody ich otrzymywania 5h
12. Emulsje i piany 5h

**Metody oceny:****Wykład:**

Zaliczenie odbywa się na podstawie wyników 2 egzaminów cząstkowych. Ocenę pozytywną można dostać po uzyskaniu powyżej 50% punktów z całego materiału (łącznie z dwóch części). W zależności od uzyskanej ilości punktów student otrzyma ocenę: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

W przypadku nie uzyskania wystarczającej liczby punktów wymaganej do zaliczenia wykładu, student ma możliwość poprawienia wyników obydwu egzaminów cząstkowych lub tylko wybranego. W przypadku poprawiania wyniku egzaminu (egzaminów cząstkowych) do wyliczenia oceny końcowej będzie brana pod uwagę ilość punktów uzyskana w ostatnim podejściu:

**Literatura:**

1. John C. Berg, An introduction to interfaces & colloids: the bridge to nanoscience, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2010
2. Markus Antonietti, Colloid chemistry, Tom 1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003
3. Krister Holmberg, Dinesh Ochhavlal Shah, Milan J. Schwuger, Handbook of applied surface and colloid chemistry Volume 1-2, Jon Wiley & Sons, Ltd. 2002

4. Menachem Elimelech; John Gregory; Xiadong Jia, Richard A. Williams; Particle deposition and aggregation : measurement, modeling, and simulation, Butterworth-Heinemann, 1998
5. Huimin Liu, Science and engineering of droplets : fundamentals and applications, Park Ridge, New Jersey : Noyes Publications, 2000
6. Odian, G., "Principles of Polymerization" 3rd Ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, 1991.
7. Robert G. Gilbert "Emulsion polymerization: mechanistic approach" Academic Press, New York, 1995.

**Podstawy i zastosowania sensorów chemicznych i biochemicznych**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Principles and applications of chemical and biochemical sensors</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Wojciech Wróblewski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z problematyką sensorów chemicznych i biosensorów, w szczególności przedstawienie fizykochemicznych podstaw działania poszczególnych rodzajów sensorów chemicznych, przykładów rozwiązań konstrukcyjnych oraz ich praktycznego zastosowania.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Definicje, terminologia, parametry pracy sensorów chemicznych (2h)
2. Chemiczne rozpoznawanie analitu (2h)
  - 2.1. Receptory molekularne
  - 2.2. Selektywność rozpoznawania molekularnego
3. Sensory elektrochemiczne (10h)
  - 3.1. Podstawy działania i konstrukcja sensorów elektrochemicznych
  - 3.2. Sensory potencjometryczne (elektrody jonoselektywne)
  - 3.3. Sensory amperometryczne i półprzewodnikowe
  - 3.4. Miniaturyzacja i zastosowania sensorów elektrochemicznych
4. Sensory optyczne (6h)
  - 4.1. Podstawy działania sensorów optycznych
  - 4.2. Rozwiązania konstrukcyjne światłowodowych sensorów optycznych
  - 4.3. Sensory wykorzystujące zjawisko fali zanikającej, powierzchniowy rezonans plazmonowy
  - 4.4. Zastosowania sensorów optycznych
5. Sensory gazowe (2h)
  - 5.1. Podstawy działania, konstrukcja i zastosowania sensorów masowych (sensory fali akustycznej)
  - 5.2. Podstawy działania, konstrukcja i zastosowania sensorów termicznych (katalitycznych)
6. Biosensory (6h)
  - 6.1. Podstawy działania biosensorów
  - 6.2. Warstwy receptorowe biosensorów (sensorów enzymatycznych, immunosensorów, sensorów DNA)
  - 6.3. Systemy detekcji stosowane w biosensorach
  - 6.4. Zastosowania biosensorów
7. Elektroniczny nos i elektroniczny język (2h)
  - 7.1. Matryce sensorowe
  - 7.2. Metody rozpoznawania obrazu
  - 7.3. Zastosowania elektronicznego nosa i języka

**Metody oceny:***Wykład:*

Aby uzyskać ocenę pozytywną konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium pisemnego; ocena końcowa obliczana jest z sumy punktów z kolokwium: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.



**Literatura:**

1. Z. Brzózka, E. Malinowska, W. Wróblewski, Sensory chemiczne i biosensory, PWN, 2022.
2. A. Hulanicki, Współczesna chemia analityczna. Wybrane zagadnienia, PWN, 2001.
3. Z. Brzózka, Mikrobioanalitka, Oficyna Wydawnicza PW, 2009.
4. Z. Brzózka, Miniaturyzacja w analityce, Oficyna Wydawnicza PW, 2005.
5. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej. Tom 2, PWN, 2007.

**Podstawy krytalografii rentgenowskiej**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Fundamentals of X-ray crystallography</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Izabela Madura, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h) + ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawami teorii budowy faz krystalicznych i metodami doświadczalnymi prowadzącymi do wyznaczenia struktury krystalicznej związków chemicznych.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Definicja kryształu i wprowadzenie podstawowych pojęć: sieć przestrzenna i sieć krystaliczna, komórka elementarna, współrzędne krystalograficzne, proste sieciowe, płaszczyzny sieciowe.
2. Ważniejsze wzory krystalograficzne
3. Rzut stereograficzny.
4. Operacje i elementy symetrii oraz grupy punktowe symetrii (klas symetrii).
5. Opis morfologii kryształu. Postacie proste i złożone kryształów.
6. Układy krystalograficzne.
7. Symetria translacyjna sieci. Sieci Bravais'ego.
8. Strukturalne elementy symetrii.
9. Grupy przestrzenne - charakterystyka wybranych prostych grup przestrzennych.
10. Źródła promieniowania rentgenowskiego i jego oddziaływanie z materią.
11. Warunki dyfrakcji na kryształach. Równania Lauego i Braggów.
12. Sieć odwrotna a geometria dyfrakcji - konstrukcja Ewalda.
13. Dyfrakcyjna sieć odwrotna - czynnik struktury, wygaszania systematyczne, prawo Friedla, grupy dyfrakcyjne Lauego.
14. Problem fazowy i metody rozwiązywania struktury kryształu.
15. Udokładnianie modelu struktury.
16. Interpretacja danych strukturalnych.
17. Doświadczalne metody krytalografii rentgenowskiej - badania monokryształów i polikryształów.
18. Bazy danych krystalograficznych

**Ćwiczenia:**

Ćwiczenia są prowadzone jako zajęcia uzupełniające i wspomagające wykład z podstaw krytalografii rentgenowskiej. Rozwiązując proste problemy krystalograficzne studenci

1. Wyznaczanie wskaźników płaszczyzn oraz prostych sieciowych.
2. Obliczenia geometryczne w układach współrzędnych krystalograficznych.
3. Rzut stereograficzny ścian kryształu i wyznaczanie klasy krystalograficznej. Wykorzystanie siatki Wulfa i projekcje wybranych figur (monokryształów).
4. Wyznaczanie grupy punktowej symetrii dla wybranych cząsteczek.
5. Analiza morfologiczna wybranych kryształów.
6. Sieci Bravais'ego i strukturalne elementy symetrii oraz ich złożenie.
7. Międzynarodowe symbole grup przestrzennych i określanie na tej podstawie układu krystalograficznego, klasy krystalograficznej oraz operacji symetrii.
8. Wyznaczanie elementów symetrii i zespołów pozycji symetrycznie równoważnych dla wybranych grup przestrzennych.
9. Zapoznanie studentów z przebiegiem pomiaru dyfrakcyjnego dla monokryształu na czterokołowym dyfraktometrze z detektorem CCD oraz procedurą wyznaczania struktury kryształu.

10. Określanie typu sieci Bravais, klasy Lauego oraz grupy przestrzennej na podstawie otrzymanych obrazów dyfrakcyjnych sieć odwrotnych.
11. Zapoznanie z przebiegiem pomiaru dyfrakcyjnego próbek polikrystalicznych. Wykorzystanie równania Braggów w obliczeniach dla dyfraktogramów proszkowych.
12. Ćwiczenia z wykorzystaniem strukturalnych baz danych ICSD/CSD.
13. Analiza strukturalna i prezentacja jej wyników. Opis budowy cząsteczek i ich upakowania w sieci krystalicznej. Graficzna prezentacja struktur. Interpretacja warunków pomiaru oraz uzyskanych wskaźników rozbieżności

**Metody oceny:**

*Wykład i Ćwiczenia:*

Ocena za aktywności w trakcie zajęć (0-5 pkt)

5 kolokwium pisemnych (łącznie 35pkt)

Ocena końcowa będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych z ćwiczeń i wykładu (maksymalna liczba punktów do zdobycia to 40): 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

W przypadku uzyskania <50% punktów w trakcie semestru student ma prawo do kolokwium poprawkowego, z którego student może otrzymać tylko jedną z następujących ocen: 2,0 (< 50% punktów), 3,0 (50% - 70%) lub 3,5 (> 71% pkt.).

**Literatura:**

1. Z. Trzaska-Durski, H. Trzaska-Durska "Podstawy krystalografii strukturalnej i rentgenowskiej", PWN, Warszawa, 1994.
2. Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec "Krystalografia - podręcznik wspomagany komputerowo", PWN, Warszawa, 2001, 2006.
3. P. Luger, "Rentgenografia strukturalna monokryształów" PWN 1989.
4. M. van Meerssche, J. Feneau-Dupont "Krystalografia i chemia strukturalna", PWN, Warszawa, 1984.
5. W. Massa, "Crystal Structure Determination", 2nd ed., Springer Verlag 2004.
6. International Tables for Crystallography (wersja on-line)
7. <https://symotter.org/>  
<https://spacegroups.symotter.org/>

**Podstawy nauki o materiałach 1**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Fundamentals of Materials Science 1</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Marcin Leonowicz</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h) + Ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

**Wykład.** Zapoznanie studentów z głównymi zagadnieniami dotyczącymi stopów metali oraz związaną z tym terminologią - jako podstawa do pogłębienia tej wiedzy w ramach przedmiotów wykładanych na wyższych latach studiów oraz wyrobienie umiejętności doboru metod kształtowania struktury do zastosowań technicznych.

**Ćwiczenia.** Pokazanie studentom pierwszego semestru, że inżynieria materiałowa opiera się na uporządkowanej, zwartej koncepcji intelektualnej, której wczesna znajomość stanowi niezbędny przewodnik na drodze do opanowywania tej dziedziny wiedzy. Celem dodatkowym jest rozbudzenia zainteresowania studentów Inżynierią Materiałową

**Treści kształcenia:****Wykłady:**

1. Struktura krystaliczna i wiązania w metalach (3 h):  
Siły wiązania w kryształach. Oddziaływania międzyatomowe. Wpływ rodzaju wiązań w kryształach na właściwości fizyczne. Zależność pomiędzy strukturą i właściwościami materiałów .
2. Termodynamiczne podstawy równowagi fazowej (4 h):  
Układ termodynamiczny. Procesy odwracalne i nieodwracalne. Pojęcie entropii. Energia swobodna jako podstawa oceny stanu układu i kierunku zachodzenia przemian fazowych.
3. Podstawowe rodzaje faz w stopach metali (4 h):  
Roztwory stałe różnowęzłowe i międzywęzłowe. Roztwory stałe ciągłe i czynniki decydujące o ich powstaniu .
4. Defekty budowy krystalicznej (4 h):  
Klasyfikacja defektów. Wakanse. Dyslokacje krawędziowe i śrubowe. Wąsko i szerokokątowe granice ziaren. Umocnienie materiałów.

**Ćwiczenia:**

1. Definicja i zadania inżynierii materiałowej. Rola materiałów w rozwoju cywilizacji (1 h).
2. Struktura materiałów (3 h):
3. Poziomy rozpatrywania struktury, mikrostruktura, możliwości kształtowania struktury. Struktury równowagowe i nierównowagowe, Badania struktury. Metody mikroskopowe. Metody dyfrakcyjne. Metody badania składu chemicznego
4. Właściwości materiałów (3 h):
5. Właściwości mechaniczne, elektryczne, magnetyczne, optyczne. Poziomy struktury odpowiedzialne za właściwości materiałów. Metody badania właściwości.
6. Klasyfikacja materiałów (3 h):
7. Metale i ich stopy, materiały ceramiczne, tworzywa sztuczne, kompozyty. Charakterystyka podstawowych grup tworzyw metalicznych. Charakterystyka wybranych tworzyw ceramicznych. Kompozyty o osnowie polimerowej, metalicznej i ceramicznej. Materiały amorficzne i krystaliczne. Materiały nanokrystaliczne. Materiały z gradientem struktury
8. Materiały we współczesnej technice (3 h):

9. Rola różnych grup materiałów w technice. Główne czynniki wpływające na zastosowania poszczególnych materiałów. Podstawowe zasady doboru materiałów do różnych zastosowań
10. Perspektywy inżynierii materiałowej (1 h):
11. Charakterystyka potencjalnych możliwości rozwoju i zastosowania różnych materiałów w technice, w tym szczególnie w technologii informacyjnej, energetyce i w nowych technikach wytwarzania

**Metody oceny:****Wykład:**

Ocena cząstkowa na stopień w skali 2-5 na podstawie procentu punktów uzyskanych z kolokwium: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

Uzyskanie poniżej 50% punktów z kolokwium oznacza brak oceny pozytywnej z części wykładowej Przedmiotu (ocenę cząstkową z wykładu 2,0).

**Ćwiczenia:**

Ocena cząstkowa na stopień w skali 2-5 na podstawie procentu punktów uzyskanych z kolokwium: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

Uzyskanie poniżej 50% punktów z kolokwium oznacza brak oceny pozytywnej z części ćwiczeniowej Przedmiotu (ocenę cząstkową z ćwiczeń 2,0).

**Ocena zintegrowana:**

Ocena końcowa z przedmiotu „Podstawy nauki o materiałach 1” jest średnią ocen cząstkowych z wykładu i ćwiczeń. Obie oceny cząstkowe muszą być pozytywne ( $\geq 3,0$ ).

**Literatura:**

1. E-podręcznik PNOM-MKL - Marcin Leonowicz,  
<https://wim.pw.edu.pl/index.php/Studenci/Materialy-dydaktyczne-do-pobrania>
2. „Struktura stopów”, S. Prowans, PWN 2000, 1991.
3. „Podstawy teoretyczne materiałoznawstwa”, J. Kaczyński, S. Prowans, Wydawnictwo Śląsk, 1972.
4. „Metaloznawstwo” pod redakcją F. Stauba, Śląskie Wydawnictwo Techniczne, 1994.  
„Materiały inżynierskie” tom 2, M.F. Ashby, D.R.H. Jones, WNT 1996.

**Podstawy obliczeń inżynierskich 1**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Fundamentals of Engineering Calculations 1</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Jakub Gac, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z procesami przetwarzania materii i towarzyszącymi im zjawiskami fizycznymi, fizykochemicznymi oraz przemianami chemicznymi.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Wielkości podlegające bilansowaniu. Pojęcia wielkości intensywne i ekstensywne. Przykłady wielkości tworzących akumulację. Definicje strumienia masowego i objętościowego (2 h)
2. Wartość i jednostka wielkości fizycznej. Układy jednostek. Układ SI - wielkości podstawowe i pochodne. Przeliczanie jednostek (1 h)
3. Procesy przetwarzania ciągłe, okresowe i półokresowe oraz ich cechy. Analiza przydatności poszczególnego typu procesów dla konkretnych przypadków przekształcania materii. (1 h)
4. Ogólne równanie bilansu wielkości sformułowanie bilansu materii - masy oraz liczby moli (2 h)
5. Przykłady zastosowania bilansu materii w prostych układach (bez reakcji chemicznych). Procedura rozwiązywania problemów przy użyciu bilansu materii (3 h)
6. Bilans materii w bardziej złożonych układach. Pojęcie recyrkulacji (powrotu) i bajpasu. Przykłady zastosowań (1 h)
7. Bilans materii w układach z reakcją chemiczną. Wielkości opisujące przekształcenie materii na drodze reakcji chemicznej: liczba postępu reakcji, stopień przemiany, wydajność, selektywność. Przykłady zastosowań (2 h)
8. Pojęcie fazy materii. Układy jednofazowe. Równania stanu gazu doskonałego i gazów rzeczywistych (2 h)
9. Układy wielofazowe. Przemiany fazowe. Równania opisujące przemiany fazowe oraz równowagi fazowe (1 h)
10. Pojęcie energii. Energia wewnętrzna. Sformułowanie bilansu energii. Pojęcie pracy i ciepła jako sposobów przekazywania energii między układami (2 h)
11. Bilans energii w układach zamkniętych. Pierwsza zasada termodynamiki. Przykłady zastosowań (2 h)
12. Bilans energii w układach otwartych. Definicja i znaczenie pojęcia entalpii. Przykłady bilansu energii w układach otwartych bez reakcji chemicznej (2 h)
13. Bilans energii w układach zawierających powietrze, wodę i parę wodną. Korzystanie z tablic pary wodnej oraz wykresów psychrometrycznych (2 h)
14. Bilans energii mechanicznej. Równanie Bernoulliego i jego zastosowania. (2 h)
15. Bilans energii w układach z reakcją chemiczną. Efekt cieplny reakcji chemicznej i jego wyznaczanie na podstawie własności energetycznych substancji. (3 h)
16. Zagadnienia wymagające jednoczesne zastosowanie bilansu materii i energii - procedura postępowania i przykłady (1 h)
17. Inne wielkości podlegające bilansowaniu (pęd, ładunek elektryczny itp.) - podstawowe informacje i wnioski (1 h)

**Metody oceny:****Wykład:**

Warunkiem zaliczenia wykładu jest uzyskanie pozytywnej oceny (co najmniej 3,0) z dwóch kolokwiów pisemnych (pierwsze sprawdza wiedzę z tematów 1-8, a drugie - sprawdza wiedzę z tematów 9-17). Każde z kolokwiów oceniane będzie na podstawie % uzyskanych punktów: 51-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

Ocena końcowa z przedmiotu „Podstawy obliczeń inżynierskich 1” jest równa ocenie z wykładu.

**Literatura:**

## Literatura podstawowa:

1. L. Gradoń, J. Gac, „Podstawy obliczeń w procesach przetwarzania materii. Zasady bilansowania masy i energii”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2019
2. E. J. Henley, H. Bieber, “Chemical Engineering Calculations; Mass and Energy Balances”, New York, McGraw-Hill, 1959.
3. R. Fedler, R. Rousseau, “Elementary principles of chemical processes”, Wiley, New York, 1986.
4. S. Kucharski, J. Głowiński, „Podstawy obliczeń projektowych w technologii chemicznej”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005.

## Literatura uzupełniająca:

Artykuły źródłowe polecane przez prowadzącego

## Podstawy produkcji, przetwórstwa i zastosowania tworzyw sztucznych - seminarium

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Fundamentals of production, processing and application of plastics - a seminar</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Maciej Dębowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>seminarium (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

Zapoznanie studentów z podstawowymi informacjami na temat produkcji, przetwórstwa i zastosowania najbardziej popularnych tworzyw sztucznych.

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę na temat współczesnych metod otrzymywania, przetwórstwa oraz zastosowań tworzyw sztucznych
- na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i internetowych zapoznać się samodzielnie z wybranym zagadnieniem związanym z przetwórstwem, właściwościami i/lub zastosowaniem tworzyw sztucznych
- przygotować i wygłosić prezentację, której uzupełnieniem będzie krótka dyskusja z udziałem słuchaczy i prowadzącego

### Treści kształcenia:

Studenci będą wygłaszać indywidualne prezentacje na temat wybrany z listy przygotowanej przez koordynatora przedmiotu lub temat zaproponowany przez siebie (związany tematycznie z technologią i aplikacją nowoczesnych materiałów polimerowych oraz zaakceptowany przez koordynatora przedmiotu). Lista zaproponowanych tematów obejmować będzie między innymi:

1. Najważniejsze typy wielkotonażowych polimerów - metody ich syntezy i właściwości
2. Podstawowe metody przetwórstwa materiałów polimerowych
3. Przykłady nowoczesnych aplikacji tworzyw sztucznych

Przykłady środków pomocniczych i modyfikatorów stosowanych w przetwórstwie materiałów polimerowych

### Metody oceny:

Ocena cząstkowa z kolokwium pisemnego zawierającego pytania wylosowane z puli pytań przygotowanych przez prelegentów wygłoszonych prezentacji ustalana będzie na podstawie % uzyskanych punktów zgodnie z uwzględnieniem następujących zakresów punktacji: <50,1% = 2,0; 50,1-60,0% = 3,0; 60,1-70,0% = 3,5; 70,1-80,0% = 4,0; 80,1-90,0% = 4,5; ≥90,1% = 5,0

Ocena końcowa z Przedmiotu „Podstawy produkcji, przetwórstwa i zastosowania tworzyw sztucznych - seminarium” wystawiana jest na podstawie średniej ważonej arytmetycznej ocen cząstkowych obejmujących:

1. ocenę z kolokwium pisemnego (z wagą 1,0)
2. ocenę prezentacji wystawioną przez prowadzącego (z wagą 1,0),
3. ocenę prezentacji wystawioną przez studentów-słuchaczy prezentacji (z wagą 1,0),
4. aktywność studenta w trakcie realizacji przedmiotu uwzględniającą:
  - a. udział w dyskusjach/zadawanie pytań prelegentom (z wagą 0,7)
  - b. przygotowanie propozycji 3 pytań testowych z obszaru wygłoszonej przez siebie prezentacji (ocena 5 lub 2, z wagą 0,3)

Przy ustaleniu oceny końcowej z uwzględnieniem podanych poniżej zakresów wartości średniej ważonej arytmetycznej, z uwzględnieniem następujących zakresów: <3,00 = 2,0 (brak zaliczenia przedmiotu); 3,00-3,24 = 3,0; 3,25-3,74 = 3,5; 3,75-4,24 = 4,0; 4,25-4,74 = 4,5; ≥4,75 = 5,0



**Literatura:** Artykuły źródłowe polecane przez prowadzącego

**Podstawy przetwórstwa i modyfikacji tworzyw sztucznych**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Fundamentals of Processing and Modification of Plastics</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Andrzej Plichta, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami przetwórstwa termoplastów i duroplastów oraz metodami modyfikacji materiałów polimerowych poprzez wprowadzanie dodatków; podstawowa wiedza o zagospodarowaniu odpadów.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

- 1) Aktualna światowa produkcja tworzyw sztucznych z podziałem na segmenty rynku i rodzaje tworzyw (1 h).
- 2) Wpływ czynników strukturalnych na właściwości fizykochemiczne i mechaniczne polimerów. Krzywa termomechaniczna (2 h).
- 3) Podstawowe kierunki i metody modyfikacji fizycznej polimerów poprzez dodatki (10h):
  - a) stabilizatorów (antyoksydanty),
  - b) plastyfikatorów,
  - c) napelnaczy włóknistych i proszkowych,
  - d) modyfikatorów udarności,
  - e) barwników, pigmentów i wybielaczy optycznych,
  - f) środków ułatwiających przetwórstwo,
  - g) wybranych środków specjalnych: antypireny, moderatory przewodnictwa elektrycznego, biocydy.
- 4) Modyfikacja chemiczna (2 h):
  - a) plastyfikacja wewnętrzna (kopolimeryzacja)
  - b) utwardzanie żywic,
- 5) Podstawowe metody oceny parametrów mechanicznych i cieplnych wyrobów z tworzyw sztucznych (2 h):
  - a) wytrzymałość mechaniczna (rozciąganie, zginanie, zginiatanie),
  - b) udarność,
  - c) twardość,
  - d) palność, termostabilność.
- 6) Podstawy reologii polimerów (1 h).
- 7) Metody przetwórstwa termoplastów (budowa i zasada działania urządzeń przetwórczych i linii technologicznych) (8h):
  - a) wytłaczanie,
  - b) wtrysk,
  - c) termoformowanie,
  - d) kalandrowanie i walcowanie.
- 8) Podstawowe metody przetwórstwa duroplastów (2 h):
  - a) prasowanie tłoczne,
  - b) laminowanie.
- 9) Kierunki zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych (rodzaje recyklingu, biodegradacja i odzysk energii) (8h)

**Metody oceny:****Wykład:**

Zaliczenie wykładu odbywa się na podstawie pisemnego kolokwium. Ocena końcowa będzie obliczana zgodnie z kryteriami: do 50% - 2,0; powyżej 50 do 60% - 3,0; powyżej 60 do 70% - 3,5; powyżej 70 do 80% - 4,0; powyżej 80 do 90% - 4,5; powyżej 90% - 5,0.

**Literatura:**

- 1) Z. Florjańczyk, S. Penczek (red.), „Chemia polimerów”, t. I, II i III, Oficyna Wydawnicza PW, W-wa, 1997.
- 2) J.W. Nicholson, „Chemia polimerów”, WNT, W-wa, 1996.
- 3) J.J. Pielichowski, A.A. Puszyński, „Technologia tworzyw sztucznych”, WNT, W-wa, 1994.
- 4) D. Żuchowska, „Polimery konstrukcyjne. Przetwórstwo i właściwości”, WNT, W-wa, 1996.
- 5) W. Kucharczyk, „Przetwórstwo tworzyw sztucznych dla mechaników”, 2005
- 6) J. Krzemiński, „Technologia Tworzyw Sztucznych. Przetwórstwo”, WPW W-wa 1985
- 7) R. Sikora, „Przetwórstwo Tworzyw Polimerowych”, WPL, Lublin 2006  
H. Zawistowski, S. Zięba, „Ustawianie procesu wtryskiwania tworzyw sztucznych”, WPIKT PLASTECH, Warszawa, 2015
- 8) K. Wilczyński, „Reologia w przetwórstwie tworzyw sztucznych”, WNT, W-wa 2001
- 9) Z. Tadmor, C. Gogos, „Principles of polymer processing”, wyd. II, Wiley, New Jersey 2006
- 10) D. Baird, D. Collias, „Polymer processing. Principles and Design”, wyd. II, Wiley, New Jersey 2014
- 11) J. Drobny, „Handbook of Thermoplastic elastomers”, wyd. II, Elsevier, 2014

**Podstawy technologii ciała stałego**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Fundamentals of solid state technology</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Anna Krztoń-Maziopa, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- posiadać ogólną wiedzę teoretyczną na temat właściwości ciał stałych wpływających na ich reaktywność chemiczną,
  - wykazać się znajomością mechanizmów reakcji i procesów biegnących w objętości fazy stałej i na jej powierzchni,
  - umieć zaproponować metody otrzymywania wybranych materiałów ceramicznych, warstwowych i monokrystalicznych,
- znać metody modyfikacji struktury ciał stałych i umieć, w oparciu o wybrane przykłady, wyjaśnić ich wpływ na właściwości materiału modyfikowanego.

**Treści kształcenia:**

*Wykład:*

1. Wybrane właściwości faz stałych w powiązaniu z ich reaktywnością.
2. Defekty punktowe w kryształach i oddziaływania między nimi. Budowa powierzchni ciała stałego oraz wybrane właściwości materiałów nanometrycznych.
3. Transport masy w fazie stałej. Przewodnictwo jonowe.
4. Spiekanie proszków, mechanizm i warunki prowadzenia spiekania. Mechanizm utleniania metali (korozja gazowa metali). Reakcje między ciałami stałymi, mechanizmy reakcji w fazie stałej, synteza wybranych substancji (ferryty).
5. Wybrane metody wytwarzania struktur warstwowych (naparowanie próżniowe, rozpylanie jonowe, chemiczne osadzanie z fazy gazowej).
6. Kształtowanie struktur warstwowych (fotolitografia).
7. Wybrane metody otrzymywania materiałów monokrystalicznych.

**Metody oceny:**

Trzy pisemne kolokwia w trakcie semestru po 30 punktów każde. Zaliczenie otrzymują osoby, które w sumie uzyskały nie mniej niż 46 punktów.

**Literatura:**

1. J. Dereń, J. Haber, R. Pampuch, Chemia ciała stałego, PWN, Warszawa 1975.
2. S. Mrowec, Kinetyka i mechanizm utleniania metali, Wyd. Śląsk, 1982.
3. T. Fukuda, H. J. Scheel red., Crystal Growth Technology, John Wiley and Sons, 2003.
4. D.L. Smith red., Thin Film Deposition: Principles and Practice, McGraw Hill, 1995.

[wróć do tabeli z programem](#)

### Polimery naturalne

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Natural polymers</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Ewa Zygadło-Monikowska, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>1</b>

#### Cele przedmiotu:

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z podstawowymi typami polimerów naturalnych, ich odmianami, najważniejszymi technologiami wykorzystującymi takie polimery (m.in. chemiczna modyfikacja) oraz technologiami dotyczącymi wytwarzania najważniejszych polimerów syntetycznych o właściwościach zbliżonych do polimerów naturalnych. Przedmiot obejmuje ogólną charakterystykę polimerów i metod polimeryzacji oraz wybrane zagadnienia dotyczące polimerów występujących w przyrodzie oraz ich analogów otrzymywanych syntetycznie.

#### Treści kształcenia:

*Wykład:*

1. POLIMERY I METODY POLIMERYZACJI
2. WYBRANE POLIMERY NATURALNE
  - 2.1. Peptydy i białka
    - 2.1.1 Aminokwasy występujące w białkach
    - 2.1.2 Wiązanie peptydowe - budowa i wynikające z niej właściwości
    - 2.1.3 Sekwencje aminokwasów w białkach
    - 2.1.4 Struktury drugorzędowe - struktura helikalna i fałdowa łańcucha polipeptydowego
    - 2.1.5 Trzecio- i czwartorzędowa budowa białek - białka fibrylarne i globularne
    - 2.1.6 Przemiany potrancylnie reszt aminokwasowych
    - 2.1.7 Funkcje białek w żywych organizmach
  - 2.2. Kwasy nukleinowe
    - 2.2.1 DNA - nośnik informacji genetycznej
    - 2.2.2 Struktura chemiczna kwasu deoksyrybonukleinowego
      - nukleozydy i nukleotydy
      - wiązanie fosfodiesterowe
      - wiązanie glikozydowe
    - 2.2.3 Podstawowe formy helikalne DNA (helisa B, A i Z)
    - 2.2.4 Struktura chromatyny
    - 2.2.5 Replikacja DNA
    - 2.2.6 Budowa chemiczna oraz funkcje RNA
    - 2.2.7 Drugo i trzeciorzędowa struktura kwasów RNA
    - 2.2.8 Przebieg transkrypcji
    - 2.2.9 Translacja
  - 2.3. Polisacharydy
    - 2.3.1 Budowa chemiczna, właściwości oraz kierunki zastosowań celulozy
    - 2.3.2 Właściwości i techniczne wykorzystanie skrobi
    - 2.3.3 Chityna i chitozan
    - 2.3.4 Ligniny jako cenny potencjalny surowiec chemiczny
- 2.4. Sposób pozyskiwania i zastosowanie kauczuku naturalnego i gutaperki

**Metody oceny:***Wykład:*

Ocena wystawiana jest na podstawie wyniku zaliczenia. Punktacja przenosi się na oceny w następujący sposób:

< 50 % - nza

50 - 60 % - 3

61- 70 % - 3.5

71 - 80 % - 4

81 - 90 % - 4.5

91 - 100 % - 5

**Literatura:***Podstawowa:*

1. Z. Florjańczyk, S. Penczek; Chemia Polimerów t.III, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998

2. J. Kączkowski; Podstawy biochemii; WNT; Warszawa 1997

*Uzupełniająca:*

1. L. Stryer, J.L. Tymoczko, J.M. Berg; Biochemia; PWN, Warszawa 2005

**Praktyczne aspekty interpretacji widm IR, Ramana i NMR**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Practical aspects of IR, Raman, NMR spectra interpretation</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Maciej Malinowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h)+ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Pogłębienie umiejętności wyciągania wniosków na temat struktury związków organicznych na podstawie danych otrzymanych za pomocą wymienionych w tytule metod spektroskopowych. Zapoznanie słuchaczy z zaawansowanymi, współcześnie wykorzystywanymi dwuwymiarowymi technikami NMR.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Praktyczne zastosowanie spektroskopii Ramana i IR 6 h
2. Współczesne, praktyczne wykorzystanie spektroskopii  $^1\text{H}$  NMR w chemii organicznej. 6 h
3. Zastosowanie spektroskopii NMR innych jąder atomowych w analizie strukturalnej. 2 h
4. Dwuwymiarowe widma NMR (COSY, HMBC, HSQC, NOESY) - podstawowe narzędzie w określaniu budowy strukturalnej złożonych związków. 2 h

**Ćwiczenia:**

1. Zastosowanie spektroskopii IR w rozróżnianiu związków organicznych. (2 h)
2. Proste widma NMR w połączeniu ze spektroskopią IR do określenia budowy związku organicznego (2 h)
3. Złożone widma NMR w określeniu budowy związków, analiza mieszanin (2 h).
4. Dwuwymiarowe techniki jako narzędzie ułatwiające ustalenie budowy związków (2 h).
5. Kompleksowe wykorzystanie poznanych technik spektroskopowych w określeniu budowy związków (8 h)

**Metody oceny:****Wykład i ćwiczenia:**

Końcowa ocena jest oceną zintegrowaną. W trakcie semestru studenci mogą zdobyć dodatkowe punkty za aktywność w trakcie zajęć. Pod koniec semestru odbywa się kolokwium zaliczeniowe (100 p). Aby uzyskać oceną pozytywną konieczne jest uzyskanie z kursu co najmniej 51 punktów (suma punktów z kolokwium zaliczeniowego oraz uzyskanych punktów za aktywność). Końcowa ocena ustalana jest następująco: 51-62 p - 3,0; 63-72 p - 3,5; 73-82 p - 4,0; 83-92 p - 4,5; 93-100 p - 5,0.

**Literatura:**

1. W. Zieliński, A. Rajca, Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych. WNT Warszawa
2. R.M. Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych. PWN Warszawa 2007.
3. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, Chemia Organiczna T.1 i T.2. WNT Warszawa 2010.

Materiały pomocnicze. Internetowa strona Katedry Chemii Organicznej.

**Prawo karne a chemia**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Criminal law and chemistry</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Wojciech Pawłowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Wykład będzie miał na celu uświadomienie, jakich obszarów chemii dotyczą przepisy karne, jaką działalność można prowadzić a jakiej nie oraz jakie należy spełniać wymagania, aby nie popaść w konflikt z prawem, czyli mieć wiedzę o specyfice prawnej i przepisach dotyczących zastrzeżonych dziedzin chemii.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Zapoznanie się z prawem karnym materialnym i procesowym.
2. Omówienie wykazów substancji chemicznych na wytwarzanie, których wymagane są odpowiednie zezwolenia oraz z towarami podwójnego znaczenia.
3. Przedstawienie przepisów kodeksu karnego dotyczących przestępstw związanych z materiałami wybuchowymi, substancjami odurzającymi, alkoholem i innymi oraz omówienie problemu na konkretnych przykładach.
4. Zapoznanie się z aktami prawnymi (ustawy i rozporządzenia) regulującymi pracę z substancjami chemicznymi chronionymi prawem.
5. Omówienie zagadnień do tyjących zezwoleń i koncesji w działalności gospodarczej z materiałami wybuchowymi.
6. Przedstawienie roli organów ścigania i wymiaru sprawiedliwości w zwalczaniu przestępczości dotyczącej wytwarzania zakazanych substancji chemicznych - omówienie na konkretnych przykładach.
7. Przedstawienie instytucji biegłego/eksperta z dziedziny chemii, jako źródła dowodowego w sprawach karnych.

**Metody oceny:***Wykład:*

kolokwium pisemne, do zaliczenia wymagane jest min. 51% punktów: <51% - 2, 51-60% - 3, 61-70% - 3.5, 71-80% - 4, 81-90% - 4.5, 91-100% - 5

**Literatura:**

1. Ustawa z dnia 21.06.2002r. o materiałach wybuchowych przeznaczonych do użytku cywilnego,
2. Ustawa z dnia 22.06.2001r. o wykonywaniu działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania i obrotu materiałami wybuchowymi, bronią, amunicją oraz wyrobami i technologią o przeznaczeniu wojskowym lub policyjnym,
3. Ustawa z dnia 29.07.2005r. o przeciwdziałaniu narkomanii,
4. Kodeks Karny.
5. Kodeks Postępowania Karnego,
6. Kodeks wykroczeń.



[wróć do tabeli z programem](#)

## Projektowanie procesów technologicznych

Nazwa w jęz. angielskim	Process Designing
Odpowiedzialny za przedmiot:	dr inż. Paweł Ruśkowski
Język wykładowy:	polski
Forma zaliczenia przedmiotu:	egzamin
rodzaj zajęć:	Wykłady (30h)+projekt (30h)
Liczba punktów ECTS:	4

### Cele przedmiotu:

Zapoznanie studentów z metodyką opracowywania technologii syntezy chemicznej pod kątem projektowania i wdrażania procesu technologicznego w skali przemysłowej.

### Treści kształcenia:

#### Wykład:

1. Kompleksowość projektowania procesów technologicznych 2 h
2. Badania literaturowe i czystość patentowa 2 h
3. Fazy i etapy projektowania technologicznego 2 h
4. Koncepcja chemiczna procesu 4 h
5. Zasady technologiczne 2 h
6. Schemat ideowy 1 h
7. Bilans masowy 2 h
8. Bilans cieplny 2 h
9. Dobór aparatury 2 h
10. Schemat technologiczny 2 h
11. Zagadnienia bhp i ppoż 1 h
12. Ochrona środowiska 1 h
13. Ekonomia procesu, kalkulacja ceny 2 h
14. Ryzyko powiększania skali, dojrzałość projektu 2 h
15. Porównanie koncepcji technologicznej i biotechnologicznej 1 h
16. Rola instalacji pilotowych w projektowaniu procesów technologicznych 2 h

#### Laboratorium komputerowe:

1. Poszukiwanie kart właściwości substancji (SDS) 2 h
2. Wzory i równania chemiczne 2 h
3. Schemat ideowy 3 h
4. Bilans masowy 3 h
5. Wykres Sankeya 6 h
6. Schemat technologiczno-pomiarowy 6 h
7. Wykres Gantta 2 h
8. Dwa kolokwia 4 h
9. Kursu bibliotecznego dotyczącego informacji naukowej 2 h

### Metody oceny:

#### Wykład:

1. Zaliczenie egzaminu wymaga uzyskania ponad 50% punktów.
2. Dodatkowe punkty za aktywność na wykładach (max 10% punktów za egzamin).
3. Skala ocen: <51% = 2,0; 51-60% = 3,0; 61-70% = 3,5; 71-80% = 4,0; 81-90% = 4,5%; >90% = 5,0

#### Laboratorium komputerowe:

1. Zaliczanie laboratorium wymaga:
  - a) zaliczenia każdego z dwóch kolokwii
  - b) kursu bibliotecznego dotyczącego informacji naukowej.

2. Ocena za kolokwia wystawiana będzie na podstawie % uzyskanych punktów: <51% = 2,0; 51-60% = 3,0; 61-70% = 3,5; 71-80% = 4,0; 81-90% = 4,5; 91-100% = 5,0.
3. W przypadku uzyskania oceny niedostatecznej z jednego kolokwium student ma prawo do kolokwium poprawkowego.
4. Ocenę końcową stanowi średnia z ocen z kolokwiów.

**Ocena zintegrowana:**

Ocenę zintegrowaną z przedmiotu oblicza się wg wzoru:  $OZ = (2*W + 1*L) / 3$ , gdzie OZ - ocena zintegrowana; W - ocena z wykładu; L - ocena z laboratorium komputerowego

**Literatura:**

1. L. Synoradzki, J. Wisiański, *Projektowanie Procesów Technologicznych*, Oficyna Wyd. PW, 2019.
- J. Molenda, *Technologia chemiczna*, WSiP, Warszawa 1997.
- E. Bortel, H. Koneczny, *Zarys technologii chemicznej*, PWN, Warszawa 1992
- N.G. Anderson, *Practical Process Research & Development*, Elsevier, Academic Press, 2012

**Projektowanie procesów technologicznych**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Design of technological processes</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Sławomir Jodzis</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)+projekt (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami składającymi się na proces opracowywania i rozwijania projektu technologicznego. Studenci dowiadują się jakie zagadnienia należy uwzględnić w ramach tworzenia projektu procesowego, poznają ogólne zasady i założenia technologiczne, a także ograniczenia jakim należy sprostać w związku z wymaganiami technicznymi, ekonomicznymi, organizacyjnymi, środowiskowymi, BHP, itp.

**Treści kształcenia:**

Wykład:

1. Wprowadzenie do projektowania 2 h
  - 1.1. Od pomysłu na produkcję do decyzji o budowie instalacji
  - 1.2. Kompleksowość projektowania procesu technologicznego
  - 1.3. Logistyka procesu. Transport. Infrastruktura. Korzyści lokalne z inwestycji
  - 1.4. Założenia projektowe
2. Cykl realizacji inwestycji przemysłowej 2 h
  - 2.1. Wymagane zgody, pozwolenia i inne dokumenty
  - 2.2. Projekt procesowy. Projekt budowlany. Projekt techniczny.
  - 2.3. Budowa instalacji
  - 2.4. Prace rozruchowe. Eksploatacja instalacji
  - 2.5. Dokumentacja techniczno-ruchowa instalacji. Procedury awaryjne.
3. Zanim powstanie dojrzałe rozwiązanie przemysłowe 2 h
  - 3.1. Cykl badawczo-projektowo-wdrożeniowy
  - 3.2. Badania laboratoryjne. Badania ćwierć i półtechniczne
  - 3.3. Przewidywana skala produkcji. Analiza ekonomiczna przedsięwzięcia
4. Koncepcja chemiczna 5 h
  - 4.1. Rozeznanie literaturowo-patentowe. Bazy danych i ochrona własności intelektualnej
  - 4.2. Analiza wariantów procesu. Możliwe reakcje. Reakcje uboczne. Wydajność procesu. Wybór optymalnej drogi syntezy. Właściwości reagentów
  - 4.3. Analiza metody prowadzenia procesu (proces ciągły/periodyczny). Wyodrębnienie procesów i operacji jednostkowych. Węzły instalacji. Wprowadzenie do koncepcji technologicznej procesu
  - 4.4. Analiza i optymalizacja warunków prowadzenia procesu/operacji jednostkowych
  - 4.5. Planowanie eksperymentów, modelowanie procesu. Kinetyka procesu. Optymalizacja czasów przebywania
5. Koncepcja technologiczna 4 h
  - 5.1. Podstawowe zasady technologiczne. Ekonomika procesu
  - 5.2. Wykorzystanie nieprzereagowanych substratów (obiegi powrotne). Powstawanie i zagospodarowanie odpadów. Regeneracja rozpuszczalników.
  - 5.3. Weryfikacja koncepcji chemicznej. Badania w skali ułamkowo-technicznej
  - 5.4. Problemy ujawniające się w trakcie powiększania skali.
6. Tworzenie projektu procesowego 5 h
  - 6.1. Program produkcji. Założenia zasadnicze

- 6.2. Uzasadnienie wyboru i opis metody technologicznej
- 6.3. Schemat ideowy (analiza wybranej metody),
- 6.4. Bilans materiałowy. Wykres Sankeya.
- 6.5. Dobór aparatury
- 6.6. Harmonogram czasowy. Schemat Gantta
- 6.7. Schemat technologiczny. Węzły i linie technologiczne.
- 6.8. Bilans cieplny. Bilans energetyczny
- 7. Inne zagadnienia technologiczne w projektowaniu 6 h
- 7.1. Sterowanie. Automatyzacja. Komputerowa obsługa procesu
- 7.2. Kontrola analityczna procesu
- 7.3. Zagrożenia i bezpieczeństwo produkcji
- 7.4. Dbłość o środowisko. Powstawanie i zagospodarowanie odpadów. Technologie bezodpadowe
- 7.5. Materiałoznawstwo chemiczne. Zagrożenie korozją
- 7.6. Założenia dla branż projektowych
- 8. Analiza ekonomiczna procesu 2 h
- 8.1. Koszt inwestycji
- 8.2. Techniczny koszt wytwarzania produktu
- 8.3. Cena produktu
- 9. Dojrzałość procesu do wdrożenia 2 h

#### Projekt/Laboratorium komputerowe:

Studenci poznają poszczególne aspekty opracowywania projektu technologicznego, począwszy od tworzenia i analizy koncepcji chemicznej procesu, poprzez opracowywanie koncepcji technologicznej, aż do powstania dojrzałego rozwiązania. Dowiadują się, w jaki sposób powstaje i ewoluje koncepcja technologiczna procesu. Dostrzegają konieczność wydzielenia w obrębie projektu technologicznego procesów i operacji jednostkowych, dostrzegają potrzebę modelowania poszczególnych etapów procesu, poznają metodykę optymalizacji prac badawczo-projektowych i zagadnienia powiększania skali. Zapoznają się ze stosowanymi metodami przedstawiania istotnych informacji o procesie oraz jego realizacji w sposób zrozumiały dla technologów, operatorów, aparatowych... W szczególności zapoznają się z kluczowymi elementami projektu procesowego, tzn. schematem ideowym, bilansem materiałowym, bilansem cieplnym (w formie wykresów Sankeya), doбором aparatury (z uwzględnieniem zagadnień materiałoznawstwa i korozji), schematem technologicznym, opisem przebiegu procesu, zagadnieniami pomiarów technicznych i automatyki przemysłowej i zagadnieniami kontroli analitycznej procesu. Omawiane są także zagadnienia logistyki produkcji, źródła mediów energetycznych, zagadnienia transportu i magazynowania substratów i produktów, kwestie ekonomiki produkcji, zagrożenia związane z wytwarzaniem i przetwarzaniem produktów chemicznych, zasady bezpieczeństwa pracy, elementy dbłości o środowisko

#### Metody oceny:

##### Wykład:

Aby uzyskać oceną pozytywną z części wykładowej konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium. Ocena końcowa będzie obliczana na podstawie uzyskanych punktów: 50-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

##### Laboratorium komputerowe:

1. Ocenę końcową z laboratorium komputerowego stanowi średnia ocen cząstkowych z kolokwium po zaokrągleniu zgodnie z ogólnymi zasadami.
2. W przypadku niezaliczenia laboratorium student ma prawo do uzyskania oceny pozytywnej jedynie w trybie kolokwium ustnego.

**Ocena zintegrowana:**

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie ocen pozytywnych z części wykładowej i laboratoryjnej. Ocena końcowa z przedmiotu „Projektowanie procesów technologicznych” jest średnią ważoną z oceny za wykład i średniej z laboratorium (0,6W+0,4L) po zaokrągleniu

**Literatura:**

- S. Bretsznajder, W. Kawecki; Podstawy ogólne technologii chemicznej, WNT Warszawa 1973
- K. Schmidt-Szałowski, J. Sentek; Podstawy technologii chemicznej. Organizacja procesów produkcyjnych, Warszawa 2001
- J. Kępiński; Technologia chemiczna nieorganiczna, Warszawa 1984
- K. Schmidt-Szałowski, J. Sentek; Podstawy technologii chemicznej. Bilanse procesów technologicznych; W-wa 1997
- A.R. Cooper, G.V. Jeffreys, Chemical kinetics and reactor design, Oliver & Boyd, Edinburgh 1971
- L. Synoradzki, J. Wisiański (red.), Projektowanie procesów technologicznych - Od laboratorium do instalacji przemysłowej, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2006.
- L. Synoradzki, i inni, Projektowanie procesów technologicznych, I-IV, Oficyna Wydawnicza PW, 2001-3.
- S. Rostonec, Wybrane metody numeryczne z przykładami zastosowań w zadaniach inżynierskich, Oficyna Wydawnicza PW, 2002

**Projektowanie procesów technologicznych - projekt**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Design of technological processes - project</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Bogdan Ulejczyk</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Projekt (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Wdrożenie studentów do projektowania procesu technologicznego. Studenci dobierają się w 3-4 osobowe zespoły, w których pracują. Pracami kieruje główny projektant, wybierany w każdym zespole. W taki sposób studenci zdobywają dodatkowo doświadczenie w pracy zespołowej. Opiekę i kontrolę merytoryczną nad pracami sprawują przydzieleni nauczyciele akademicy.

**Treści kształcenia:***Projekt:*

W ramach opracowywania założeń do projektu procesowego studenci wykorzystują wiedzę i umiejętności zdobyte wcześniej w ramach wykładu i laboratorium komputerowego "Projektowanie procesów technologicznych" (sem. 5). Tworzone przez nich opracowanie jest efektem przeglądu literatury przedmiotowej, rozeznania rynkowego i krytycznej analizy koncepcji technologicznych.

Na podstawie uzyskanych informacji opracowują poszczególne elementy projektu technologicznego, nadając im formę odpowiednich opisów, zestawień i schematów. W rezultacie tworzona jest dokumentacja procesu, na którą składają się m.in. przegląd literatury naukowej i patentowej, analiza możliwości realizacyjnych, opis wybranej koncepcji technologicznej, analiza wymaganych procesów i operacji jednostkowych, dobór potrzebnych aparatów, schemat ideowy procesu, bilans masowy procesu i węzłów technologicznych, schemat technologiczny, analiza metodyki sterowania procesem i kontroli analitycznej procesu, analiza zagrożeń dla środowiska, zagadnienia bezpieczeństwa pracy, ocena ekonomiczna procesu.

**Metody oceny:***Projekt:*

Każdy zespół dostarcza pełną dokumentację projektu w wersji elektronicznej (płyta CD) oraz przedstawia wyniki swojej pracy w formie posteru lub wystąpienia publicznego. Ocena wystawiana na podstawie okresowej kontroli postępu prac, wykonanego projektu i jego prezentacji

**Literatura:**

1. S. Bretsznajder, W. Kawecki; Podstawy ogólne technologii chemicznej, WNT 1973
2. K. Schmidt-Szałowski, J. Sentek; Podstawy technologii chemicznej. Organizacja procesów produkcyjnych, Warszawa 2001
3. K. Schmidt-Szałowski, J. Sentek; Podstawy Technologii Chemicznej. Bilanse procesów technologicznych; Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 1997
4. J. Ciborowski, Inżynieria procesowa, WNT 1973
5. K.F Pawłowski, P.G. Romankow, A.A Noskow, Przykłady i zadania z zakresu aparatury i inżynierii chemicznej, WNT 1971
6. A.R. Cooper, G.V. Jeffreys, Chemical kinetics and reactor design, Oliver & Boyd, Edinburgh 1971
7. K. Tuszyński, Regulacja automatyczna w inżynierii chemicznej, WNT 1969

**Projektowanie procesów technologicznych - projekt**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Process Designing – Project</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Paweł Ruśkowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Projekt (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z metodyką opracowywania technologii syntezy chemicznej pod kątem projektowania i wdrażania procesu technologicznego w skali przemysłowej. Opracowanie założeń do projektu procesowego prostej technologii chemicznej.

**Treści kształcenia:***Projekt:*

Opracowanie elementów projektu procesowego. Praca studentów (w grupach):

1. Dane podstawowe.
2. Omówienie materiałów źródłowych - badania literaturowo-patentowe.
3. Istota procesu technologicznego (podstawy teoretyczne, schemat ideowy) - analiza koncepcji chemicznych i technologicznych.
4. Wymagania techniczne produktów, półproduktów i surowców (charakterystyka, normy).
5. Bilans masowy, wykres Sankeya (wydajność faz, straty, normy zużycia surowców).
6. Odpady (stałe i ciekłe, ścieki, zanieczyszczenia atmosfery, wskaźniki, utylizacja).
7. Kontrola analityczna procesu.
8. Zagadnienia korozji.
9. Zagadnienia bhp i ppoż.
10. Oszacowanie wielkości aparatury w skali przemysłowej (harmonogramy czasowe, wielkości szarż i przepływów).
11. Schemat technologiczno-pomiarowy i opis przebiegu procesu (koncepcja instalacji technologicznej dla skali przemysłowej).
12. Zestawienie ważniejszych parametrów i wymagania dla aparatury kontrolno-pomiarowej.
13. Zagadnienia energetyczne.
14. Ocena ekonomiki procesu.
15. Ocena stopnia ryzyka powiększania skali.

Dwie prezentacje

**Metody oceny:***Projekt:*

1. Zaliczanie przedmiotu wymaga:
  - a) wygłoszenia dwóch prezentacji
  - b) zaliczenia projektu.
2. Ocenę z przedmiotu oblicza się wg wzoru:  $OP = (3 \cdot P + PR1 + PR2) / 5$ , gdzie: P, PR1, PR2 to oceny odpowiednio za projekt, pierwszą prezentację i drugą prezentację.

**Literatura:**

1. L. Synoradzki, J. Wisiański, *Projektowanie Procesów Technologicznych*, Oficyna Wyd. PW, 2019.
- J. Molenda, *Technologia chemiczna*, WSiP, Warszawa 1997.
- E. Bortel, H. Koneczny, *Zarys technologii chemicznej*, PWN, Warszawa 1992
- N.G. Anderson, *Practical Process Research & Development*, Elsevier, Academic Press, 2012.

**Przedsiębiorczość innowacyjna**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Innovative Entrepreneurship</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Marek Marcinek</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

- Student posiadać wiedzę dotyczącą najważniejszych aspektów związanych z zakładaniem oraz prowadzeniem własnej działalności gospodarczej.
- Student uzyska dostęp i nauczy się posługiwać narzędziami, dzięki którym będzie mógł dokonać rzetelnej oceny pomysłu biznesowego oraz wykonać wstępny biznes-plan. Zajęcia kształtują również umiejętność pracy w grupie.
- Publiczna prezentacja wyników prac grup ma umożliwić studentom sprawdzenie swoich umiejętności w zakresie tworzenia prezentacji multimedialnych i ich prezentacji na szerszym forum.
- Student będzie potrafił przeprowadzić analizę Wstępnej Koncepcji Biznesu.
- Potrafi współpracować i pracować w grupie

**Treści kształcenia:**

1. Dlaczego własny biznes
2. Cechy i umiejętności liderów nowych przedsięwzięć
3. Od pomysłu do wstępnej koncepcji biznesu
4. Od wstępnej koncepcji biznesu do biznes planu
5. Źródła finansowania
6. Wybór formy prawnej
7. System finansowo-księgowy
8. Zespół założycielski
9. Jak zaistnieć na rynku
10. Franchising
11. Przedsiębiorczość międzynarodowa
12. Wykorzystanie potencjału internetu
13. Nowe przedsięwzięcia technologiczne
14. Uruchomienie firmy i co dalej

**Metody oceny:**

Prezentacja na podstawie projektu oceniana wg schematu wypadkowego: innowacyjności, merytoryki i jakości prezentacji

**Literatura:**

Literatura podstawowa:

[1] Cieślak "Przedsiębiorczość dla. Ambitnych"

Literatura uzupełniająca:

Artykuły źródłowe polecane przez prowadzącego



**Przemysłowe zastosowania związków metaloorganicznych**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Industrial applications of organometallic compounds</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Piotr Buchalski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Przedmiot obejmuje omówienie procesów otrzymywania związków organicznych z zastosowaniem związków metaloorganicznych, realizowanych w praktyce przemysłowej. Szczególny nacisk zostanie położony na porównanie syntez z zastosowaniem związków metaloorganicznych z klasycznymi metodami syntezy tych samych klas związków. Uwypuklone zostaną takie cechy reakcji związków metaloorganicznych jak regio- i stereoselektywność. Pierwsza część wykładu poświęcona będzie przemysłowym metodom otrzymywania związków metaloorganicznych. Dalsze części wykładu będą przeglądem procesów wykorzystujących związki metaloorganiczne jako surowce do syntezy związków organicznych oraz procesów z zastosowaniem związków metaloorganicznych jako katalizatorów.

**Treści kształcenia:**

1. Definicja, zakres i podstawowe pojęcia chemii metaloorganicznej
2. Synteza wiązań węgiel-węgiel w reakcjach związków metaloorganicznych
  - 2.1. związki metali alkalicznych w reakcjach addycji do wiązań wielokrotnych i w reakcjach alkilowania
  - 2.2. związki miedziorganiczne w reakcjach alkilowania
  - 2.3. syntezy z zastosowaniem związków magnezoorganicznych
  - 2.4. syntezy z zastosowaniem związków boro- i glinoorganicznych
  - 2.5. związki nikloorganiczne w reakcjach sprzęgania rodników alkilowych i arylowych
  - 2.6. synteza, izomeryzacja i polimeryzacja alkenów i alkinów w reakcjach z udziałem związków metaloorganicznych,
  - 2.7. reakcje insercji tlenu węgla z udziałem związków metaloorganicznych
3. Synteza wiązań węgiel-wodór, węgiel-azot, węgiel-tlen w reakcjach związków metaloorganicznych
  - 3.1. protolityczne rozerwanie wiązania metal-węgiel
  - 3.2. reakcje hydroborowania i hydroaluminowania
  - 3.3. reakcje uwodornienia z udziałem związków metaloorganicznych
  - 3.4. synteza amin w reakcjach związków magnezoorganicznych
  - 3.5. synteza alkoholi, aldehydów i ketonów w reakcjach związków magnezo-, glino- i boroorganicznych
  - 3.6. synteza halogenków alkilowych i arylowych w reakcjach związków metaloorganicznych
4. Teoretyczne aspekty katalizy homogenicznej i projektowanie kompleksów o katalitycznej aktywności
5. Otrzymywanie katalizatorów Zieglera, struktura centrum aktywnego, mechanizm reakcji insercji i wzrostu łańcucha, rola nośnika
6. Przemysłowe procesy oparte na katalizatorach Zieglera
7. Oligomeryzacja i izomeryzacja olefin
8. Technologia uwodornienia i hydrokarbonylowania olefin
9. Procesy karbonylowania i utleniania olefin
10. Przemysłowe zastosowanie reakcji metatezy
11. Reakcje sprzęgania katalizowane kompleksami palladu

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia zaliczeniowe, ocena końcowa wystawiana jest na podstawie sumy punktów zdobytych w dwóch kolokwiach.

**Literatura:**

1. F. A. Cotton, G. Wilkinson, P. L. Gaus, Chemia nieorganiczna - podstawy, PWN, 1995
2. F. Pruchnik, Chemia metaloorganiczna - Pierwiastki przejściowe, PWN, 1991
3. F. Pruchnik: Kataliza homogeniczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1993

**Przygotowanie inżynierskiej pracy dyplomowej**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Preparation of an engineering thesis</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>Dr hab. inż. Aldona Zalewska, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (90h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>15</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest integracja wiedzy teoretycznej i umiejętności zdobytych podczas studiów I stopnia oraz pogłębienie umiejętności samodzielnej pracy i samokształcenia, a także rozwiązywania problemów technicznych. Nabycie umiejętności przekazywania informacji o wykonanych pracach badawczych w formie opracowania pisemnego. Student przedstawia egzemplarz inżynierskiej pracy dyplomowej, do napisania której wykorzystuje: zebraną literaturę, opracowane wyniki pracy laboratoryjnej, konsultacje z kierującym pracą dyplomową.

**Treści kształcenia:**

1. Poszukiwanie i analiza doniesień literaturowych dotyczących rozważanych zagadnień.
2. Edycja i korekta tekstu pracy dyplomowej inżynierskiej.

**Metody oceny:**

Ocena jakości wyników pracy studenta po przedłożeniu opiekunowi końcowej, pisemnej wersji opracowania „Praca dyplomowa inżynierska”

**Literatura:**

Wybierana w trakcie realizacji tematu pracy dyplomowej.

**Reakcje wieloskładnikowe w syntezie organicznej**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Multicomponent Reaction for Organic Synthesis</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Mariola Koszytkowska-Stawińska, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (15h) + seminarium (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Omówienie wykorzystania reakcji wieloskładnikowych w syntezie organicznej z uwzględnieniem preparatyki związków chemicznych istotnych w wytwarzaniu środków farmaceutycznych.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Synteza alfa-aminokwasów. Synteza Streckera i modyfikacje.
2. Synteza wybranych układów heteroliniowych. Wykorzystanie reakcji Ugi na przykładach dwu-, trzy- i czteroskładnikowych.
3. Synteza beta-aminoketonów. Reakcja Mannicha i jej warianty.
4. Synteza i wykorzystanie alfa-acyloksykarboksamidów. Reakcja Passerini i jej modyfikacje.
5. Reakcja Kabachnika-Fieldsa - zastosowanie, modyfikacje i ograniczenia.
6. Reakcje multikomponentowe z udziałem związków karbonylowych.
7. Współczesne wykorzystanie reakcji Hantzsch.
8. Reakcja Biginelli w syntezie pochodnych 3,4-dihydropirydyn-2(1H)-onu.
9. Reakcje multikomponentowe w oparciu o anulację z wykorzystaniem reakcji Michaela. Knoevenagla, Dielsa-Aldera.
10. Synteza Petasisa - reakcje wieloskładnikowe z udziałem związków boroorganicznych.

**Seminarium**

Przygotowanie prezentacji i wygłoszenie seminarium związanego z aktualnym stanem wiedzy na temat reakcji wieloskładnikowych w syntezie organicznej.

**Metody oceny:**

Zaliczenie jest wystawiane na podstawie oceny prezentacji zagadnień zadanych z literatury. Ocena z przedmiotu będzie wystawiona w oparciu o przygotowane i wygłoszone przez studenta seminarium oraz uzyskaną przez niego ocenę z zaliczenia końcowego.

**Literatura:**

1. J. Gawroński, K. Gawrońska, K. Kacprzak, M. Kwit „Współczesna synteza organiczna”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004, s. 332.
2. H. Pellissier "Stereocontrolled Domino Reactions" Chem. Rev. 2013, 113, 442  
B. B. Toure, D.G. Hall "Natural Product Synthesis Using Multicomponent Reaction Strategies" Chem. Rev. 2009, 109, 4439.

## Recykling polimerów

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Recycling of polymers</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż Maciej Dębowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>1</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z problemem bilansu ekologicznego produkcji,

stosowania, zbierania, selekcjonowania i powtórnego wykorzystania tworzyw sztucznych. Po ukończeniu kursu student powinien:

- znać podstawowe metody zagospodarowania i recyklingu tworzyw sztucznych
- znać cykl życia materiałów polimerowych oraz metody sporządzania ich ekobilansu
- potrafić oszacować obciążenie środowiska naturalnego przez odpady polimerowe

### Treści kształcenia:

*Wykład:*

1. Podstawowe informacje dotyczące tworzyw sztucznych i ich odpadów:
  - a. rodzaje i rynek tworzyw sztucznych (Europa - Polska)
  - b. źródło problemów odpadów tworzyw sztucznych
  - c. sposoby zagospodarowania odpadów tworzyw sztucznych
  - d. odpady tworzyw sztucznych a ekologia - ekobilans tworzyw sztucznych
2. Przygotowanie odpadów tworzyw sztucznych do recyklingu:
  - a. technologie składowania i segregacji odpadów tworzyw sztucznych
  - b. przykłady maszyn/instalacji
3. Recykling materiałowy (mechaniczny) i odzysk energii z odpadów tworzyw sztucznych:
  - a. podstawy teoretyczne
  - b. przykłady technologii
4. Piroliza i zgazowanie:
  - a. podstawy teoretyczne
  - b. przykłady technologii
5. Recykling chemiczny:
  - a. podstawy teoretyczne
  - b. metody

Przykłady recyklingu wybranych grup tworzyw sztucznych

### Metody oceny:

Ocena końcowa z przedmiotu „Recykling polimerów” wystawiana jest na podstawie oceny pisemnego kolokwium z uwzględnieniem następujących zakresów % uzyskanych punktów: <50,1% = 2,0 (brak zaliczenia); 50,1-60,0% = 3,0; 60,1-70,0% = 3,5; 70,1-80,0% = 4,0; 80,1-90,0% = 4,5; ≥90,1% = 5,0

### Literatura:

1. „Recykling materiałów polimerowych” praca zbiorowa pod redakcją A.K. Błędzkiego, WNT, Warszawa 1997;
2. „Recykling tworzyw sztucznych w Europie” praca zbiorowa pod redakcją M. Kozłowskiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006;
3. „Odzysk i recykling materiałów polimerowych”, praca zbiorowa pod redakcją J. Kijeńskiego, A.K. Błędzkiego, R. Jeziórskiej, PWN, Warszawa 2011;

4. „Recycling of Polymers” praca zbiorowa pod redakcją R. Francisa, Wiley-VCH, Weinheim 2017;
5. „POLYMER BLENDS HANDBOOK, Vol. 1” praca zbiorowa pod redakcją L.A. Utrackiego, rozdział 16: „Role of Polymer Blends’ Technology in Polymer Recycling”, L.A. Utracki, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2002.

**Seminarium dyplomowe**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Diploma Seminar</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>Kierownik katedry/zakładu</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Seminarium (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest nabycie umiejętności korzystania z literatury naukowej i innych źródeł wiedzy oraz selekcjonowania i porządkowania wiedzy i informacji, nauczenie przygotowywania i publicznego przedstawiania prezentacji na zadany temat oraz zapoznanie z formą publicznej dyskusji z uwzględnieniem obrony własnego stanowiska.

**Treści kształcenia:**

Przedstawienie prezentacji multimedialnej i udział w dyskusji.

**Metody oceny:**

Podczas zajęć Student wygłasza prezentację zawierającą wstęp teoretyczny, omawia cel swojej pracy dyplomowej i skupia się na uzyskanych wynikach i ich znaczeniu. Wyciąga wnioski oraz podsumowuje pracę.

Przy ocenie prezentacji będą brane pod uwagę:

- Dotrzymanie czasu prezentacji
- Sposób przedstawienia tematu
- Jakość przedstawienia prezentacji, a także sposób odpowiedzi na zadane pytania
- Jakość slajdów (czy wszystko widoczne, nie za małe litery, niedopuszczalne są slajdy pokryte tekstem odczytywanym podczas prezentacji)
- Odpowiedź na zadane pytania związane z tematem prezentacji

**Literatura:**

Wybierana w trakcie realizacji tematu pracy dyplomowej.

**Spektroskopowe metody badania struktury materii**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Spectroscopic methods of studying structure of matter</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Sergiusz Luliński</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (30h) + ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studenta z ogólną wiedzą teoretyczną i wybranymi aspektami praktycznymi spektroskopii molekularnej NMR, IR, Raman, UV-Vis i spektrometrii mas pod kątem określania struktury związków chemicznych

**Treści kształcenia:***Wykład:*

## 1. Ogólne podstawy spektroskopii, 2h

Promieniowanie elektromagnetyczne. Energia cząsteczek. Kwantowanie energii. Obsadzenie poziomów energetycznych. Widmo. Pasmo spektralne i jego parametry. Rodzaje spektroskopii i aparatura do rejestracji widm. Rola metod spektroskopowych w badaniach struktury materii.

## 2. Spektroskopia elektronowa, 4h

Energia stanów elektronowych. Diagram Jabłońskiego. Wzbudzenie cząsteczki, reguła Francka-Condon, wzbudzony stan singletowy i trypletowy - fluorescencja a fosforescencja. Prawo Lamberta-Beera. Widmo UV-Vis absorpcji i fluorescencji. Zależność widma od struktury i rozpuszczalnika. Zastosowania w analizie właściwości elektronowych materiałów.

## 3. Spektroskopia oscylacyjna IR i Ramana, 6h

Energia stanów oscylacyjnych. Absorpcja promieniowania. Drgania normalne i częstości grupowe. Spektroskopia Ramana, rozpraszanie promieniowania. polaryzowalność cząsteczki i reguły wyboru. Interpretacja widm oscylacyjnych IR i Ramana. Charakterystyczne częstości grupowe w cząsteczkach związków organicznych. Powiązanie widma ze strukturą cząsteczki. Wpływ asocjacji na widmo IR

## 4. Spektroskopia NMR, 12h

Wiadomości ogólne. Spin, moment pędu i moment magnetyczny jąder. Obsadzenie spinowych poziomów energetycznych. Magnetyczny rezonans jądrowy. Zasada działania i pomiaru spektroskopu NMR, transformacja Fouriera. Ekranowanie jądra. Przesunięcie chemiczne, skale i wzorce, zależności strukturalne. Równocенność chemiczna i magnetyczna jąder  $^1\text{H}$ . Sprzężenie spinowo-spinowe, układy spinowe. Efekt podstawienia izotopowego. Zjawiska dynamiczne, wiązanie wodorowe. Wyznaczanie struktury związków organicznych na podstawie widm  $^1\text{H}$  i  $^{13}\text{C}$  NMR oraz przewidywanie widm na podstawie znanej struktury.

## 5. Spektrometria mas, 6h

Fizyczne podstawy pomiaru widma masowego. Metody jonizacji. Aparatura do pomiaru widm masowych. Spektrometria masowa w badaniach struktury związków chemicznych. Charakterystyczne fragmentacje głównych klas związków. Określanie składu atomowego związku na podstawie widma HR-MS.

*Ćwiczenia:*

1. Promieniowanie elektromagnetyczne - energia, długość fali, liczba falowa. Czas życia układu w stanie wzbudzonym. Wzbudzenie cząsteczki chemicznej - poziomy elektronowe, oscylacyjne i rotacyjne a rodzaje spektroskopii. Energia wzbudzenia a trwałość cząsteczki. 1h

2. Spektroskopia elektronowa. Analiza stanów i przejść elektronowych cząsteczki. Przewidywanie położenia pasma w widmie na podstawie struktury cząsteczki. Prawo



Lamberta-Beera, wyznaczenie molowego współczynnika absorpcji. Struktura subtelna widma elektronowego. Przykłady zastosowań spektroskopii UV-Vis (wyznaczanie stężenia związku, wyznaczenie stałej kwasowości). Wpływ budowy związku oraz czynników zewnętrznych na widmo elektronowe. Widmo emisyjne, przesunięcie Stokesa, wydajność kwantowa emisji fluorescencji i fosforescencji. 2h.

2. Spektroskopia oscylacyjna. Widma układów wieloatomowych, struktura cząsteczki a widmo. Wpływ asocjacji na położenie pasm w widmie IR. Analiza widm IR i Ramana - porównanie i aspekty praktyczne zastosowania tych spektroskopii. 2h.

3. Spektroskopia NMR. Warunek rezonansu, przesunięcie chemiczne, stała sprzężenia. Określanie struktury cząsteczki na podstawie widma  $^1\text{H}$  NMR. Przewidywanie widma dla cząsteczki o danej strukturze. Topowość protonów a równocенność chemiczna i magnetyczna. Analiza przykładowych widm  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$  NMR. 4h.

4. Spektrometria mas. Analiza widm masowych w powiązaniu ze strukturą cząsteczki. 4h.

5. Rozwiązywanie zagadnień strukturalnych w oparciu o dane spektroskopowe i spektrometrii MS. Wnioskowanie o przebiegu reakcji chemicznych, określanie czystości produktów. Badania kinetyki reakcji chemicznej na podstawie danych spektroskopowych. Efekt izotopowy. Wyznaczanie parametrów związanych ze zjawiskami dynamicznymi (temperatura koalescencji). 4h

### Metody oceny:

Ocena z przedmiotu jest oceną zintegrowaną (ćwiczenia audytoryjne i wykład łącznie). Nie ma oddzielnego zaliczenia i oceny z ćwiczeń. W ramach ćwiczeń (w terminach dodatkowych ogłaszanych na platformie MS Teams z wyprzedzeniem min. 2 tygodni) są 2 kolokwia pisemne ( $2 \times 25 = 50$  pkt). Pod koniec semestru jest kolokwium dodatkowe, umożliwiające poprawienie oceny uzyskanej podczas jednego z wcześniejszych zaliczeń. W uzasadnionych przypadkach możliwa jest ustna weryfikacja udzielonych odpowiedzi i zmiana oceny. W przypadku uzyskania niższej punktacji w terminie poprawkowym punktacja końcowa będzie obliczona jako średnia z obu terminów. Po zakończeniu semestru w sesji letniej jest egzamin (50 pkt) i dwa terminy dodatkowe, po jednym w sesji letniej i jesiennej. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie w trakcie ćwiczeń minimum 17 pkt. ( $>1/3$  maksymalnej punktacji). W uzasadnionych przypadkach możliwa jest ustna weryfikacja udzielonych odpowiedzi i zmiana oceny. W przypadku uzyskania niższej punktacji w terminie późniejszym punktacja końcowa będzie obliczona jako średnia z dwóch ostatnich terminów. Punktacja maksymalna (za kolokwia i egzamin): 100 pkt. Aby zaliczyć przedmiot trzeba uzyskać przynajmniej 50 pkt. Ocena z przedmiotu - na podstawie uzyskanej łącznie liczby punktów: 50 pkt. - dst, 60 - dst 1/2, 70 - db, 80 - db 1/2, 90 - bdb.

### Literatura:

1. Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1992
2. R. Silverstein, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2007
3. A. Rajca, W. Zieliński, Metody spektroskopowe i spektrometria mas w zastosowaniu do identyfikacji związków organicznych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2018

## Statystyka

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Statistics</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Michał Stronkowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (15h) + ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

Zapoznanie studentów z podstawami rachunku prawdopodobieństwa oraz statystyki matematycznej.

### Treści kształcenia:

#### Wykład:

1. Przestrzeń Probabilistyczna (1h)
2. Prawdopodobieństwo warunkowe i niezależność (1h)
3. Zmienne losowe i ich rozkłady (1h)
4. Parametry rozkładów: Wartość oczekiwana i odchylenie standardowe (2h)
5. Przegląd ważniejszych rozkładów: dwumianowy, Poisson'a, wykładniczy, normalny (2h)
6. Teoria estymacji, estymacja przedziałowa (3h)
7. Testy parametryczne (2h)
8. Test nieparametryczny Mann'a-Whitney'a-Wilcoxon'a (1h)
9. Test zgodności  $\chi^2$  (1h)
10. Elementy teorii regresji (1h)

#### Ćwiczenia:

1. Prawdopodobieństwo klasyczne (2h)
2. Prawdopodobieństwo warunkowe i niezależność (2h)
3. Zmienne losowe i ich rozkłady (4h)
4. Parametry rozkładów: Wartość oczekiwana i odchylenie standardowe (4h)
5. Przegląd ważniejszych rozkładów: dwumianowy, Poisson'a, wykładniczy, normalny (5h)
6. Estymacja przedziałowa (3h)
7. Testy parametryczne (3h)
8. Test nieparametryczny Mann'a-Whitney'a-Wilcoxon'a (1h)
9. Test zgodności  $\chi^2$  (2h)
10. Elementy teorii regresji (2h)
11. Sprawdziany (2h)

### Metody oceny:

Ocena z przedmiotu jest ustalana na podstawie liczby zdobytych punktów z kolokwi oraz rozwiązywania przykładowych zadań wg zależności:

51-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0.

Tak wyliczona ocena może być zweryfikowana przez dodatkową odpowiedź ustną.

### Literatura:

Literatura Podstawowa:

- (1) Modele i zadania statystyki matematycznej, Jerzy Greń, PWN 1968.
- (2) Introduction to Statistics and Data Analysis with Exercises, Solutions and Applications in R, Christian Heumann, Michael Schomaker Shalabh, Springer, 2016.
- (3) Statystyka dla Studentów Kierunków Technicznych i Przyrodniczych, Jacek

Koronacki, Jan Mielniczuk, WNT 2010.

(4) Statystyka, Mieczysław Sobczyk, PWN 2007.

Literatura uzupełniająca:

(5) Rachunek Prawdopodobieństwa i Statystyka Matematyczna w Zadaniach. Część 1 i 2, Włodzimierz Kryszicki, Jerzy Bartos, Wacław Dyczka, Krystyna Królikowska, Mariusz Wasilewski, PWN, 2018.

(6) Handbook of Biological Statistics, John. H. McDonald, 3rd ed. Sparky House Publishing, 2014. <http://www.biostathandbook.com/>.

(7) 101 zadań ze statystyki matematycznej z pełnymi rozwiązaniami krok po kroku, Wiesława Regel, Bila 2012.

**Statystyka dla Chemika**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Statistics for chemists</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Patrycja Ciosek-Skibińska</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (15h) + laboratorium (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodyką statystycznego opracowywania wyników danych doświadczalnych, ze szczególnym uwzględnieniem doświadczalnictwa chemicznego. Program przedmiotu zakłada przedstawienie podstawowych informacji dotyczących zmiennej losowej (rodzaje, rozkłady, dystrybuanta), wstępnego opracowania danych doświadczalnych (statystyki opisowe, przedziały ufności), detekcji błędów grubych i systematycznych, weryfikacji hipotez, testowania statystycznego. Wykład zakończony zostanie przedstawieniem sposobów badania korelacji między zmiennymi oraz budowania modeli regresyjnych wraz z dokładnym omówieniem regresji liniowej.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Statystyka - podstawowe pojęcia
2. Statystyka opisowa
3. Elementy wnioskowania statystycznego
4. Błędy pomiarowe
5. Analiza korelacji
6. Modelowanie zależności

*Laboratorium komputerowe:*

1. Statystyka - podstawowe pojęcia
2. Statystyka opisowa
3. Elementy wnioskowania statystycznego
4. Błędy pomiarowe
5. Analiza korelacji
6. Modelowanie zależności

**Metody oceny:***Wykład:*

Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium, za który można otrzymać maksymalnie 30 punktów. Zaliczenie testu to uzyskanie łącznie minimum 15 punktów.

Podstawą zaliczenia laboratorium są 2-3 kolokwia - zadania do samodzielnego rozwiązania przez studenta, za które można otrzymać łącznie maksymalnie 30 punktów. Zaliczenie laboratorium to uzyskanie łącznie minimum 15 punktów. Na kolokwium poprawkowym poprawiane jest najgorzej ocenione kolokwium.

**Literatura:**

1. A. Stanisławski, „Przystępny kurs statystyki”, tom 1
2. W. Hyk, Z. Stojek „Analiza statystyczna w laboratorium”
3. Miller & Miller „Statystyka i chemometria w chemii analitycznej”
4. E. Bulska „Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych
5. A. Łomnicki „Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników”

**Technologia chemiczna - laboratorium**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Chemical technology - laboratory</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>Prof. dr hab. inż. Marek Gliński</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (60h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem kursu jest dostarczenie studentom szerokiego spektrum praktycznego doświadczenia w różnych dziedzinach technologii chemicznej, takich jak: kataliza heterogeniczna i homogeniczna, podstawy reologii i wybrane metody formowania materiałów ceramicznych, zastosowanie analizy termicznej w technologii, zastosowanie plazmy, procesy biotechnologiczne. Ze względu na różnorodność tematyczną, studenci będą mieli okazję zapoznać się z wieloma technikami badawczymi charakterystycznymi dla danych dziedzin.

**Treści kształcenia:***Laboratorium:*

## Technologia organiczna

1. Selektywność katalizatorów
2. Kataliza w procesach zielonej chemii
3. Kataliza związkami metali
4. Reakcje ciecz-ciało stałe
5. Redukcja β-ketosulfonów za pomocą drożdży *Saccharomyces cerevisiae*
6. Kataliza przeniesienia międzyfazowego (PTC)
7. Napełniacze i kompozyty na osnowie chemoutwardzalnej żywicy polimerowej: synteza i właściwości
8. Synteza nienasyconych żywic poliestrowych
9. Synteza 4,10-dinitro-2,6,8,12-tetraoksa-4,10-diazaizowurcytanu (Synteza TEX)
10. Stereoselektywne i przełączalne katalizatory do modyfikacji budowy i właściwości polimerów

## Technologia nieorganiczna:

1. Spoiwa ceramiczne i masy plastyczne
2. Reologia ceramicznych mas lejnych
3. Zastosowania analizy termicznej w technologii chemicznej
4. Katalityczny proces metanizacji tlenku węgla
5. Sonochemiczne otrzymywanie siarczku cyny
6. Powłoki galwaniczne
7. Wytwarzanie wodoru
8. Recykling polimerów
9. Elektroplazmowe wytwarzanie ozonu

**Metody oceny:***Laboratorium:*

Laboratorium odbywa się w formie 6 ćwiczeń laboratoryjnych w wymiarze 2 x 6 godzin zajęciowych. Zaliczenie poszczególnych ćwiczeń odbywa się na zasadach podanych przez prowadzącego ćwiczenie: laboratorium rozpoczyna się od napisania wejściówki, a kończy oddaniem raportu. Zaliczenie całego laboratorium odbywa się na podstawie uzyskania pozytywnej oceny ze wszystkich ćwiczeń. Uzyskanie co najmniej jednej oceny negatywnej (ocena 2) skutkuje niezaliczeniem całego laboratorium. Ocena z laboratorium jest średnią arytmetyczną uzyskanych ocen cząstkowych: od 4,75 - ocena 5

od 4,25 -ocena 4,5  
od 3,75 -ocena 4  
od 3,25 -ocena 3,5  
od 3,0 -ocena 3  
poniżej 3,0 -niezaliczone (ocena 2).

W przypadku niezaliczenia w danym roku akademickim laboratorium, pozytywne oceny z poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych nie zostaną uwzględnione podczas poprawiania przedmiotu.

**Literatura:**

Literatura podstawowa:

[1] J. Piotrowski, J. Szarawara, „Podstawy teoretyczne technologii chemicznej” WNT, Warszawa 2010.

[2] instrukcje do ćwiczeń

Literatura uzupełniająca:

Artykuły źródłowe polecane przez prowadzących (w instrukcjach)

**Technologia chemiczna 1**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Chemical Technology 1</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Krzysztof Krawczyk</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (45h) + ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z organizacją procesów przemysłu chemicznego na trzech poziomach: 1) procesu chemicznego w reaktorze przemysłowym, 2) układu technologicznego złożonego z wielu aparatów (reaktorów i in.), 3) przedsiębiorstwa o złożonym programie produkcyjnym. Zapoznanie studentów z technologią produkcji związków azotowych, gazu syntezowego, przetwarzania surowców siarkowych i fosforowych, otrzymywania sody oraz z zastosowaniem procesów elektrochemicznych, elektroplazmowych i wysokotemperaturowych.

**Treści kształcenia:***Wykład:*

1. Podstawowe wiadomości o technologii chemicznej. Zadania chemika technologa: opracowywanie i projektowanie nowych metod technologicznych, kierowanie wdrażaniem procesów i produkcją. Ważniejsze pojęcia i definicje. Proces technologiczny, układ (ciąg) technologiczny, proces okresowy i ciągły. Wielkości służące do opisu warunków, postępu i wyników procesu; stopień przemiany i szybkość reakcji, wydajność surowcowa i energetyczna. Zasady technologiczne; technologiczna koncepcja procesu; analiza i synteza układu technologicznego. (10 h)
2. Charakterystyka układów reagujących. Układ w stanie równowagi, w stanie reakcji i w stanie zamrożenia. Podstawy termodynamicznej i kinetycznej charakterystyki układów reagujących. (2 h)
3. Podstawy organizacji procesów przemysłu chemicznego. Podstawowe modele reaktorów. Reaktor w układzie technologicznym. Organizacja procesu w reaktorach i aparatach dwustrumieniowych. Problemy powiększania skali od laboratorium do produkcji przemysłowej. (2 h)
4. Procesy chemiczne w układach niejednorodnych. Granica faz, powierzchnia właściwa, szybkość reakcji w układach niejednorodnych. Wpływ procesów przenoszenia, model warstwy przygranicznej. (2 h)
5. Główne źródła i gospodarka energią. Problemy energetyczne w rozwoju gospodarki. Główne źródła energii pierwotnej w świecie i w Polsce. Energetyka jądrowa. Odnawialne źródła energii. Wytwarzanie ciepła przez spalanie paliwa. Paleniska do spalania paliw stałych, ciekłych i gazowych. Wpływ różnych metod wytwarzania energii na stan środowiska. Techniki oczyszczania gazów spalinowych. (2 h)
6. Energia w procesach technologicznych. Udział energii w procesach chemicznych. Ciepło przemian chemicznych. Wykorzystywanie entalpii reakcji. (2 h)
7. Technologia siarki i kwasu siarkowego. Surowce siarkonośne w Polsce i w świecie, ich wydobycie i sposoby przetwarzania. Pozyskiwanie siarki z gazu ziemnego, ropy naftowej i węgla. Utlenianie siarki do SO<sub>2</sub>. Wykorzystanie ciepła reakcji. Utlenianie SO<sub>2</sub> do SO<sub>3</sub> jako przykład prowadzenia reakcji odwracalnej egzotermicznej. Absorpcja SO<sub>3</sub>. Problemy ekologiczne związane z wydobywaniem siarki i produkcją kwasu siarkowego. (8 h)
8. Technologia wybranych związków azotowych. Metody historyczne i współczesne wytwarzania związków azotowych. Surowce do syntezy amoniaku, przetwarzanie gazu ziemnego na gaz syntezowy. Synteza amoniaku. Utlenianie amoniaku do tlenków azotu. Absorpcja tlenków azotu. Gospodarka ciepłem i energią w instalacji kwasu azotowego. (9 h)
9. Wytwarzanie kwasu fosforowego metodą roztworową. Główne surowce do otrzymywania związków fosforu i metody ich przetwarzania. Mechanizm procesów zachodzących przy roztwarzaniu fosforytu w kwasie siarkowym. Produkty uboczne i ich wpływ na środowisko.

Utylizacja fosfogipsu. Wytwarzanie związków fluoru i uranu przy roztwarzaniu fluoroapatytów i fosforytów. (2 h)

10. Wytwarzanie sody metodą amoniakalną. Zasoby i wydobycie soli kamiennej oraz jej zastosowanie w przemyśle chemicznym. Podstawy technologii wytwarzania sody kalcynowanej metodą Solvaya. Odpady produkcyjne z procesu wytwarzania sody i ich wpływ na środowisko. (3 h)

11. Procesy wysokotemperaturowe. (3 h)

### Metody oceny:

#### Wykład:

Aby uzyskać oceną pozytywną z wykładu konieczne jest uzyskanie 51% możliwych do zdobycia na egzaminie punktów. Ocena końcowa za wykład będzie obliczana z sumy punktów w następujący sposób: 51-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0. W przypadku poprawiania wyniku egzaminu jako ocena końcowa liczy się ocena z ostatniego egzaminu.

#### Ćwiczenia:

Aby zaliczyć ćwiczenia student musi rozwiązać zadanie, w którym, przy założonej podstawie bilansu, wyznacza zależności między parametrami procesu.

#### Ocena zintegrowana:

Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną z ocen za wykład i ćwiczenia (0,6W+0,4Ć)

### Literatura:

#### Literatura podstawowa:

- [1] K. Schmidt-Szałowski, M. Szafran, E. Bobryk, J. Sentek, Technologia chemiczna, Przemysł nieorganiczny, PWN, Warszawa 2013.
- [2] K. Schmidt-Szałowski, K. Krawczyk, J. Petryk, J. Sentek, Technologia chemiczna, Ćwiczenia rachunkowe, PWN, Warszawa 2013.
- [3] K. Schmidt-Szałowski, K. Krawczyk, J. Petryk, J. Sentek, Obliczenia technologiczne w przemyśle chemicznym, PWN, Warszawa 2018.
- [4] E. Grzywa, J. Molenda, Technologia podstawowych syntez organicznych, tom 1 i 2., WNT, Warszawa 2008.
- [5] J. Zawadzki; Technologia Chemiczna Nieorganiczna, Warszawa 1949
- [6] S. Bretsznajder, W. Kaweckij; Podstawy Ogólne Technologii Chemicznej, Warszawa 1973
- [7] J. Kępiński; Technologia Chemiczna Nieorganiczna, Warszawa 1984
- [8] J. Molenda; Technologia Chemiczna, Warszawa 1995
- [9] K. Górka, B. Poskrobko; Ekonomia Ochrony Środowiska, Warszawa 1991
- [10] R. Pampuch, K. Haberko, M. Kordek, Nauka o procesach ceramicznych, PWN, Warszawa 1992

#### Literatura uzupełniająca:

Artykuły źródłowe polecane przez prowadzącego

[wróć do tabeli z programem](#)



**Technologia chemiczna 2**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Chemical Technology 2</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>Prof. dr hab. inż. Marek Gliński</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (45h) + ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z zagadnieniami związanymi z organizacją procesów przemysłu chemicznego na trzech poziomach: 1) procesu chemicznego w reaktorze przemysłowym, 2) układu technologicznego złożonego z wielu aparatów (reaktorów i in.), 3) przedsiębiorstwa o złożonym programie produkcyjnym. Zapoznanie studentów z technologią produkcji związków azotowych, gazu syntezowego, przetwarzania surowców siarkowych i fosforowych, otrzymywania sody oraz z zastosowaniem procesów elektrochemicznych, elektropłazmowych i wysokotemperaturowych.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Podstawowe wiadomości o technologii chemicznej. Zadania chemika technologa: opracowywanie i projektowanie nowych metod technologicznych, kierowanie wdrażaniem procesów i produkcją. Ważniejsze pojęcia i definicje. Proces technologiczny, układ (ciąg) technologiczny, proces okresowy i ciągły. Wielkości służące do opisu warunków, postępu i wyników procesu; stopień przemiany i szybkość reakcji, wydajność surowcowa i energetyczna. Zasady technologiczne; technologiczna koncepcja procesu; analiza i synteza układu technologicznego. (10 h)
2. Charakterystyka układów reagujących. Układ w stanie równowagi, w stanie reakcji i w stanie zamrożenia. Podstawy termodynamicznej i kinetycznej charakterystyki układów reagujących. (2 h)
3. Podstawy organizacji procesów przemysłu chemicznego. Podstawowe modele reaktorów. Reaktor w układzie technologicznym. Organizacja procesu w reaktorach i aparatach dwustrumieniowych. Problemy powiększania skali od laboratorium do produkcji przemysłowej. (2 h)
4. Procesy chemiczne w układach niejednorodnych. Granica faz, powierzchnia właściwa, szybkość reakcji w układach niejednorodnych. Wpływ procesów przenoszenia, model warstwy przygranicznej. (2 h)
5. Główne źródła i gospodarka energią. Problemy energetyczne w rozwoju gospodarki. Główne źródła energii pierwotnej w świecie i w Polsce. Energetyka jądrowa. Odnawialne źródła energii. Wytwarzanie ciepła przez spalanie paliwa. Paleniska do spalania paliw stałych, ciekłych i gazowych. Wpływ różnych metod wytwarzania energii na stan środowiska. Techniki oczyszczania gazów spalinowych. (2 h)
6. Energia w procesach technologicznych. Udział energii w procesach chemicznych. Ciepło przemian chemicznych. Wykorzystywanie entalpii reakcji. (2 h)
7. Technologia siarki i kwasu siarkowego. Surowce siarkonośne w Polsce i w świecie, ich wydobywanie i sposoby przetwarzania. Pozyskiwanie siarki z gazu ziemnego, ropy naftowej i węgla. Utlenianie siarki do SO<sub>2</sub>. Wykorzystanie ciepła reakcji. Utlenianie SO<sub>2</sub> do SO<sub>3</sub> jako przykład prowadzenia reakcji odwracalnej egzotermicznej. Absorpcja SO<sub>3</sub>. Problemy ekologiczne związane z wydobywaniem siarki i produkcją kwasu siarkowego. (8 h)
8. Technologia wybranych związków azotowych. Metody historyczne i współczesne wytwarzania związków azotowych. Surowce do syntezy amoniaku, przetwarzanie gazu ziemnego na gaz syntezowy. Synteza amoniaku. Utlenianie amoniaku do tlenków azotu. Absorpcja tlenków azotu. Gospodarka ciepłem i energią w instalacji kwasu azotowego. (9 h)

9. Wytwarzanie kwasu fosforowego metodą roztworową. Główne surowce do otrzymywania związków fosforu i metody ich przetwarzania. Mechanizm procesów zachodzących przy roztwarzaniu fosforytu w kwasie siarkowym. Produkty uboczne i ich wpływ na środowisko. Utylizacja fosfogipsu. Wytwarzanie związków fluoru i uranu przy roztwarzaniu fluoroapatytów i fosforytów. (2 h)

10. Wytwarzanie sody metodą amoniakalną. Zasoby i wydobywanie soli kamiennej oraz jej zastosowanie w przemyśle chemicznym. Podstawy technologii wytwarzania sody kalcynowanej metodą Solvaya. Odpady produkcyjne z procesu wytwarzania sody i ich wpływ na środowisko. (3 h)

11. Procesy wysokotemperaturowe. (3 h)

### Metody oceny:

#### Wykład:

Aby uzyskać oceną pozytywną z wykładu konieczne jest uzyskanie 51% możliwych do zdobycia na egzaminie punktów. Ocena końcowa za wykład będzie obliczana z sumy punktów w następujący sposób: 51-60% - 3,0; 61-70% - 3,5; 71-80% - 4,0; 81-90% - 4,5%; 91-100% - 5,0. W przypadku poprawiania wyniku egzaminu jako ocena końcowa liczy się ocena z ostatniego egzaminu.

#### Ćwiczenia:

Aby zaliczyć ćwiczenia student musi rozwiązać zadanie, w którym, przy założonej podstawie bilansu, wyznacza zależności między parametrami procesu.

#### Ocena zintegrowana:

Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną z ocen za wykład i ćwiczenia ( $0,6W+0,4Ć$ )

### Literatura:

#### Literatura podstawowa:

- [1] K. Schmidt-Szałowski, M. Szafran, E. Bobryk, J. Sentek, Technologia chemiczna, Przemysł nieorganiczny, PWN, Warszawa 2013.
- [2] K. Schmidt-Szałowski, K. Krawczyk, J. Petryk, J. Sentek, Technologia chemiczna, Ćwiczenia rachunkowe, PWN, Warszawa 2013.
- [3] K. Schmidt-Szałowski, K. Krawczyk, J. Petryk, J. Sentek, Obliczenia technologiczne w przemyśle chemicznym, PWN, Warszawa 2018.
- [4] E. Grzywa, J. Molenda, Technologia podstawowych syntez organicznych, tom 1 i 2., WNT, Warszawa 2008.
- [5] J. Zawadzki; Technologia Chemiczna Nieorganiczna, Warszawa 1949
- [6] S. Bretsznajder, W. Kawecki; Podstawy Ogólne Technologii Chemicznej, Warszawa 1973
- [7] J. Kępiński; Technologia Chemiczna Nieorganiczna, Warszawa 1984
- [8] J. Molenda; Technologia Chemiczna, Warszawa 1995
- [9] K. Górka, B. Poskrobko; Ekonomia Ochrony Środowiska, Warszawa 1991
- [10] R. Pampuch, K. Haberko, M. Kordek, Nauka o procesach ceramicznych, PWN, Warszawa 1992

#### Literatura uzupełniająca:

Artykuły źródłowe polecane przez prowadzącego

**Technologia informacyjna**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Information Technology</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Artur Dybko</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę na temat obsługi pakietu MS Office,
  - przygotować i sformatować tekst w edytorze tekstu,
  - przygotować wykres w arkuszu kalkulacyjnym
- przygotować wykres w programie OriginPro

**Treści kształcenia:**

*Laboratorium komputerowe:*

1. Edytor tekstu: formatowanie akapitu, style, sekcje, projektowanie tabel, edycja pracy inżynierskiej
  2. Praca grupowa - śledzenie, akceptacja zmian, komentarze, zabezpieczanie dokumentu.
  3. Spisy, indeksy, odsyłacze, przypisy dolne i końcowe.
  4. Obiekty w tekście: rysunki, wykresy, pola tekstowe.
  5. Edycja i osadzanie w dokumentach wzorów matematycznych i chemicznych
  6. Arkusz kalkulacyjny:
  7. Wprowadzanie danych, wprowadzanie formuł, automatyczne wypełnianie bloków danymi.
  8. Adresowanie bezwzględne, względne i mieszane. Formatowanie wykresów
  9. Rozwiązywanie prostych równań (szukaj wyniku). Analiza danych. Linia trendu.
  10. Wykresy złożone, opracowanie serii danych
  11. Wprowadzenie do programu OriginPro: typy wykresów, system przechowywania danych w pliku opj
  12. Wprowadzenie do analizy matematycznej danych
  13. Obróbka danych pomiarowych - pochodna, całkowanie, znajdowanie pików, wygładzanie, analiza FFT
- Dopasowywanie krzywych do danych pomiarowych

**Metody oceny:**

Laboratorium komputerowe - dwa kolokwia w semestrze. Sumaryczną liczbę uzyskanych punktów przelicza się na ocenę wg następujących kryteriów: 0-20 pkt ocena 2,0; 21-24 pkt ocena 3,0; 25-28 pkt ocena 3,5; 29-32 pkt ocena 4,0; 33-36 pkt ocena 4,5; 37-40 pkt ocena 5,0

**Literatura:**

1. Literatura on line:  
<https://www.originlab.com/index.aspx?go=Downloads/BrochuresAndInfoSheets>
2. Microsoft Office 2019 oraz 365 od podstaw, Krzysztof Wołk, Wyd. Psychoskok 2019

[wróć do tabeli z programem](#)

### Termodynamika molekularna

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Molecular Thermodynamics</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Tadeusz Hofman, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

#### Cele przedmiotu:

Poszerzenie i ugruntowanie wiedzy z podstaw termodynamiki fenomenologicznej poprzez odwołanie się do metod termodynamiki statystycznej. Wyjaśnienie podstaw termodynamiki statystycznej. Wykazanie związku praw termodynamiki z oddziaływaniami cząsteczkowymi. Zdobycie umiejętności praktycznego opisu i przewidywania właściwości termodynamicznych rzeczywistych mieszanin cieczy i gazów. Część praktyczna posłuży do nauki samodzielnego poszukiwania danych termodynamicznych, weryfikacji ich dokładności oraz wykorzystania do obliczeń równowag fazowych i efektów mieszania.

#### Treści kształcenia:

##### Wykład:

##### 1. Elementy termodynamiki statystycznej

10 h

- 1.1. Podstawowe pojęcia
- 1.2. Zasada równych prawdopodobieństw
- 1.3. Hipoteza ergodyczna
- 1.4. Zasada wzrostu entropii i jej konsekwencje
- 1.5. Zespoły statystyczne (mikrokanoniczny, kanoniczny, wielki zespół kanoniczny)
- 1.6. Funkcja podziału
- 1.7. Statystyki kwantowe
- 1.8. Funkcja podziału dla gazu doskonałego
- 1.9. Przybliżenie pseudoklasyczne i konfiguracyjna funkcja podziału
- 1.10. Oddziaływania międzycząsteczkowe

##### 2. Symulacje komputerowe - dynamika molekularna i metody Monte Carlo

2 h

##### 3. Modele cieczy i gazów

10 h

- 3.1. Modele oparte na uogólnionej funkcji podziału van der Waalsa
- 3.2. Modele siatkowe
- 3.3. Chemiczne modele asocjacji
- 3.5. Metody udziałów grupowych i ich zastosowania do przewidywania właściwości termodynamicznych

##### 4. Podstawy ilościowego opisu właściwości termodynamicznych

4 h

- 4.1. Zastosowanie metod obliczeniowych do opisu układów - przewidywanie i korelacja
- 4.2. Wybrane właściwości termodynamiczne dla czystych substancji i mieszanin oraz praktyczne aspekty ich opisu

##### Ćwiczenia:

4 h

Analiza wybranych danych literaturowych - ocena błędów eksperymentalnych, dopasowanie parametrów modelu, przewidywanie i ocena dokładności metody.

### **Metody oceny:**

#### **Wykład:**

Ocenę pozytywną uzyskuje się zdobywając minimum 50 % punktów na kolokwium zaliczeniowym. Na tej podstawie, maksymalną można uzyskać maksymalną ocenę za przedmiot 4 (dobry). Warunkiem koniecznym wyższej oceny jest zaliczenie pracy semestralnej. Praca polega na samodzielnej analizie wybranego zestawu danych literaturowych i wyciągnięciu wniosków na temat dokładności danych i właściwości badanego układu.

Organizuje się dwa terminy kolokwium zaliczeniowych, z których oba mogą być wykorzystane przez studentów.

### **Literatura:**

1. T. Hofman, Termodynamika molekularna, OWPW, 2002
2. H. Buchowski, Elementy termodynamiki statystycznej, WNT, Warszawa 1998.
3. J.M. Prausnitz, Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1969.
4. N.A. Smirnowa, Metody termodynamiki statystycznej w chemii fizycznej, PWN, Warszawa 1980.
5. K. Zalewski, Wykłady z mechaniki i termodynamiki statystycznej dla chemików, PWN, Warszawa 1982.

**Współczesna analityka procesowa w technologii chemicznej**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Current process analytical chemistry in chemical technology</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Krzysztof Jankowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Wykład przedstawia zasady analityki przemysłowej i procesowej, a także omawia wykorzystanie metod analitycznych zarówno do kontroli jakości surowców i produktów jak i do monitorowania prawidłowości przebiegu procesu technologicznego. Na przykładzie wybranych technologii z obszaru chemii nieorganicznej i organicznej zaprezentowana jest organizacja kompleksowej kontroli analitycznej całego procesu technologicznego. Ponadto omówione są zasady kontroli jakości i zapewnienia jakości stosowanych metod analitycznych i uzyskiwanych danych pomiarowych, które są podstawą do podejmowania decyzji technologicznych i ekonomicznych.

**Treści kształcenia:**

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Wstęp  | 4 h |
| 1.1. Zasady przemysłowej kontroli analitycznej  |     |
| 1.2. Chemia analityczna procesowa   |     |
| 1.3. Cele analityki w prowadzeniu procesu technologicznego  |     |
| 1.4. Pobieranie próbek w warunkach stacjonarnych i dynamicznych   |     |
| 1.5. Przygotowanie próbki do pomiaru - możliwości automatyzacji   |     |
| 2. Budowa urządzeń analitycznych do pomiarów przemysłowych  | 8 h |
| 2.1. Sensory i ich zastosowanie   |     |
| 2.2. Kryteria oceny i wyboru sensora  |     |
| 2.3. Analizatory i ich zastosowanie   |     |
| 2.4. Kryteria oceny i wyboru analizatora  |     |
| 2.5. Urządzenia do pomiarów nieinwazyjnych  |     |
| 2.6. Miniaturyzacja systemów analitycznych, pomiary polowe i na linii produkcyjnej                            |     |
| 3. Metody analityczne stosowane w analityce przemysłowej  | 8 h |
| 3.1. Procesowa chromatografia gazowa i cieczowa   |     |
| 3.2. Procesowa spektroskopia molekularna  |     |
| 3.3. Inne metody spektroskopowe i teledetekcja  |     |
| 3.4. Zastosowanie metod elektrochemicznych do kontroli procesów   |     |
| 3.5. Zastosowanie przepływowej analizy wstrzykowej w monitoringu  |     |
| 3.6. Zastosowanie metod badania powierzchni w kontroli analitycznej   |     |
| 3.7. Metody specjalne do kontroli bezpieczeństwa pracy  |     |
| 4. Kompleksowa kontrola analityczna procesu technologicznego  | 8 h |
| 4.1. Zastosowanie analityki do sterowania technologią   |     |
| 4.2. Kontrola odpadów i zanieczyszczenia środowiska   |     |
| 4.3. Kontrola analityczna wybranych technologii nieorganicznych   |     |
| 4.4. Kontrola analityczna wybranych technologii organicznych  |     |
| 4.5. Obsługa analityczna mikroreaktorów w technologiach typu „flash chemistry”                                |     |
| 4.6. Nanotechnologie i nanoanalityka  |     |
| 4.7. Metody monitoringu powietrza, monitoring emisji i imisji gazów   |     |
| 5. Zapewnienie jakości i kontrola jakości pomiarów analitycznych  | 2 h |
| 5.1. Metody walidacji techniki analitycznej i walidacji aparatury   |     |
| 5.2. Wewnątrzlaboratoryjna kontrola jakości pracy w przemyśle   |     |
| 5.3. Porównania międzylaboratoryjne i inne metody weryfikacji poprawności pracy laboratorium kontroli jakości |     |

**Metody oceny:**

2 kolokwia pisemne w trakcie semestru. Kolokwium 1 - max 13 pkt; kolokwium 2 - max 15pkt;

aktywność na zajęciach max 2 pkt. Ocena końcowa wystawiana jest na podstawie sumy zdobytych punktów za 2 kolokwia i aktywność. Zaliczenie min 16 pkt

**Literatura:**

- 1.K.H. Koch, Process Analytical Chemistry, Control, Optimization, Quality, Economy, Springer-Verlag, 2010
- 2.K.A. Bakeev, Ed., Process Analytical Technology: Spectroscopic Tools and Implementation Strategies for the Chemical and Pharmaceutical Industries, Wiley 2010; e-book
3. F. Mc Lennan, B.R. Kowalski, Process Analytical Chemistry, Blackie Academic & Professional, Chapman & Hall, London, 1995.
- 4.K. Danzer, E. Than, D. Molch, L. Küchler, Analityka. Przegląd syntetyczny, WNT 1993.
- 5.M. Trojanowicz, Automatyzacja w analizie chemicznej, WNT 1992.
- 6.A. Hulanicki, Współczesna chemia analityczna, PWN 2001.
- 7.A. Jerzak, K. Jankowski, "Projektowanie procesów technologicznych. cz.I", pod red. L.Synoradzkiego, (rozdział "Kontrola analityczna procesu. Laboratorium a przemysł"), skrypt Oficyny Wydawniczej PW, Warszawa 2006.
- 8.M. Dobecki, Zapewnienie jakości analiz chemicznych, Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2004
- 9.Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych, ed. P. Konieczka i J. Namieśnik, WNT 2007

**Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi**

Nazwa w jęz. angielskim	<b>Quality and chemical product management</b>
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr Łukasz Skórka</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest przyswojenie wiedzy z zakresu zarządzania jakością w przedsiębiorstwach oraz zarządzania produktami chemicznymi w przemyśle chemicznym. Słuchacze zostaną zapoznani z pojęciem jakości oraz sposobami jej definiowania i podnoszenia w celu zachowania konkurencyjności i ewentualnie przewagi rynkowej. Następnie omówione zostaną kwestie związane z zarządzaniem produktami chemicznymi w kontekście rozporządzenia REACH oraz CLP.

**Treści kształcenia:****Wykład:**

1. Od kontroli jakości do TQM,
2. Narzędzia i koncepcje systemów zarządzania jakością,
3. System zarządzania Jakością wg. Normy ISO 9001,
4. Dobre praktyki wytwarzania,
5. Walidacja procesu wytwarzania,
6. Wewnętrzny system kontroli,
7. Akredytacja i certyfikacja,
8. Rozporządzenie REACH
9. Rozporządzenie CLP

**Metody oceny:**

Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie, co najmniej 50% punktów z zaliczenia. Ocena końcowa będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych za udzielone odpowiedzi: ≤50% -2,0; 50,1%-60% - 3,0; 60,1%-70% - 3,5; 70,1%-80% - 4,0; 80,1%-90% - 4,5; 90,1%-100% - 5,0.

**Literatura:**

1. A. Hamrol - Zarządzanie jakością z przykładami, PWN, Warszawa, 2007
2. B. Gajdzik, A. Wyciślik - Jakość, środowisko i bezpieczeństwo pracy w zarządzaniu przedsiębiorstwem, Wyd. Pol. Śl., Gliwice, 2010
3. B. Hancyk - ADR, REACH, CLP Niebezpieczne chemikalia - Poradnik, Atest, Kraków, 2012
4. R. Wolniak, B. Skotnicka-Zasadzeń - Zarządzanie jakością dla inżynierów, Wyd. Pol. Śl., Gliwice, 2010



## Zasady zrównoważonego rozwoju w chemii

Odpowiedzialny za przedmiot:	prof. dr hab. inż. Wanda Ziemkowska
Język wykładowy:	polski
Forma zaliczenia przedmiotu:	bez egzaminu
rodzaj zajęć:	Wykład (30h)
Liczba punktów ECTS:	2

### Cele przedmiotu:

Wykład ma na celu przekazanie studentowi interdyscyplinarnej wiedzy dotyczącej działań chemików w kierunku zrównoważonego rozwoju cywilizacyjnego. Zostanie pokazane nowe podejście chemików do działalności w nauce i praktyce polegające na poszukiwaniu technologii przyjaznych środowisku i bezpiecznych biodegradowalnych produktów. Przeprowadzona zostanie analiza procesów technologicznych stosowanych powszechnie na świecie (np. uzdatnianie wody pitnej, pozyskiwanie energii z odnawialnych źródeł, konserwacja żywności, stosowanie środków ochrony roślin) przynoszących zarówno korzyści jak i szkody oraz analiza zagrożeń dla środowiska ze strony procesów w opinii społecznej uważanych za przyjazne środowisku. Podane zostaną przykłady procesów technologicznych o dużym stopniu zrównoważenia (np. wytwarzanie biogazu).

### Treści kształcenia:

Wykład:

1. Przyczyny i skutki zmian klimatu (1h)
2. Przyczyny i skutki niezrównoważonego rozwoju świata (2h)
3. Struktura i właściwości wody. Procesy uzdatniania wody (2h)
4. Konwencjonalne i niekonwencjonalne źródła energii (2h)
5. Sposoby pozyskiwania energii z promieniowania słonecznego (2h)
6. Energetyka jądrowa i geotermalna, elektrownie wiatrowe, wodne, biogazownie i baterie- zalety i wady pozyskiwania energii z różnych źródeł (3h)
7. Płyny nadkrytyczne i ciecze jonowe jako alternatywne rozpuszczalniki i reagenty (2h)
8. Dodatki do żywności
9. Zagrożenia dla środowiska wynikające z przemysłowej produkcji leków i biocydów i przeciwdziałanie im. 3h
10. Zapobieganie degradacji bioróżnorodności. 2h
11. Alternatywne metody pozyskiwania leków i środków ochrony roślin. 3h
12. Zintegrowane metody ochrony lasów i upraw roślinnych. 3h
13. Związki naturalne- proekologiczne biocydy. 4h

### Metody oceny:

Wykład:

Aby uzyskać oceną pozytywną za wykład konieczne jest uzyskanie co najmniej 55% punktów z sumy z dwóch pisemnych kolokwiiów. Ocena końcowa będzie obliczana z sumy punktów uzyskanych z dwóch części egzaminu: 55-65% - 3,0; 66-70% - 3,5; 71-85% - 4,0; 86-90% - 4,5; 91-100% - 5,0.

### Literatura:

Artykuły z czasopism naukowych polecane przez prowadzącego.

1. B. Burczyk, Przemysł Chemiczny, 84(3) (2005) str. 162-166.
2. B. Burczyk, Zielona Chemia-zarys, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2006.
3. S. F. Zakrzewski, Podstawy toksykologii środowiska, PWN, Warszawa 1995.

