



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ CHEMICZNY



# INFORMATOR

**Technologia Chemiczna**

**Studia I stopnia**

WARSZAWA wrzesień 18

## Kierunek Technologia Chemiczna

<b>Przedmioty obowiązkowe</b>	<a href="#">Semestr 1</a>
	<a href="#">Semestr 2</a>
	<a href="#">Semestr 3</a>
	<a href="#">Semestr 4</a>
	<a href="#">Semestr 5</a>
	<a href="#">Semestr 6</a>
	<a href="#">Semestr 7</a>

**Kierunek Technologia Chemiczna****Semestr 1****Lista przedmiotów:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">CH.TIK101</a>	BHP	1	0	0	0	0	0
2	<a href="#">CH.TIK102</a>	Chemia	3	2	0	0	0	5
3	<a href="#">CH.TIK103</a>	Fizyka 1	2	1	0	0	0	4
4	<a href="#">CH.TIK104</a>	Grafika inżynierska	0	2	0	0	0	2
5	<a href="#">CH.TIK1000</a>	Matematyka 1	4	4	0	0	0	9
6	<a href="#">CH.TIK106</a>	Podstawy nauki o materiałach 1	1	1	0	0	0	3
7	<a href="#">CH.TIK107</a>	Podstawy obliczeń inżynierskich 1	2	0	0	0	0	3
8	<a href="#">CH.TIK108</a>	Przedsiębiorczość innowacyjna	2	0	0	0	0	2
9	CH.TIK109	Przysposobienie biblioteczne	0	2	0	0	0	0
10	<a href="#">CH.TIK110</a>	Technologia informacyjna	0	0	2	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="#">CH.TIK202</a>	Chemia – laboratorium	0	0	4	0	0	5
2	<a href="#">CH.TIK201</a>	Chemia nieorganiczna	3	1	0	0	0	5
3	<a href="#">CH.TIK203</a> <a href="#">CH.TIK299</a>	Elektrotechnika i elektronika	1	0	1	0	0	2
4	<a href="#">CH.TIK204</a>	Fizyka 2	2	1	0	0	0	3
5	<a href="#">CH.TIK205</a>	Fizyka – laboratorium	0	0	2	0	0	2
6	CH.JO1*	Język Obcy 1	0	4	0	0	0	4
7	<a href="#">CH.TIK2000</a>	Matematyka 2	3	3	0	0	0	7
8	<a href="#">CH.TIK2001</a>	Elementy komunikacji interpersonalnej w naukach ścisłych i technice	2	0	0	0	0	2
9	<a href="#">CH.WF1</a>	Wychowanie fizyczne 1	0	2	0	0	0	0

\* w przypadku deklaracji zajęć z języka obcego po egzaminie B2 i uczęszczania na 2 x 30h lektoraty należy zadeklarować przedmioty o kodach CH.JO1A oraz CH.JO1B

**Lista przedmiotów obieralnych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">CH.TIK208</a>	Podstawy nauki o materiałach 2	3	0	1	0	0	5
2	<a href="#">CH.TIK209</a>	Podstawy obliczeń inżynierskich 2	2	0	0	2	0	5

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 3

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">CH.TIK301</a>	Automatyka i pomiary	1	0	1	0	0	2
2	<a href="#">CH.TIK3003</a>	Bezpieczeństwo pracy i ergonomia	1	0	0	0	0	1
3	<a href="#">CH.TIK303</a>	Chemia analityczna 1	1	0	0	0	0	2
4	<a href="#">CH.TIK3000</a>	Chemia fizyczna 1	2	2	0	0	0	5
5	<a href="#">CH.TIK4000</a>	Chemia fizyczna 2	2	1	0	0	0	4
6	<a href="#">CH.TIK305</a>	Informatyka	0	0	2	0	0	2
7	CH.JO2	Język Obcy 2	0	4	0	0	0	4
8	<a href="#">CH.TIK3100</a>	Laboratorium analizy ilościowej	0	0	3	0	0	3
9	<a href="#">CH.TIK3001</a>	Prawo karne a chemia	2	0	0	0	0	2
10	<a href="#">CH.TIK307</a>	Statystyka**	1	2	0	0	0	3
11	<a href="#">CH.TIK3005</a>	Statystyka dla Chemika**	1	0	2	0	0	3
12	<a href="#">CH.WF2</a>	Wychowanie fizyczne 2	0	2	0	0	0	0

\*\* - do wyboru

CH.TIK307 -dr Eugenia Ciborowska-Wojdyga

CH.TIK3005 - dr hab. inż. Patrycja Ciosek-Skibińska

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 4

#### Lista przedmiotów :

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">CH.TIK401</a>	Aparatura chemiczna i maszynoznawstwo	2	0	0	0	0	2
2	<a href="#">CH.TIK4003</a>	Chemia analityczna 2	1	0	0	0	0	2
3	<a href="#">CH.TIK304</a>	Chemia organiczna*	3	2	0	0	0	6
4	<a href="#">CH.TIK3110</a>	Chemia organiczna*	4	1	0	0	0	6
5	<a href="#">CH.TIK4002</a>	Inżynieria chemiczna	3	2	0	0	0	5
6	CH.JO3	Język Obcy 3	0	4	0	0	0	4
7	<a href="#">CH.TIK4001</a>	Laboratorium analizy instrumentalnej	0	0	3	0	0	4
8	<a href="#">CH.TIK406</a>	Laboratorium termodynamiki i chemii fizycznej	0	0	4	0	0	5
9	<a href="#">CH.TIK407</a>	Spektroskopowe metody badania struktury materii	2	1	0	0	0	4
10	<a href="#">CH.WF3</a>	Wychowanie fizyczne 3	0	2	0	0	0	0

\* - do wyboru:

CH.TIK304 - dr hab. inż. Mariola Koszytkowska-Stawińska

CH.TIK3110 - prof. dr hab. inż. Stanisław Ostrowski

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 5

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">CH.TIK501</a>	Aparatura chemiczna i maszynoznawstwo – laboratorium	0	0	3	0	0	3
2	<a href="#">CH.TIK5002</a>	Chemia organiczna – laboratorium	0	0	6	0	0	7
3	<a href="#">CH.TIK599</a>	Materiałoznawstwo, kompozyty i korozja	3	0	0	0	0	3
4	<a href="#">CH.TIK5003</a>	Podstawy krystalografii rentgenowskiej	1	2	0	0	0	3
5	<a href="#">CH.TIK544</a>	Projektowanie procesów technologicznych*	2	0	0	2	0	4
6	<a href="#">CH.TIK545</a>	Projektowanie procesów technologicznych*	2	0	0	2	0	4
7	<a href="#">CH.TIK5001</a>	Technologia chemiczna 1	3	1	0	0	0	5
8		Przedmioty obieralne	2	0	0	0	2	5

\*do wyboru:

CH.TIK544 - dr inż. Paweł Ruśkowski

CH.TIK545 - dr hab. inż. Sławomir Jodzis

#### Lista przedmiotów obieralnych:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">CH.IOB501</a>	Chemia koloru	1	0	0	0	0	1
2	<a href="#">CH.IOB521</a>	Chemia nieorganiczna II – podstawy chemii koordynacyjnej, metaloorganicznej, bioorganicznej i supramolekularnej	2	0	0	0	0	2
3	<a href="#">CH.IOB503</a>	Chemia organiczna – mechanizmy, stereochemia	2	0	0	0	0	2
4	<a href="#">CH.IOB512</a>	Nowoczesne narzędzia chemii strukturalnej do przeszukiwania i analizy danych	1	0	0	0	0	1

5	<a href="#">CH.IOB502</a>	Ekotoksykologia	1	0	0	0	0	1
6	<a href="#">CH.IOB515</a>	Fizykochemiczne podstawy procesów katalitycznych – seminarium	0	0	0	0	2	3
7	<a href="#">CH.IOB516</a>	Miniaturyzacja w chemii analitycznej – seminarium	0	0	0	0	2	3
8	<a href="#">CH.IOB504</a>	Podstawy produkcji, przetwórstwa i zastosowania tworzyw sztucznych – seminarium	0	0	0	0	2	3
9	<a href="#">CH.IOB5001</a>	Polimery naturalne	1	0	0	0	0	1
10	<a href="#">CH.IOB505</a>	Praktyczne aspekty interpretacji widm IR, 1H NMR i 13C NMR	1	0	0	0	0	1
11	<a href="#">CH.IOB11</a>	Termodynamika molekularna	2	0	0	0	0	2
12	<a href="#">CH.IOB50</a>	Praktyczne zastosowanie chromatografii cieczowej i gazowej	1	0	0	0	1	2



## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 6

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">CH.TIK613</a>	Biotechnologia	2	0	0	0	0	2
2	<a href="#">CH.TIK615</a>	Inżynieria reaktorów chemicznych	1	1	0	0	0	2
3	CH.JOB2	Język obcy – Egzamin B2	0	0	0	0	0	0
4	<a href="#">CH.TIK602</a>	Metody badania materiałów – laboratorium	0	0	3	0	0	3
5	<a href="#">CH.TIK6000</a>	Projektowanie procesów technologicznych – projekt*	0	0	0	2	0	3
6	<a href="#">CH.TIK6999</a>	Projektowanie procesów technologicznych – projekt*	0	0	0	2	0	3
7	<a href="#">CH.TIK604</a>	Technologia chemiczna 2	3	1	0	0	0	5
8	<a href="#">CH.TIK6001</a>	Technologia chemiczna – laboratorium	0	0	4	0	0	5
		Technologie specjalne I	2	0	5	0	0	10

\*do wyboru:

CH.TIK6999 - dr inż. Paweł Ruśkowski

CH.TIK6000 - dr hab. inż. Sławomir Jodzis

#### Technologie specjalne I - lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">CH.IOB6001</a>	Laboratorium metrologii chemicznej	0	0	5	0	0	7
2	<a href="#">CH.IOB6007</a>	Laboratorium podstaw syntezy i technologii związków biologicznie czynnych	0	0	5	0	0	7
3	<a href="#">CH.IOB6003</a>	Laboratorium procesów technologii nieorganicznej	0	0	5	0	0	7
4	<a href="#">CH.IOB6006</a>	Laboratorium syntezy i badania polimerów	0	0	5	0	0	7

5	<a href="#">CH.IOB6002</a>	Laboratorium technologii ciała stałego	0	0	5	0	0	7
6	<a href="#">CH.IOB6005</a>	Laboratorium technologii materiałów wysokoenergetycznych	0	0	5	0	0	7
7	<a href="#">CH.IOB6004</a>	Laboratorium technologii specjalnych - synteza i kataliza	0	0	5	0	0	7
8	<a href="#">CH.IOB602</a>	Metody syntezy organicznej	2	0	0	0	0	3
9	<a href="#">CH.IOB601</a>	Metody syntezy polimerów	2	0	0	0	0	3
10	<a href="#">CH.IOB614</a>	Podstawy chemii i technologii materiałów wysokoenergetycznych	2	0	0	0	0	3
11	<a href="#">CH.IOB611</a>	Podstawy chemii koloidów	2	0	0	0	0	3
12	<a href="#">CH.IOB613</a>	Podstawy i zastosowania sensorów chemicznych i biochemicznych	2	0	0	0	0	3
13	<a href="#">CH.IOB612</a>	Podstawy technologii ciała stałego	2	0	0	0	0	3
14	<a href="#">CH.IOB615</a>	Przemysłowe zastosowania związków metaloorganicznych	2	0	0	0	0	3
15	<a href="#">CH.IOB610</a>	Wprowadzenie do chemii materiałów - preparatyka i metody badawcze	2	0	0	0	0	3
16	<a href="#">CH.MOB3001</a>	Zarządzanie biznesem technologicznym*	2	0	0	0	0	0

\* Przedmiot „Zarządzanie biznesem technologicznym” od roku akademickiego 2018/2019 jest przedmiotem nadobowiązkowym (poza siatką godzin – nie ma przypisanych punktów ECTS), na który mogą uczęszczać studenci I i II stopnia studiów.

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 7

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">CH.TIK797</a>	Bezpieczeństwo techniczne i zagrożenia ekologiczne	1	0	0	0	0	1
2	<a href="#">CH.nazwa zakładu+L</a>	Inżynierskie laboratorium dyplomowe **	0	0	6	0	0	6
3	<a href="#">CH.TIK704</a>	Ochrona środowiska w technologii chemicznej	2	0	0	0	0	2
4	<a href="#">CH.7PIPD</a>	Przygotowanie inżynierskiej pracy dyplomowej	0	0	6	0	0	15
5	<a href="#">CH.nazwa zakładu+S</a>	Seminarium dyplomowe **	0	0	0	0	2	2
6	<a href="#">CH.TIK799</a>	Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi	2	0	0	0	0	2
7		Technologie specjalne II	2	0	0	0	0	2
8	CH.PRAKTYK	Praktyka zawodowa	0	0	0	0	0	4

#### Technologie specjalne II - lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1	<a href="#">CH.IOB7002</a>	Elektrochemia techniczna	2	0	0	0	0	2
2	<a href="#">CH.IOB7000</a>	Współczesna analityka procesowa w technologii chemicznej	2	0	0	0	0	2
3	<a href="#">CH.IOB7007</a>	Metody badań materiałów wysokoenergetycznych	2	0	0	0	0	2
4	<a href="#">CH.IOB7001</a>	Podstawy przetwórstwa i modyfikacji tworzyw sztucznych	2	0	0	0	0	2
5	<a href="#">CH.IOB7006</a>	Reakcje wieloskładnikowe w syntezie organicznej	1	0	0	0	1	2
6	<a href="#">CH.IOB7004</a>	Wprowadzenie do nanotechnologii	2	0	0	0	0	2

7	<a href="#">CH.IOB7005</a>	Zasady zrównoważonego rozwoju w chemii	2	0	0	0	0	2
---	----------------------------	--	---	---	---	---	---	---

**\*\*** W kodach przedmiotów „Inżynierskie laboratorium dyplomowe” oraz „Seminarium dyplomowe” występują skrócone nazwy zakładów:

KBM - Katedra Biotechnologii Medycznej

KBSLiK - Katedra Biotechnologii Środków Leczniczych i Kosmetyków

KCHA - Katedra Chemii Analitycznej

KCHNL - Katedra Chemii Nieorganicznej

KCHTPL - Katedra Chemii i Technologii Polimerów

LPT - Laboratorium Procesów Technologicznych

ZCHF - Zakład Chemii Fizycznej

ZCHO - Zakład Chemii Organicznej

ZKCHM - Zakład Katalizy i Chemii Metaloorganicznej

ZMW - Zakład Materiałów Wysokoenergetycznych

**Aparatura chemiczna i maszynoznawstwo**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Jakub Gac</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:**

Ogólna charakterystyka paratów i maszyn stosowanych w przemyśle chemicznym. Budowa i eksploatacja aparatów do magazynowania substancji. Maszyny do transportu substancji. Budowa i eksploatacja aparatów do przeprowadzania procesów mechanicznych, procesów wymiany ciepła i/lub masy. Budowa i eksploatacja reaktorów chemicznych i bioreaktorów

**Bibliografia:**

1. J. Warych „Aparatura chemiczna i procesowa”, OWPW 2004
2. W. Biały „Maszynoznawstwo”, WNT różne wydania
3. M. Chwiej „Maszynoznawstwo ogólne”, PWN różne wydania
4. Mały poradnik mechanika, t. I i II
5. J. Ciborowski „Inżynieria chemiczna”, PWT różne wydania

**Efekty kształcenia:**

Znajomość zasad działania i eksploatacji najważniejszych urządzeń i aparatów przemysłu chemicznego.

Umiejętność doboru odpowiednich aparatów i urządzeń do przeprowadzenia procesów przemysłu chemicznego.

**Kryteria oceny:**

Wynik egzaminu pisemnego

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Informacje ogólne
2. Elementy maszynoznawstwa i materiałoznawstwa
  - 2.1. Materiały konstrukcyjne
  - 2.2. Wytrzymałość konstrukcji i maszyn
  - 2.3. Podstawowe elementy maszyn
3. Podstawowe informacje o instalacjach chemicznych
  - 3.1. Aparaty chemiczne, typy aparatów
  - 3.2. Rurociągi i armatura
  - 3.3. Aparatura kontrolno-pomiarowa
4. Aparaty do magazynowania substancji
5. Maszyny do transportu substancji
  - 5.1. Urządzenia do transportu ciał stałych
  - 5.2. Pompy i sprężarki
6. Urządzenia do przeprowadzania procesów mechanicznych
  - 6.1. Urządzenia do mieszania substancji
  - 6.2. Urządzenia do klasyfikacji
  - 6.3. Urządzenia do rozdzielania mieszanin niejednorodnych
7. Urządzenia do przeprowadzania procesów wymiany ciepła
  - 7.1. Wymienniki ciepła
  - 7.2. Urządzenia do zatężania roztworów i krystalizacji
8. Urządzenia do przeprowadzania procesów wymiany ciepła i masy
  - 8.1. Urządzenia do destylacji i rektyfikacji
  - 8.2. Absorbery i adsorbery
  - 8.3. Ekstraktory
9. Reaktory chemiczne i bioreaktory

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Aparatura chemiczna i maszynoznawstwo - laboratorium**

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 konstrukcjami podstawowych aparatów do prowadzenia procesów jednostkowych i złożonych.

Praktyczne przeprowadzenie badań wybranych procesów w instalacjach laboratoryjnych. Opracowanie uzyskanych wyników badań eksperymentalnych oraz zaprojektowanie prostych aparatów przemysłu chemicznego..

**Bibliografia:**

1. Warych J., Aparatura Chemiczna i Procesowa, Oficyna Wydawnicza PW, 2004
2. Praca zbiorowa pod red. J. Warycha, Laboratorium Aparatury Procesowej. Ćwiczenia laboratoryjne, Oficyna Wydawnicza PW, 2006
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, 1998

**Efekty kształcenia:**

Zna najważniejsze aparaty i maszyny stosowane w przemyśle chemicznym.

Posiada wiedzę z wybranych dyscyplin inżynierskich (obliczenia inżynierskie, techniki pomiarowe, automatyka, materiałoznawstwo) przydatną do projektowania i doboru aparatury chemicznej.

Potrafi zaplanować i przeprowadzić badania eksperymentalne zgodnie z wyznaczonym celem, stosując odpowiednie procedury, narzędzia, techniki pomiarowe i zasady BHP .

Potrafi opracować wyniki badań eksperymentalnych, przedstawić je w czytelnej formie oraz zinterpretować i wyciągnąć wnioski.

Potrafi zaprojektować i dobrać proste aparaty przemysłu chemicznego.

Potrafi pracować w zespole, planować prace doświadczalne i prezentować wyniki badań.

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen zaliczających poszczególne ćwiczenia

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wprowadzenie do zajęć w laboratorium z uwzględnieniem zagadnień BHP, zasad obsługi aparatury procesowej i prowadzenia doświadczeń, opracowania i przedstawiania wyników oraz procedury dopuszczenia do wykonywania i zaliczania ćwiczeń.

Wykonanie wybranych ćwiczeń spośród niżej wymienionych:

1. Przepływy płynów
2. Badanie charakterystyki pomp
3. Klasyfikacja hydrauliczna
4. Rozdzielanie zawiesin w wirówce sedymentacyjnej
5. Filtracja w prasie filtracyjnej
6. Filtracja membranowa (mikrofiltracja i odwrócona osmoza)
7. Mieszanie cieczy
8. Fluidyzacja trójfazowa
9. Hydrodynamika kolumny z wypełnieniem
10. Wymienniki ciepła
11. Suszenie konwekcyjne
12. Suszenie rozpyłowe
13. Klimatyzacja powietrza
14. Odpylanie gazów.

Przygotowanie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń obejmujących: obliczenia i ich zestawienia, wykresy, schematy, podsumowania i wnioski oraz odpowiedzi na problemy zadane przez prowadzącego.

Wykorzystanie danych doświadczalnych do projektowania wybranych aparatów, maszyn i urządzeń przemysłu chemicznego.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Automatyka i pomiary**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr. inż. Paweł Domański</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.

Wprowadzona jest podstawowa klasyfikacja metod modelowania wraz z objaśnieniami.

Zaprezentowany zostanie algorytm regulacji PID wraz z metodami strojenia.

Przedstawiony jest również opis struktur sterowania - SAMA.

Omówione zostaną podstawowe elementy automatyki, czyli urządzenia pomiarowe oraz elementy wykonawcze

**Bibliografia:**

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

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat metod automatyzacji procesów przetwórczych oraz podstawowych pomiarów przemysłowych,
- rozumieć działanie układów z programowalnymi sterownikami logicznymi (PLC) oraz umieć je zaprogramować,
- rozumieć działanie układów regulacji automatycznej z regulatorami programowalnymi oraz dobierać wartości parametrów algorytmu regulacji,
- rozumieć zadania i funkcje sterowni (control room) oraz jej powiązanie z obiektami sterowania.

**Kryteria oceny:**

Punkty za zaliczenie wykładu: 50

Punkty za laboratoria (5 x 8 pkt): 40

Punkty za aktywność oraz obecność: 10

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

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Streszczenie. Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych zagadnień automatyki.

Omawiane są następujące bloki tematyczne:

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

**Zakres laboratorium:**

Zadaniem laboratorium jest praktyczna demonstracja problemów algorytmicznych i implementacyjnych omawianych na wykładzie przedmiotu. W ramach laboratorium studenci wykonują 5 trzygodzinnych ćwiczeń:

1. Sterownik PLC część I. Studenci poznają programowalny sterownik logiczny (PLC) oraz typową instalację sterowania binarnego.
2. Sterownik PLC część II. Studenci przygotowują program sterujący dla instalacji poznanej w ćwiczeniu 1, w graficznym języku drabinkowym typowego sterownika binarnego.
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.

4. Serwomechanizm. Studenci badają algorytm regulacji PID dla obiektu pozycjonowanego w pętli zamkniętej. Przy okazji badają problem stabilności i uchybu regulacji.

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.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**BHP**

Odpowiedzialny za przedmiot:	
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	
Liczba punktów ECTS:	<b>0</b>

**Bezpieczeństwo pracy i ergonomia**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr Waldemar Tomaszewski</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.

Wprowadzone zostaną podstawowe pojęcia określające zagrożenia podczas pracy w laboratorium chemicznym i w niektórych działach przemysłu chemicznego. Przedstawione będą przyczyny udziału błędów ludzkich w wypadkach podczas realizacji procesów chemicznych, a także ocena właściwości niebezpiecznych substancji.

Przedstawione zostaną wybrane akty prawne ustawodawstwa krajowego i Unii Europejskiej dotyczące bezpieczeństwa pracy

**Bibliografia:**

1. E. Górecka, Ergonomia, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2002.
2. M. Woliński, G. Ogrodnik, J. Tomczyk, Ocena zagrożenia wybuchem, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, wyd. 2, Warszawa 2007.
3. D. Koradecka, Bezpieczeństwo pracy i ergonomia, CIOP, Warszawa 1997.

**Efekty kształcenia:**

Znajomość podstaw ergonomii i zasad bezpieczeństwa pracy. Umiejętność wstępnej oceny zagrożeń w miejscu pracy, w tym związanych z użyciem niebezpiecznych substancji.

**Kryteria oceny:**

Testowe kolokwium zaliczeniowe

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

1. Zasady bezpieczeństwa dotyczące stosowania substancji chemicznych w miejscu pracy. Zasady oceny właściwości szkodliwych i niebezpiecznych substancji chemicznych
2. Wpływ błędów ludzkich w wypadkach podczas realizacji procesów chemicznych. Rodzaje zagrożeń pożarowo-wybuchowych w przemyśle i laboratoriach. Podstawowe akty prawne ustawodawstwa krajowego i UE dotyczące BHP
3. Definicja i zakres ergonomii. Historia i rozwój ergonomii. Interdyscyplinarność ergonomii
4. Układ człowiek - maszyna. Ergonomia koncepcyjna i korekcyjna
5. Fizjologia pracy. Obciążenie fizyczne i psychiczne. Dynamiczne i statyczne obciążenie mięśni. Wydatek energetyczny. Obciążenie psychiczne, monotypowość pracy
6. Antropometria – historia i aktualne trendy. Kształtowanie stanowiska pracy siedzącej i stojącej
7. Środowisko pracy. Podział czynników fizycznych i chemiczne (elektryczność, promieniowanie elektromagnetyczne, oświetlenie, hałas i wibracje, mikroklimat).

**Bezpieczeństwo techniczne i zagrożenia ekologiczne**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr Waldemar Tomaszewski</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 zaznajomienie słuchacza z systemem przeciwdziałania zagrożeniom awariami chemicznymi obiektów stacjonarnych. Wykład przedstawia definicje pojęć oraz omawia system obowiązków i zadań podmiotów, a także cel i zawartość dokumentów oraz procedury, które mają na celu zapobieganie awariom oraz ograniczanie i/lub likwidację ich skutków, ochronę wody, powietrza i gleby przed zanieczyszczeniami. Zostaną omówione sposoby realizacji najważniejszych procedur, m.in. analiza zagrożeń i ryzyka, normy techniczne i przepisy prawne w zakresie ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa technicznego i osobistego, metody prewencji, ratownictwo chemiczne.

**Bibliografia:**

1. Tadao Yoshida. Safety of Reactive Chemicals. Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Toyio, 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.

**Efekty kształcenia:**

Student zapozna się z ogólnymi zasadami bezpieczeństwa związanymi z realizacją technologii chemicznych. Przedstawione zostaną argumenty pozwalające na zrozumienie, że najskuteczniejszą metodą do unikania strat związanych z pożarami i wybuchami jest zapobieganie. Zapozna się z ugrupowaniami w cząsteczce stwarzające zagrożenie reakcjami egzotermicznymi oraz teorią cieplnego wybuchu pozwalającą na przewidywanie bezpiecznych warunków procesów chemicznych

**Kryteria oceny:**

bez egzaminu

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Zagrożenie bezpieczeństwa technicznego
  - 1.1 Uzasadnienie sformułowania, że „najlepsza polityka w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa polega na zapobieganiu zagrożeniom u źródła ich powstawania na różnych etapach projektowania i rozwoju procesu technologicznego”.
  - 1.2 Zasady zapewnienia bezpieczeństwa. Istota ryzyka, (co może się zdarzyć, jak często to zagrożenie może występować, jakie mogą być potencjalne skutki tego zagrożenia). Relacje między ryzykiem procesowym (S), ryzykiem zdrowotnym (H) i ryzykiem środowiskowym (E), ratownictwo chemiczne.
  - 1.3 Uzasadnienie sformułowania, że przyczynami około 80% awarii przemysłowych są szeroko rozumiane błędy człowieka, popełniane na różnych etapach pracy instalacji: od badań podstawowych i fazy projektowania, poprzez eksploatację, aż do jej likwidacji.
2. Normy techniczne i przepisy prawne w zakresie ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa technicznego i osobistego
  - 2.1 Pojęcie ryzyka. Miary ryzyka. Kryteria akceptacji ryzyka.
  - 2.2 Równowaga między zagrożeniami i zabezpieczeniami jako podstawa zapewnienia bezpieczeństwa.
  - 2.3 Ocena zagrożeń i ryzyka. Stosowanie technik inżynierii niezawodności oraz niezawodności ludzkiej.
  - 2.4 Zasada niezależności w ocenach i inspekcjach. Planowanie na wypadek zagrożenia.
  - 2.5 Badanie wypadków, awarii i katastrof.
  - 2.6 Wnioski z historii katastrof i wielkich awarii przemysłowych.
3. Podstawowe pojęcia związane z szacowaniem bezpieczeństwa procesów chemicznych z udziałem reakcji egzotermicznych
  - 3.1 Reakcje główne i reakcje poboczne.
  - 3.2 Charakterystyczne informacje o reakcjach egzotermicznych.

- 3.3 Wypadki związane z reakcjami egzotermicznymi.
  - 3.4 Typowe przyczyny wypadków wywołane egzotermicznymi reakcjami.
  - 3.5 Rodzaje eksplozji, metody badań i szacowanie.
  - 4. Interpretacja testów doświadczalnych i zastosowanie do szacowania bezpieczeństwa procesowego
    - 4.1 Obliczanie efektów cieplnych i kinetycznych egzotermicznych reakcji rozkładu, metody badań w liniowym wzroście temperatury. Izotermiczne i nieizotermiczne pomiary DTA, DSC i Termograwimetryczne (TG).
    - 4.2 Podstawy kinetyczne w metodzie DTA i DSC. Metody pomiaru oparte o naczynie Dewar'a pod zwiększonym ciśnieniem.
    - 4.3 Badanie składu gazu i kinetyki wzrostu ciśnienia. Przewidywanie produktów rozkładu. Obliczanie energii rozkładu związków nieorganicznych i organicznych.
    - 4.4 Proste i autokatalityczne reakcje rozkładu. Oszacowanie wartości SADT z pomiarów dla małych próbek. Szacowanie procesu samoogrzewania izotermicznego w warunkach adiabatycznych izotermicznego z izotermicznego pomiaru.
  - 5. Zasady badań przemysłowych procesów chemicznych
    - 5.1 Egzotermiczne reakcje poboczne, egzotermiczny rozkład mieszanin. Katalityczne efekty. Typowe egzotermiczne reakcje poboczne.
    - 5.2 Egzotermiczne reakcje z hipergolicznym zapłonem. Reakcje główne, entalpia reakcji. Kinetyka reakcji; zasady i opracowanie pomiarów.
    - 5.2 Eksperymentalne metody dla reakcji w fazie ciekłej. Pomiary izotermiczne, nieizotermiczne i adiabatyczne. Kalorymetry kompensacyjne i przepływowe.
  - 6. Wybuch cieplny i reakcje niekontrolowane
    - 6.1 Warunki termicznej stabilności zależne od reakcji i typu procesu.
    - 6.2 Palność, deflagracja i detonacja.
    - 6.3 Procedury postępowania w ocenie bezpieczeństwa.
  - 7. Uwalnianie substancji chemicznych do otoczenia-ochrona powietrza atmosferycznego, zasobów wody i gleby przed zanieczyszczeniami
- Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Biotechnologia**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr Jolanta Mierzejewska</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:**

Wykład podzielony jest na dwie części. W pierwszej części wykładu studenci zapoznają się z morfologią i fizjologią mikroorganizmów, jak również z ich wykorzystaniem w podstawowych procesach biotechnologicznych. Omówiona będzie również biotechnologia molekularna, a w szczególności wykorzystanie organizmów genetycznie modyfikowanych. Celem II części wykładu jest zapoznanie studentów z klasami enzymów, ich budową, właściwościami oraz działaniem. Wyjaśnione zostaną teoretyczne podstawy katalizy enzymatycznej oraz współczesne trendy w technologiach enzymatycznych. Ponadto szeroko będą zaprezentowane możliwości wykorzystania enzymów w syntezie chemicznej (biotransformacje), przemyśle farmaceutycznym (projektowanie leków), diagnostyce medycznej (oznaczenia analityczne) oraz w przemyśle spożywczym.

**Bibliografia:**

- 1) red. Bednarski, W.; Fedurka, J. "Podstawy biotechnologii przemysłowej", Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2007
- 2) Jerzy Buchowicz "Biotechnologia molekularna", PWN, 2009
- 3) Hames, D.B.; Hooper, N.M. "Biochemia. Krótkie wykłady", PWN, 2006
- 4) Faber, K. "Biotransformation in organic chemistry", Springer, 2004

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat:

- 1) morfologii, fizjologii i metod hodowli mikroorganizmów wykorzystanych w podstawowych procesach biotechnologicznych,
- 2) opracowywania procesu biotechnologicznego,
- 3) biokatalizy z wykorzystaniem izolowanych enzymów, znać budowę i funkcjonowanie podstawowych makrocząsteczek (peptydów, białek i kwasów nukleinowych), znać metody pozyskiwania preparatów enzymatycznych i ich zastosowania w syntezie.

**Kryteria oceny:**

Do zaliczenia wymagane jest uzyskanie minimum 50% punktów z egzaminu pisemnego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

W pierwszej części wykładu będą omówione szczegółowo zagadnienia biotechnologii klasycznej opartej na hodowli mikroorganizmów do uzyskiwania różnego rodzaju produktów jak i zagadnienia współczesnej biotechnologii środowiskowej i molekularnej. Poniżej wymieniono poszczególne tematy, z którymi studenci zostaną zapoznani w trakcie wykładów pierwszej części.

1. Wprowadzenie - definicja biotechnologii, rodzaje i etapy rozwoju biotechnologii
2. Drobnoustroje wykorzystywane w biotechnologii – bakterie, drożdże, grzyby mikroskopowe, niektóre glony
3. Doskonalenie szczepów drobnoustrojów, metody ich przechowywania oraz hodowli. Bioreaktory w hodowli drobnoustrojów
4. Proces biotechnologiczny - ogólne zasady planowania i przeprowadzania procesu biotechnologicznego
5. Metody oddzielania biomasy i wyodrębniania produktów otrzymanych w procesach biotechnologicznych. Wybrane procesy biotechnologiczne.
6. Biotechnologia w ochronie środowiska
7. Biotechnologia molekularna – wykorzystanie mikroorganizmów, zwierząt i rośliny genetycznie modyfikowanych w procesach biotechnologicznych

W drugiej części wykładu wyjaśnione zostaną teoretyczne podstawy katalizy enzymatycznej oraz współczesne trendy w technologiach enzymatycznych. Poniżej wymieniono poszczególne tematy wykładów drugiej części.

1. Budowa, klasyfikacja, właściwości i kinetyka enzymów.
2. Podstawowe techniki rozdziału mieszanin racemicznych: rozdział kinetyczny, rozdział sekwencyjny, metoda inwersji in-situ, rozdział dynamiczny.

- 3.i 4. Enzymy hydrolityczne (lipazy, esterazy, proteazy, nitylasy, hydrolazy epoksydów) w syntezie związków optycznie czynnych.
5. Użyteczne w przemyśle biotransformacje z udziałem transferaz, liaz, izomeraz i ligaz.
6. Oksydoreduktazy właściwości i zastosowanie.
7. Metody immobilizacji oraz przemysłowe zastosowanie enzymów.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Chemia

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Janusz Zachara, prof.PW</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:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami chemii niezbędnymi do dalszego studiowania przedmiotów chemicznych. Student uzyskuje znajomość struktur i właściwości związków chemicznych oraz reakcji chemicznych. Wykład przedstawia najważniejsze teorie dotyczące budowy materii ze szczególnym uwzględnieniem poziomu chemicznego w strukturze materii. Omówione zostaną zagadnienia dotyczące klasyfikacji pierwiastków (układ okresowy) oraz podstawowych elementów strukturalnych związków chemicznych na poziomie molekularnym - drobin - wraz z systematycznym przeglądem występujących typów wiązań oraz struktur. Omówione będą podstawowe typy oddziaływań w układach makroskopowych - jonowych, metalicznych, wodorowych oraz zasady komplikacji struktur wynikające z deficytu elektronów bądź ligandów w otoczeniu rdzeni centralnych drobin. W wykładzie przedstawiona będzie morfologia reakcji chemicznych na poziomie drobinowym oraz makroskopowe przemiany materii. Celem ćwiczeń jest ugruntowanie i sprawdzenie stopnia opanowania materiału przedstawianego na wykładach. Zakres materiału obowiązującego na ćwiczeniach obejmuje wszystkie zagadnienia prezentowane na wykładach. Tematem ćwiczeń będą również podstawowe pojęcia i prawa chemiczne oraz podstawy obliczeń chemicznych.

### Bibliografia:

1. A. Bielański: Podstawy chemii nieorganicznej, PWN, 1994 i wydania późniejsze.
  2. F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gaus: Chemia Nieorganiczna, Podstawy. WNT, 1995.
  3. E. Skrzypczak, Z. Szepliński: Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych. WN PWN, 2002.
  4. A.F. Wells: Strukturalna chemia nieorganiczna. WNT, 1993.
  5. A.T. Williams: Chemia nieorganiczna. Podstawy teoretyczne. PWN, 1986
  6. A. Górski: Klasyfikacja pierwiastków i związków chemicznych. WNT, 1994.
  7. R. Sołowiecz: Zasady nowego słownictwa związków nieorganicznych. WNT, 1993.
  8. L. Kolditz: Chemia Nieorganiczna t.1-2, PWN, 1994.
  9. Z. Gontarz: Związki tlenowe pierwiastków bloku sp. WNT, 1993.
  10. Z. Gontarz, A. Górski: Jednopierwiastkowe struktury chemiczne. WNT, 1998. Wersja elektroniczna: Biblioteka Cyfrowa PW <http://bcpw.bg.pw.edu.pl/>
  11. K.M. MacKay, R.A. MacKay, W. Henderson: Introduction to Modern Inorganic Chemistry. Nelson Thornes, 2002
  12. C.E. Housecroft, A.G. Sharpe: Inorganic Chemistry. Pearson, Prentice Hall, 2005.
- Dodatkowe materiały udostępnione na stronie wykładowcy: <http://www.ch.pw.edu.pl/~janzac/>

### Efekty kształcenia:

Po zakończeniu zajęć student potrafi:

- operować podstawowymi pojęciami chemicznymi,
- posługiwać się nazewnictwem chemicznym,
- wykonać podstawowe obliczenia chemiczne,
- opisać oddziaływania decydujące o właściwościach materii na różnych poziomach strukturalnych,
- wskazać czynniki decydujące o trwałości jąder, energii wiązania i kierunkach przemian,
- określić przebieg elektronowych funkcji falowych dla atomów wodoropodobnych,
- wyznaczyć konfigurację elektronową rdzeni atomowych oraz stanów walencyjnych trwałych drobin jednorodzeniowych pierwiastków,
- wskazać parametry definiujące system klasyfikacyjny pierwiastków,
- wskazać położenie dowolnego pierwiastka w układzie okresowym i określić jego podstawowe właściwości,
- opisać wiązania chemiczne w cząsteczkach dwurdzeniowych na gruncie teorii orbitali molekularnych,
- przewidzieć budowę elektronową i przestrzenną wieloatomowych drobin z pojedynczym centrum koordynacji,
- przewidzieć typy wiązań, które mogą się tworzyć pomiędzy ligandem a centrum koordynacji,
- określić rozszczepienie stanów walencyjnych dla prostych kompleksów,

- przewidzieć strukturę elektronową i przestrzenną złożonych drobin homordzeniowych z deficytem elektronów,
- przewidzieć strukturalne skutki deficytu ligandów w złożonych drobinach z prostymi ligandami,
- wyjaśnić jakościowo związek pomiędzy rodzajem i energią oddziaływań międzydrobinowych a właściwościami fizyko-chemicznymi układów makroskopowych,
- narysować i opisać budowę krystaliczną podstawowych typów strukturalnych,
- zapisać i uzgodnić równania reakcji chemicznych,
- określić charakter reagentów w reakcjach chemicznych w oparciu o współczesne teorie kwasów, zasad, utleniaczy i reduktorów,
- wyznaczyć kierunek reakcji i położenie równowagi dla reakcji red-ox,
- określić potencjalne właściwości chemiczne dla prostych związków chemicznych w oparciu o ich budowę i charakter wiązań,
- wyjaśnić wpływ katalizatorów na przebieg reakcji chemicznej.

**Kryteria oceny:**

Podstawą zaliczenia przedmiotu jest zaliczenie ćwiczeń oraz zdanie egzaminu końcowego składającego się z części pisemnej i ustnej. Warunkiem koniecznym przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń.

Egzamin pisemny obejmuje 15 pytań i jest oceniany w skali od 0 do 30 punktów. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu ustnego jest uzyskanie minimum 15 punktów z części pisemnej. Ocena z egzaminu jest wystawiana łącznie z obu części.

Zaliczenie ćwiczeń następuje na podstawie sumy wyników dwóch sprawdzianów pisemnych ocenianych w skali od 0 do 20 pkt. Do zaliczenia wymagane jest uzyskanie minimum 20 punktów.

W przypadku uzyskania mniejszej liczby punktów studenci mają prawo do jednego kolokwium poprawkowego przeprowadzanego pod koniec semestru.

Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną ocen uzyskanych z ćwiczeń i egzaminu, zgodnie ze wzorem:  $\frac{3}{4} \times$  oceny z egzaminu +  $\frac{1}{4} \times$  oceny z ćwiczeń.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Ziarnistość struktury materii. Jednostki używane do opisu materii na różnych jej poziomach.

Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne. Cząstki fundamentalne i elementarne, rodzaje oddziaływań. Charakterystyka trwałych cząstek.

Jądra atomowe. Klasyfikacja jąder atomowych. Model kroplowy i powłokowy. Reakcje jądrowe – rozpady promieniotwórcze, szeregi promieniotwórcze, rozszczepienie jąder. Nukleosynteza, powstawanie i rozpowszechnienie pierwiastków.

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 .

Reguła Rydberga zapełniania powłok elektronowych. Struktura rdzeni atomowych. Pierwiastki strukturalnie wiodące, potencjalne stany walencyjne. Układ okresowy pierwiastków.

Charakterystyka stanów walencyjnych. Elektroujemność pierwiastków - skala Paulinga, Allreda-Rochowa. Elektroujemność Mullikena, zjawisko wyrównywania elektroujemności a dystrybucja ładunku. Promienie rdzeni, polaryzowalność, elektroujemność. Trwałe drobin jednordzeniowe pierwiastków.

Wiązania chemiczne. Wiązanie kowalencyjne. Teoria orbitali molekularnych w przybliżeniu LCAO dla cząsteczek dwurdzeniowych. Orbitale wiążące i antywiążące:  $\sigma$ ,  $\pi$ ,  $\delta$ . Rząd wiązania. Orbitale HOMO i LUMO.

Teoria wiązań walencyjnych dla układów wielordzeniowych, hybrydyzacja. Rodzaje wiązań. Opis budowy drobin: schemat walencyjny, wzór elektronowy, budowa przestrzenna, model VSEPR.

Polaryzacja wiązań, wiązania donorowe i akceptorowe. Typy wiązań w drobinach z pojedynczym centrum koordynacji. Wiązania w drobinach kompleksowych. Rozszczepienie podpowłoki d w polu ligandów.

Czynnik elektronowy i przestrzenny a liczby koordynacyjne. Nazewnictwo związków koordynacyjnych. Wiązania z deficytem elektronów. Wiązania wodorowe, wpływ na budowę i właściwości układów makroskopowych.

Klasyfikacja drobin wynikająca z opisu wypełnienia stanów walencyjnych rdzeni przez elektrony i ligandy. System klasyfikacyjny i jego przekroje. Drobin złożone z elektronami. Komplikacja struktur w drobinach z deficytem elektronów.

Deficyt ligandów a komplikacja struktur. Komplikacje struktur drobin tlenowych z różnymi liczbami koordynacyjnymi.

Związki chemiczne jako makroskopowe układy drobin. Makroskopowe wiązania i oddziaływania międzydrobinowe: jonowe, metaliczne - teoria pasmowa, makroskopowe wiązania kowalencyjne



i wodorowe, oddziaływania van der Waalsa. Siły skupiające i rozpraszające a stan skupienia. 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. Typy struktur krystalicznych.

Reakcje chemiczne i ich morfologia. Substraty, produkty, stechiometria. Definicje reakcji kwasozasadowych: Arrheniusa, rozpuszczalnikowa, Brønsteda, jonotropowa, Lewisa, HSAB. Reakcje utleniania i redukcji. Jednolita definicja kwasów, zasad, utleniaczy i reduktorów. Stała równowagi reakcji chemicznej, zależność od temperatury.

Woda jako rozpuszczalnik, iloczyn jonowy wody, pH, iloczyn rozpuszczalności, dysocjacja związków chemicznych w roztworach wodnych, stałe dysocjacji i ich wykładniki. Stałe trwałości związków kompleksowych.

Potencjalne właściwości chemiczne związków. Powiązanie z przynależnością pierwiastków do bloków sp, dsp i fdsp.

Podstawy elektrochemii. Potencjały normalne, siła elektromotoryczna ogniwa, elektroliza, procesy elektrodowe.

Dynamika reakcji chemicznych. Kinetyka reakcji, szybkość reakcji, rzędowość reakcji. Zależność entalpii swobodnej od współrzędnej reakcji. Zależność stałej szybkości od temperatury. Kataliza. Katalizatory i inhibitory - przykłady.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia - laboratorium**

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:**

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 zakresu syntezy związków nieorganicznych oraz badania właściwości chemicznych drobin trwałych w roztworze wodnym oraz w fazie stałej i wykorzystanie poznanych własności w analizie jakościowej kationów i anionów. Studenci zapoznają się również z praktycznym zastosowaniem poznanych zagadnień oraz metod pomiarowych w analizie zanieczyszczeń wody oraz badaniu zjawiska korozji metali.

**Bibliografia:**

1. Praca zbiorowa, Laboratorium chemii ogólnej i nieorganicznej, Wydział Chemiczny PW, Warszawa 2000.
2. K. Juszczak, J. Nieniewska, Ćwiczenia rachunkowe z chemii ogólnej, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, 1996.
3. Praca zbiorowa, Podstawy chemii w inżynierii materiałowej - Laboratorium, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2004.
4. J. Minczewski, Z. Marczenko, Chemia analityczna, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2001.
5. A. Hulanicki, Reakcje kwasów i zasad w chemii analitycznej, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1992.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat podstawowych zagadnień chemii nieorganicznej, w tym: równowag ustalających się w roztworze wodnym (w reakcjach kwasowo-zasadowych, kompleksowania, utleniania-redukcji, hydrolizy oraz w układzie sól trudnorozpuszczalna-roztwór), metod pomiaru pH, przewodnictwa elektrolitycznego oraz siły elektromotorycznej ogniw galwanicznych;
- posiadać wiedzę z zakresu syntezy związków nieorganicznych oraz badania własności chemicznych drobin trwałych w roztworze wodnym oraz w fazie stałej, umieć wykorzystać poznane własności w analizie jakościowej kationów i anionów oraz w analizie zanieczyszczeń wody;
- znać reguły bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym oraz nabyć biegłości w posługiwaniu się podstawowym sprzętem laboratoryjnym;
- posiadać umiejętność planowania oraz wykonywania prostych doświadczeń chemicznych.

**Kryteria oceny:**

Ocena pracy w semestrze - krótkie sprawdziany oraz sprawozdania; kolokwium podsumowujące z zagadnień teoretycznych oraz sprawdzian ze zdobytych umiejętności eksperymentatorskich ("solówka").

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Program przedmiotu obejmuje następujące treści merytoryczne z zakresu chemii ogólnej i nieorganicznej:

- Równowagi jonowe w roztworach wodnych: jony w roztworze (proste reakcje wymiany jonowej); elektrolity i nieelektrolity (pomiar przewodności elektrolitycznej); elektrolity mocne i słabe w reakcjach zobojętnienia (pomiar przewodności przed i po reakcji); badanie wpływu stężenia słabego elektrolitu na stopień dysocjacji; badanie hydrolizy soli; wpływ temperatury i stężenia na hydrolizę.

- Równowagi w reakcjach kwasowo-zasadowych: wyznaczenie krzywych miareczkowania kwasów (HCl, CH<sub>3</sub>COOH, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>); badanie właściwości roztworów buforowych; wpływ rozcieńczenia buforu na pH roztworu; wyznaczenie stałych dysocjacji słabych kwasów i zasad.
- Równowagi kompleksowania: otrzymywanie związków kompleksowych; badanie trwałości związków kompleksowych (rozkład przez rozcieńczanie, rozkład przez reakcję strącania trudno rozpuszczalnych soli); badania porównawcze trwałości kompleksów; badanie równowagi kompleksowania jonów srebra oraz zdolności kompleksujących różnych ligandów.
- Iloczyn rozpuszczalności: badanie zależności rozpuszczalności substancji od temperatury; strącanie osadów z nasyconych roztworów trudno rozpuszczalnych soli; badanie kolejności strącania osadów soli trudno rozpuszczalnych; badanie strącania trudno rozpuszczalnych osadów w zależności od stężenia reagentów; rozpuszczanie osadów wodorotlenków amfoterycznych w kwasach i zasadach; wpływ stężenia jonów oksoniowych na rozpuszczalność osadu (szczawian wapnia).
- Właściwości litowców i berylowców: zapoznanie się ze spektralną analizą emisyjną; reakcje kationów litowców i berylowców w roztworach wodnych (m.in. pod kątem wykorzystania ich do identyfikacji tych kationów).
- Właściwości wybranych kationów - poznanie właściwości kwasowo-zasadowych oraz red-ox kationów; poznanie podstaw systematycznej analizy jakościowej.
- Właściwości anionów – I i II okresu rdzeniowego: poznanie właściwości red-ox (reakcje z KMnO<sub>4</sub>, KI); reakcje z odczynnikami tworzącymi trudno rozpuszczalne osady z anionami I okresu rdzeniowego.
- Identyfikacja soli: zastosowanie poznanych własności kationów oraz drobin I i II okresu rdzeniowego do analizy jakościowej. Identyfikacja kationów i anionów w kilku solach (dobrze oraz słabo rozpuszczalnych w wodzie).
- Korozja i ochrona metali: termodynamiczne podstawy korozji metali; mechanizmy korozji; naturalne środowiska korozyjne; rodzaje zanieczyszczeń korozyjnych; metody zabezpieczania metali przed korozją - inhibitory korozji, dodatki stopowe, powłoki ochronne, ochrona elektrochemiczna.
- Analiza zanieczyszczeń wody: rodzaje wód naturalnych; zanieczyszczenia wody i ich źródła; ocena jakości wody; metody oczyszczania i uzdatniania wody; metody analizy zanieczyszczeń wody; twardość wody.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia analityczna 1**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Maciej Jarosz</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:**

Celem wykładu jest przedstawienie procesów chemicznych stosowanych w chemii analitycznej i zasad projektowania postępowań analitycznych mających na celu oznaczanie składu chemicznego materiałów nieorganicznych. Wykład obejmuje podstawy klasycznych metod oznaczania: miareczkowania alkacymetrycznego, kompleksometrycznego, strąceniowego i redoksometrycznego, a także metod wagowych: grawimetrycznych, elektrolitycznych i lotnościowych.

**Bibliografia:**

1. J. Minczewski, Z. Marczenko, Chemia Analityczna (t. I i II), PWN, Warszawa, 1998
2. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007.
3. M. Jarosz (red.), Nowoczesne techniki analityczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006
4. Z. Galus (red., praca zbiorowa), Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej, Wydawnictwo Naukowe PWN (wiele wydań)

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat podstaw i praktyki klasycznych metod oznaczania stosowanych w nieorganicznej analizie chemicznej,
- na podstawie materiałów źródłowych zapoznać się z samodzielnie z zagadnieniem,
- rozumieć potrzebę dokształcania się i podnoszenia kompetencji.

**Kryteria oceny:**

Egzamin pisemny

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

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

reakcji redoks – potencjał formalny, reakcje zahamowane i indukowane), ważniejsze utleniacze i reduktory stosowane w chemii analitycznej, amfotery redoks, krzywa miareczkowania w układzie  $U^{4+}/Ce^{4+}$ , wskaźniki redoks, podstawowe działy miareczkowej analizy redoksymetrycznej, przykładowe obliczenia stechiometryczne

7. Analiza wagowa: rodzaje oznaczeń wagowych, 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. Metody lotnościowe. 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.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia analityczna 2**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Wojciech Wróblewski</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:**

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z wybranymi instrumentalnymi technikami analitycznymi stosowanymi zarówno w laboratoriach naukowo-badawczych, jak również laboratoriach wykonujących rutynowe analizy związane z procesami technologicznymi. Wykład obejmie najciekawsze techniki analityczne, ilustrujące kompleksowe podejście do analizy chemicznej z uwzględnieniem nowych typów urządzeń, rozwiązań sprzętowych oraz wielkości i charakteru próbki (małe próbki, próbki biologiczne, analiza specyjalna).

**Bibliografia:**

1. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej, PWN, 2007.
2. W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, W-wa 1996.
3. A. Cygański, Podstawy metod elektroanalitycznych, WNT, Warszawa 2004.
4. A. Cygański, Spektroskopowe metody analizy, PWN, Warszawa 1994.
5. Z. Witkiewicz, J. Kałużna-Czaplińska, Podstawy chromatografii i technik elektromigracyjnych, WNT, 2011.

**Efekty kształcenia:**

Znajomość podstaw fizykochemicznych nowoczesnych instrumentalnych technik analitycznych wykorzystujących pomiary: elektrochemiczne, spektroskopowe oraz chromatograficzne.  
Znajomość zakresu stosowalności i ograniczeń instrumentalnych technik analitycznych stosowanych zarówno w laboratoriach naukowo-badawczych, jak również w laboratoriach wykonujących rutynowe analizy  
Umiejętność doboru odpowiedniej techniki instrumentalnej pod kątem analizy ilościowej prostych próbek rzeczywistych.

**Kryteria oceny:**

Ocena z przedmiotu wystawiana na podstawie egzaminu pisemnego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:****1. METODYKI ANALIZY INSTRUMENTALNEJ**

- 1.1. Podstawowe pojęcia
- 1.2. Przegląd technik instrumentalnych
- 1.3. Techniki bezpośrednie i pośrednie
- 1.4. Techniki kalibracji

**2. TECHNIKI SPEKTROSKOPOWE**

- 2.1. Wprowadzenie
- 2.2. Techniki absorpcyjne (spektrofotometria cząsteczkowa UV-Vis, absorpcyjna spektrometria atomowa)
- 2.3. Techniki emisyjne (spektrofluorymetria, emisyjna spektrometria atomowa)

**3. TECHNIKI ELEKTROCHEMICZNE**

- 3.1. Wprowadzenie
- 3.2. Techniki napięciowe (potencjometria)
- 3.3. Techniki prądowe (polarografia, woltamperometria)
- 3.4. Inne metody elektrochemiczne (konduktometria, kulometria)

**4. TECHNIKI ROZDZIELANIA**

- 4.1. Podstawy technik chromatograficznych
- 4.2. Chromatografia gazowa

4.3. Chromatografia cieczowa

4.4. Elektroforeza kapilarna i żelowa

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia fizyczna 1**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Tadeusz Hofman, prof. PW</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h) + ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

Przedmiot ma na celu zapoznanie studentów z podstawami termodynamiki fenomenologicznej, w tym równowagowych procesów elektrochemicznych, w stopniu umożliwiającym konkretne zastosowania w technologii chemicznej.

**Bibliografia:**

1. H. Buchowski, W. Ufnalski, Podstawy termodynamiki, WNT, Warszawa 1994.
2. H. Buchowski, W. Ufnalski, Gazy, ciecze, płyny, WNT, W-wa 1994.
3. H. Buchowski, W. Ufnalski, Roztwory, WNT, Warszawa 1995.
4. H. Buchowski, W. Ufnalski, Równowagi chemiczne, WNT, Warszawa 1995
5. A. Kiszka, Elektrochemia I. Jonika, , WNT, Warszawa 2000
5. T. Hofman, Materiały pomocnicze, <http://hof.ch.pw.edu.pl/chf1.htm>

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu przedmiotu student powinien:

1. Znać podstawy termodynamiki fenomenologicznej.
2. Umieć wyjaśnić przyczyny zachodzących zjawisk makroskopowych i rozumieć związki między parametrami w stanie równowagi.
3. Obliczać zmiany parametrów towarzyszących prostym procesom makroskopowym oraz ich wartości dla stanu równowagi chemicznej, elektrochemicznej i międzyfazowej.
4. Poprawnie definiować podstawowe informacje potrzebne do obliczeń i znajdować je w źródłach.

W zakresie kompetencji społecznych

5. Umieć planować działanie zmierzające do rozwiązania postawionego problemu z zakresu termodynamiki stosowanej.

**Kryteria oceny:**

1. Ocena za przedmiot jest zintegrowana i jest średnią arytmetyczną wyniku z ćwiczeń i oceny za egzamin. Liczbę punktów za przedmiot uzyskuje się sumując punkty procentowe za obie części i dzieląc sumę przez dwa. 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. Dokładna wartość minimum kwalifikującego będzie każdorazowo określana w czasie egzaminu. Na egzaminie ustnym student powinien udowodnić, że formalne niezaliczenie przedmiotu wyniknęło z chwilowej niedyspozycji, nieporozumienia, problemów w precyzyjnym sformułowaniu pisemnej odpowiedzi, itp. Od jakości tej argumentacji będzie zależać ostateczna ocena za przedmiot.

Na egzaminie ustnym można również poprawiać ocenę uzyskaną na egzaminie pisemnym.

Warunkiem jest znowu "niewielka odległość punktowa" od progu zmieniającego ocenę.

3. Punkty zaliczeniowe z ćwiczeń otrzymuje się za 2 kolokwia, obejmujące następujący materiał (obliczenia termochemiczne, zmiany funkcji termodynamicznych, równowagi fazowe (1) i równowagi w układach reagujących (2)).

4. Każde kolokwium można pisać dwa razy.



Pełny regulamin zaliczania znajduje się na stronie internetowej <http://hof.ch.pw.edu.pl/chf1.htm>.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

W części pierwszej wykładu przedstawione zostanie wprowadzenie do termodynamiki klasycznej wraz z jej aksjomatami, ze szczególnym podkreśleniem wynikających z nich praktycznych konsekwencji. Pozostała część wykładu obejmuje zastosowania termodynamiki do opisu różnorodnych układów i procesów w nich zachodzących. Poruszane będą następujące grupy zagadnień: oddziaływania międzycząsteczkowe, równania stanu, opis roztworów rzeczywistych, specyficzne właściwości elektrolitów, równowagi fazowe dla substancji czystych i mieszanin, równowagi w układach reagujących.

Wiadomości uzyskane na wykładach stanowią podstawę do rozwiązywania konkretnych praktycznych problemów, szczególnie ważnych w technologii chemicznej. Szczegółowe zagadnienia obejmują: obliczenia termochemiczne, zmiany funkcji i parametrów termodynamicznych dla przemian czystych substancji, obliczanie równowag fazowych, wyznaczanie składu równowagowego w układach z reakcjami chemicznym oraz warunków prowadzenia reakcji, właściwości i parametry pracy ogniw galwanicznych.

Program wykładów z termodynamiki technicznej i chemicznej

1. Wprowadzenie do termodynamiki.
2. Pierwsza zasada termodynamiki i wnioski z niej wypływające.
3. Druga zasada termodynamiki, jej konsekwencje oraz zagadnienia pokrewne.
4. Właściwości gazów, cieczy i mieszanin.
5. Równowagi fazowe w układach jedno-, dwu- i trójskładnikowych.
7. Termodynamika układów reagujących (reagenty gazowe, jonowe, ogniwa, fazy skondensowane)

Szczegółowe i aktualne informacje publikowane są na stronie internetowej <http://hof.ch.pw.edu.pl/chf1.htm>

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia fizyczna 2**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Andrzej Sporzyński</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:**

Przedmiot ma na celu zapoznanie studentów z kinetyką chemiczną i chemią kwantową.

**Bibliografia:**

- 1.P.W. Atkins, Chemia fizyczna, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 2007.
- 2.T. W. Herman, Chemia fizyczna, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2007.
- 3.Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN, Warszawa 2013.
- 4.A. Kiszka, Elektrochemia. Elektrodyka II, wykłady z chemii fizycznej, WNT, Warszawa, 2001.
- 5.W. Kołos, J. Sadlej, Atom i cząsteczka, WNT, Warszawa 1998.
- 6.A. Molski, Wprowadzenie do kinetyki chemicznej, WNT, Warszawa, 2001.
- 7.K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna, Podstawy fenomenologiczne t. I, Wyd. Naukowe PWN SA, Warszawa, 2007.
- 8.J. Sadlej, Spektroskopia molekularna, WNT, Warszawa 2002.
- 9.L. Sobczyk, A. Kiszka, K. Gartner, A. Koll, Eksperymentalna chemia fizyczna, PWN, Warszawa 1982.

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien:

- 1.Mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat szybkości reakcji chemicznych, kinetyki reakcji złożonych, dynamiki molekularnej reakcji i procesów elektrochemicznych.
- 2.Na podstawie wykładu i dostępnych źródeł literaturowych student ma zrozumieć zagadnienia takie jak: podstawowe pojęcia kinetyki chemicznej - reakcje proste, reakcje złożone; teorie szybkości reakcji; autokataliza; kataliza homogenna i heterogenna; reakcje enzymatyczne; elementy fotochemii, dynamika procesów elektrochemicznych.
- 3.Umieć wykonywać inżynierskie obliczenia fizykochemiczne, omawiane w programie przedmiotu.
- 4.Znać podstawowe pojęcia chemii kwantowej.
- 5.Umieć wyjaśnić zasady oddziaływania promieniowania z materią i powstawania widm absorpcyjnych.
- 6.Umieć przewidzieć wygląd widm dla prostych układów molekularnych.
- 7.Umieć posługiwać się prostymi programami obliczeniowymi energii układów molekularnych i symulacji widm.

**Kryteria oceny:**

- 1.Ocena za przedmiot jest zintegrowana i jest średnią arytmetyczną wyniku z ćwiczeń i oceny za egzamin. Liczbę punktów za przedmiot uzyskuje się sumując punkty procentowe za obie części i dzieląc sumę przez dwa. W następujący sposób punktacja ta przenosi się na oceny: < 50 % - nza!; (50 - 60) – dst; (60 - 70) - dst ½; (70 - 80) – db; (80 - 90) - db ½; (90 – 100) – bdb
- 2.W przypadku uzyskania wyniku bliskiego 45 %, możliwy jest egzamin ustny. Dokładna wartość minimum kwalifikującego będzie każdorazowo określana w czasie egzaminu. Na egzaminie ustnym student powinien udowodnić, że formalne niezaliczenie przedmiotu wyniknęło z chwilowej niedyspozycji, nieporozumienia, problemów w precyzyjnym sformułowaniu pisemnej odpowiedzi, itp. Od jakości tej argumentacji będzie zależeć ostateczna ocena za przedmiot.
- 3.Na egzaminie ustnym można również poprawiać ocenę uzyskaną na egzaminie pisemnym. Warunkiem jest znowu "niewielka odległość punktowa" od progu zmieniającego ocenę.
- 4.Większość pytań egzaminacyjnych będzie ogłoszona i udostępniona studentom.
- 5.Punkty zaliczeniowe z ćwiczeń otrzymuje się za 2 kolokwia (z kinetyki i chemii kwantowej), oraz ocenę z pracy obliczeniowej z chemii kwantowej.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Procesy kinetyczne i elektrochemiczne.
  - 1.1. Podstawowe równania kinetyczne.
  - 1.2. Podstawowe równania reaktorów chemicznych.
  - 1.3. Kinetyka reakcji złożonych.
  - 1.4. Mechanizm reakcji elementarnych.
  - 1.5. Kataliza heterogeniczna.
  - 1.6. Kinetyka reakcji jonowych i homogenicznych reakcji katalitycznych w roztworach.
  - 1.7. Reakcje enzymatyczne. Biokataliza. Kataliza enzymatyczna (mikroheterofazowa), mechanizmy, teorie katalizy enzymatycznej. Inhibicja reakcji enzymatycznych, mechanizmy i kryteria rozróżnienia.
  - 1.8. Fizykochemiczne podstawy farmakokinetyki. Rola kinetyki chemicznej w farmakologii. Parametry farmokinetyki (dostępność biologiczna, objętość dystrybucji, biologiczny okres półtrwania).
  - 1.9. Elementy fotochemii. Kinetyka reakcji fotochemicznych, prawa fotochemii, przykłady procesów fotochemicznych, mechanizmy.
  - 1.10. Procesy elektrochemiczne.
2. Podstawy chemii kwantowej i spektroskopii.
  - 2.1. Postulaty mechaniki kwantowej i jej zastosowanie w chemii.
  - 2.2. Podstawy spektroskopii
  - 2.3. Proste układy modelowe i ich wykorzystanie do opisu świata atomów i cząsteczek.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia koloru**

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:**

Tematem wykładu są związki aromatyczne absorbujące światło lub promieniowanie UV i bliskiej podczerwieni. Wykład ma charakter interdyscyplinarny i obejmuje zarówno chemię organiczną jak i fotofizykę, chemię materiałów i elementy medycyny. Innymi słowy omawiane są zagadnienia strukturalne i syntetyczne, ale główny nacisk położony jest na właściwości optyczne oraz zastosowanie w różnych obszarach nowoczesnej technologii i w medycynie. Wykład prowadzony jest w sposób systematyczny z szerokim uwzględnieniem barwników występujących w naturze.

**Bibliografia:**

Color chemistry, H. Zollinger, Wiley, 2003  
 Molecular fluorescence, B. Valeur, Wiley, 2002  
 Fotochemia, Paszyc, PWN, 1985  
 Near-Infrared absorbing dyes, Chem. Rev. 1992, 92, 1197  
 Near-Infrared Dyes for High Technology Applications, NATO ASI series, Kluwer, 1998  
 Spektroskopia molekularna, J. Sadlej, WNT, 2002

**Efekty kształcenia:**

Kwalifikacje i umiejętności:

1. Zrozumienie podstawowych pojęć dotyczących absorpcji światła.
2. Umiejętność opisanego możliwego losu cząsteczki w stanie wzbudzonym (diagram Jabłońskiego).
3. Wymienienie klas barwników, ich ogólnych właściwości i zastosowań.
4. Zrozumienie różnic pomiędzy zjawiskami optyki liniowej i nieliniowej.
5. Zrozumienie zasad działania następujących technologii: wybielacze optyczne, nagrywanie płyt CD, okulary fotochromowe, organiczne diody luminescencyjne.
6. Umiejętność przewidzenia intensywności fluorescencji związku na podstawie jego wzoru strukturalnego.
7. Umiejętność przewidzenia kierunku transferu elektronów i transferu energii w cząsteczkach składających się z dwóch różnych chromoforów.
8. Rozróżnienie chemiluminescencji i bioluminescencji.
9. Umiejętność opisanego fotofizycznych podstaw zjawiska fotosyntezy.
10. Zrozumienie wymagań stawianych barwnikom mającym zastosowanie w: terapii fotodynamicznej, przemyśle spożywczym, laserach barwnikowych.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie odbywa się w formie pisemnej, polega na odpowiedzi na 7 pytań i trwa 45 minut. Wymagane jest opanowanie materiału przedstawionego na wykładzie. Nie jest wymagane samodzielne zdobycie dodatkowej wiedzy wykraczającej poza treści omówione w czasie wykładów. Wymagane jest zrozumienie działania omawianych urządzeń/technik/zjawisk. Wymagane jest zapamiętanie przykładowych wzorów strukturalnych barwników z różnych klas oraz ich właściwości. Nie wymagane jest opanowanie syntezy barwników i równań fizycznych.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Nowoczesne barwniki organiczne znajdują zastosowanie w różnych obszarach nowoczesnej technologii oraz w medycynie. W wykładzie planuję poruszyć następujące zagadnienia:

1. Wprowadzenie, widma absorpcyjne, chromofory.
2. Omówienie klas barwników organicznych z punktu widzenia ich struktury, syntezy, zastosowań etc. (barwniki polimetinowe i triarylometanowe). Część 1.
3. Omówienie klas barwników organicznych z punktu widzenia ich struktury, syntezy, zastosowań

etc. (barwniki porfiryroidowe i azowe). Część 2.

4. Omówienie klas barwników organicznych z punktu widzenia ich struktury, syntezy, zastosowań etc. (barwniki karbonylowe i inne). Część 3.

5. Omówienie zjawiska fluorescencji, barwników fluorescencyjnych i ich zastosowań.

Chemiluminescencja, bioluminescencja.

6. Fotosynteza oraz tzw. 'sztuczna fotosynteza'

7. Zjawisko absorpcji dwóch fotonów jednocześnie: podstawa, struktury i zastosowania.

8. Zastosowanie barwników w nowoczesnej technologii (m. in. wybielacze optyczne, fotochromizm).

9. Barwniki w biologii i medycynie (m. in. terapia fotodynamiczna).

10. Barwniki bliskiej podczerwieni: struktury, synteza, znaczenie (m. in. zasada działania płyt CD).

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia nieorganiczna**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Janusz Zachara, prof. PW</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:**

W oparciu o treści wykładu z Chemii, w ramach tego wykładu omawiane będą właściwości, metody syntezy oraz zastosowania nieorganicznych związków chemicznych. Wykład prowadzony jest w sposób syntetyczny w oparciu o system klasyfikacyjny Górskiego. Podane zostaną informacje o budowie i właściwościach drobin związków tlenowych, wodorowych oraz elektronowych oraz innych związków o dużym znaczeniu. Omówione zostaną związki pierwiastków należących do bloku sp, dsp i dsp.

Ćwiczenia audytoryjne są prowadzone jako zajęcia wspomagające wykład z Chemii Nieorganicznej. Służą do rozszerzenia, ugruntowania i sprawdzenia stopnia opanowania materiału wykładowego. Zakres materiału obowiązującego na ćwiczeniach obejmuje treści prezentowane na wykładach z Chemii Nieorganicznej.

**Bibliografia:**

1. Z. Gontarz, Związki tlenowe pierwiastków bloku sp, WNT, 1993
2. Z. Gontarz, A. Górski: Jednopierwiastkowe struktury chemiczne, WNT, 1998
3. A. F. Wells: Strukturalna chemia nieorganiczna. WNT, 1993.
4. Greenwood, N.N.; Earnshaw, Chemistry of the Elements, Second edition, Elsevier, 2011.

**Efekty kształcenia:**

Znajomość struktur, właściwości chemicznych prostych związków jednopierwiastkowych, tlenowych, wodorowych pierwiastków należących do bloku s, sp, dsp i fdsp.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie ćwiczeń po uzyskaniu 40 pkt. Na co składają się 3 kolokwia (po max. 20 pkt.) z ćwiczeń audytoryjnych i kolokwium z obliczeń chemicznych (max. 20 pkt.). egzamin pisemny.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Plan przedmiotu:

I WODÓR I HEL. 4 godz.

1. Wodorki jonowe i kowalencyjne.
2. Wodór w związkach chemicznych.
3. Rodzaje drobin wodoru.

II PIERWIASTKI I OKRESU RDZENIOWEGO 10 godz.

1. Neon.
2. Fluor i jego związki.
3. Tlen - tlenki, nadtlenki, ponadtlenki, ozon. Połączenia tlenowe z wodorem. Kwasy tlenowe. Reakcje drobin tlenu.
4. Azot - tlenki, kwasy tlenowe azotu i ich sole. Połączenia azotu z wodorem - amoniak, hydrazyna. Azotki.
5. Węgiel - nieorganiczne związki węgla, tlenki, węglany. Proste organiczne związki węgla (porównanie z azotem). Węglowodory, węgliki.
6. Bor - borany, tlenek boru, kwasy borowe. Borowodory i aniony borowodorowe. Wolny bor.

III PIERWIASTKI I i II GRUPY UKŁADU OKRESOWEGO. 2 godz.

1. Charakterystyka kationów.
2. Fazy metaliczne i ich reaktywność.
3. Tlenki, wodorotlenki, sole.

IV PIERWIASTKI II OKRESU RDZENIOWEGO 8 godz.

1. Argon, chlor - tlenki chloru, sole kwasów tlenowych, wolny chlor, chlorowódor.

2. Siarka - tlenki siarki, sole kwasów tlenowych siarki, kwas siarkowy, odmiany wolnej siarki, siarczki.
3. Fosfor - tlenki fosforu, kwasy tlenowe fosforu i ich sole. Reakcje kondensacji. Fosforowodory i fosforki.
4. Krzem - struktury anionów krzemianowych. Dwutlenek krzemu. Krzemowodory.
5. Glin - tlenek glinu, gliniany. metaliczny glin.

V PIERWIASTKI IV OKRESU RDZENIOWEGO 4 godz.

1. Brom, selen, arsen, german i gal.
2. Analogie i różnice w strukturach związków tlenowych i ich reaktywność w porównaniu z pierwiastkami III okresu.

Vi PIERWIASTKI V OKRESU RDZENIOWEGO 4 godz.

1. Ksenon - tlenki i sole tlenowe.
2. Jod – jodany(VII), jodany(V), jodki. Wolny jod.
3. Tellur - połączenia tlenowe telluru na +6 i +4 stopniu utlenienia. Tellurki.
4. Antymon - tlenowe sole antymonu na +3 i +5 stopniu utlenienia. Tlenki antymonu.
5. Cyna, ind - tlenowe związki oraz kationy, ich reakcje.

VII PIERWIASTKI VI OKRESU RDZENIOWEGO 3 godz.

1. Radon, astat, polon.
2. Chemia połączeń tlenowych i prostych kationów bizmutu, ołowiu i talu.

VIII PIERWIASTKI bloku dsp 8 godz.

1. Kationy, tlenki oraz sole tlenowe.
2. Izopolizwiązki i heteropolizwiązki.

IX PIERWIASTKI bloku fdsp. 2 godz.

1. Lantanowce - chemia kationów, tlenki, wodorotlenki.
2. Aktynowce - ogólna charakterystyka.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

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

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 klastarach 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.

### Bibliografia:

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 bionieorganicznej, PWN, 1998

### Efekty kształcenia:

#### Kryteria oceny:

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

#### Szczegółowe treści merytoryczne:

- 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



- 5.3. chemia koordynacyjna związków bionieorganicznych
- 5.4. reakcje tlenu molekularnego/ procesy redox/ synteza H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- 6. Chemia supramolekularna i inżynieria kryształów 2 h
  - 6.1. od chemii molekularnej do chemii supramolekularnej
  - 6.2. 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

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia organiczna**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Mariola Koszytkowska-Stawińska</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (45h) + Ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>6</b>

**Cele przedmiotu:**

Podstawy chemii organicznej. Budowa związków organicznych poszczególnych klas ich otrzymywanie, właściwości fizyczne i chemiczne. Nazewnictwo związków organicznych.

**Bibliografia:**

1. D. Buza, W. Sas, P. Szczeciński, Chemia organiczna. Kurs podstawowy. Oficyna Wydawnicza PW. Warszawa 2006.
2. D. Buza, A. Ćwil, Zadania z chemii organicznej z rozwiązaniami. Oficyna Wydawnicza PW. Warszawa 2006.
3. J. McMurry, Chemia organiczna. PWN. Warszawa 2000 (i dalsze wznowienia).

**Efekty kształcenia:**

Student, który zaliczył przedmiot powinien: 1. znać podstawowe klasy związków organicznych, występujące w nich grupy funkcyjne i wynikające z ich obecności właściwości tych związków, 2. znać najważniejsze metody syntezy związków poszczególnych klas i reakcje jakim one ulegają, 3. umieć posługiwać się wzorami i nomenklaturą chemiczną, 4. umieć zaplanować prostą syntezę związku z odpowiedniego substratu.

**Kryteria oceny:**

Ocena z ćwiczeń jest wystawiana na podstawie wyników trzech pisemnych kolokwii i kartkówek na ćwiczeniach. Zaliczenie ćwiczeń dopuszcza do pisemnego egzaminu. Ocena zintegrowana jest średnią z ocen z ćwiczeń i egzaminu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z podstawami chemii organicznej. Omawiane są w nim najważniejsze klasy związków organicznych takich jak: węglowodory nasycone, nienasycone i aromatyczne, ich halogenopochodne, alkohole, fenole, nitrozwiązki, aminy, związki karbonylowe oraz wybrane grupy związków naturalnych: cukry, aminokwasy i peptydy. W obrębie każdej klasy związków przedstawiane są zasady nazewnictwa, budowa i właściwości fizyczne, najważniejsze metody otrzymywania oraz charakterystyczne reakcje i ich mechanizmy. Szczególny nacisk położony jest na reakcje mające zastosowanie w syntezie organicznej. Wyjaśniane są również podstawowe zagadnienia związane ze stereochemią związków organicznych.

Celem ćwiczeń jest ugruntowanie wiadomości przekazywanych studentom w ramach wykładu z chemii organicznej a jednocześnie sprawdzenie stopnia opanowania tych wiadomości przez słuchaczy. W ramach ćwiczeń wyjaśniane są również problemy zgłaszane przez uczestników. Zajęcia polegają na rozwiązywaniu postawionych przez prowadzącego zadań, które dotyczą np.: przewidywania kierunku i stereochemii typowych reakcji związków organicznych, określania własności chemicznych typowych dla danej klasy związków, planowania prostych, kilkietapowych syntez, itp. Zaliczenie ćwiczeń odbywa się na podstawie pisemnych kolokwii i aktywności na zajęciach.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia organiczna**

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 (75h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>6</b>

**Cele przedmiotu:**

Chemia organiczna obejmuje ogromny materiał - setki reakcji, często nazwanych od nazwiska odkrywcy lub rodzaju przemiany chemicznej. Pamięciowe opanowanie tego obszernego materiału jest zadaniem bardzo trudnym. Celem wykładu jest przedstawienie tego obszernego materiału w sposób uwidaczniający wewnętrzną logikę chemii organicznej, wykazanie podobieństw i analogii wielu reakcji i przedstawienie reguł decydujących o przebiegu reakcji. Cel ten można osiągnąć porządkując materiał według kryteriów mechanistycznych: dlaczego i jak reagują poszczególne typy związków organicznych.

Na początku przedstawiona zostanie podstawowa i niezbędna wiedza: wiązania chemiczne w związkach węgla, typy związków organicznych, podstawy nomenklatury, elementy stereochemii, grupy funkcyjne i ich kombinacje, przedstawianie struktur ze zdelokalizowanymi elektronami - wzory mezoмерыczne itp.

**Bibliografia:**

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.

**Efekty kształcenia:**

Zna podstawowe grupy związków organicznych, ich budowę, właściwości i występowanie; elementy stereochemii; mechanizmy reakcji przyłączenia, podstawienia, eliminacji, metody syntezy związków organicznych.

Zna podstawowe reakcje organiczne - nukleofilowe, elektrofilowe, rodnikowe, wybrane cykloaddyccje mające istotne znaczenie w syntezie organicznej.

Potrafi posługiwać się nazewnictwem w podstawowym zakresie, wyjaśnić właściwości i reaktywność związków organicznych na podstawie budowy grupy funkcyjnej, wyjaśnić przebieg reakcji na podstawie poznanych mechanizmów, zaproponować kilkietapową syntezę związku organicznego z prostych lub podanych substratów.

Posiada umiejętność korzystania za źródeł literaturowych oraz zasobów internetu dotyczących rozwiązywanego zadania.

**Kryteria oceny:**

Egzamin pisemny. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie 51% maksymalnej liczby punktów z trzech kolokwii, które odbędą się w trakcie trwania semestru.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Co to jest chemia organiczna (rys historyczny, vis vitalis, Wöhler, Kolbe), dlaczego atomy węgla łączą się w łańcuchy, na czym polega odrębność chemii organicznej w porównaniu z nieorganiczną, jej specyfika.

2. Wiązania chemiczne w związkach węgla. Hybrydyzacja sp<sup>3</sup>, sp<sup>2</sup>, sp. Możliwość tworzenia wiązań z innymi atomami.

3. Nasycone węglowodory łańcuchowe i cykliczne. Wiązanie podwójne C=C i C=heteroatom (dieny, tendencja do delokalizacji, kwestie energetyczne). Wiązanie potrójne C≡C i C≡heteroatom.

Izomeria. Podstawy nazewnictwa, nazwy systematyczne vs zwyczajowe.

4. Benzen – struktura i stabilizacja (delokalizacja  $\pi$ ).
5. Związki heterocykliczne aromatyczne.
6. Najprostsze związki węgla z innymi atomami (typy związków, także heterocykle nasycone i nienasycone, elementy nomenklatury).
7. Grupy funkcyjne (najczęstsze typy związków, ich nazwy, rodzaje, wprowadzenie podstaw nomenklatury).
8. Kombinacje grup funkcyjnych (związki  $\beta$ -dikarbonylowe, związki karbonylowe  $\alpha,\beta$ -nienasycone, aminokwasy itd.).
9. Przedstawianie struktur ze zdelokalizowanymi elektronami  $\pi$  – wzory mezomeryczne.
10. Stereoizomeria: izomeria geometryczna, konformacje cząsteczek organicznych, elementy symetrii, chiralność, asymetryczny atom węgla, reguły Cahn-Ingolda-Preloga, związki zawierające dwa i więcej centrów asymetrii, stereoizomeria w związkach cyklicznych.
11. Jakie cząstki mogą reagować i jak. Karbokationy, karboaniony (także heteroaniony), rodniki – wprowadzenie ogólne. Metody generowania karbokationów i karboanionów.
12. Czynniki wpływające na stabilizację karbokationów i karboanionów, wzory rezonansowe.
13. Czynniki wpływające na przebieg reakcji – przyczyny i warunki przebiegu reakcji chemicznych (przypomnienie).
14. Czynniki wpływające na przebieg reakcji: wewnętrzne i zewnętrzne
15. Podział reakcji organicznych na jonowe, rodnikowe i pericykliczne.
16. Reakcje jonowe. Podział tych reakcji na nukleofilowe i elektrofilowe. Definicja czynnika nukleofilowego i partnera elektrofilowego.
17. Reakcje nukleofilowe – podział czynników nukleofilowych i partnerów elektrofilowych.
18. Omówienie wybranych reakcji czynników nukleofilowych z partnerami elektrofilowymi (reakcje nukleofilowe). Reakcje podstawienia, przyłączenia i eliminacji, tautomeria itp.
19. Reakcje elektrofilowe – definicja czynnika elektrofilowego i partnera nukleofilowego. Podział czynników elektrofilowych i partnerów nukleofilowych.
20. Metody generowania czynników elektrofilowych.
20. Reakcje elektrofilowe. Reakcje związków nukleofilowych z karbokationami.
21. Reakcje elektrofilowe. Reakcje związków aromatycznych z czynnikami elektrofilowymi.
22. Mechanizm reakcji podstawienia elektrofilowego w związkach aromatycznych. Wpływ podstawników w pierścieniu aromatycznym na szybkość i orientację przyłączenia czynnika elektrofilowego.
23. Reakcje karbokationów ze związkami aromatycznymi.
24. Reakcje z udziałem rodników. Ogólne wiadomości o budowie rodników organicznych i nieorganicznych. Metody wytwarzania rodników. Rodnikowe reakcje podstawienia.
25. Wybrane reakcje "bezmechanizmowe". Reakcja Dielsa-Aldera.
26. Przegrupowania sigmatropowe.
27. Zastosowania reakcji cykloaddycji w syntezie organicznej.
28. Aminokwasy, peptydy, białka.
29. Cukry. Budowa, nomenklatura, właściwości, synteza. Mono-, di- i polisacharydy. Najważniejsze reakcje cukrów

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia organiczna - laboratorium**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Magdalena Popławska</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (90h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>7</b>

**Cele przedmiotu:**

Studenci zapoznają się z zasadami pracy w laboratorium syntezy organicznej. Wykonują syntezę sześciu prostych związków organicznych, montują aparaturę, wykonują syntezę, oczyszczają otrzymany produkt. Zapoznają się z podstawowymi technikami laboratoryjnymi takimi jak mieszanie, ogrzewanie, różne typy destylacji, krystalizacja, ekstrakcja itd. Otrzymują podstawową wiedzę dotyczącą zasad BHP oraz wiedzę z zakresu ochrony środowiska. Uczą się zasad opisu wykonywanych czynności - prowadzenie dziennika laboratoryjnego.

**Bibliografia:**

1. Vogel A., Preparatyka organiczna, WNT 1984 lub 2006
2. Materiały zamieszczone w Internecie - [http://zcho.ch.pw.edu.pl/dyd\\_tech2.html](http://zcho.ch.pw.edu.pl/dyd_tech2.html)

**Efekty kształcenia:**

Student, który zaliczył przedmiot:

1. Zna podstawowe zasady pracy w laboratorium chemii organicznej.
2. Potrafi zaprojektować aparaturę do wykonania syntezy prostego związku organicznego w skali laboratoryjnej.
3. Potrafi przeprowadzić syntezę prostego związku organicznego wraz z jego wyodrębnieniem i oczyszczeniem.
4. Potrafi zanalizować budowę oraz czystość otrzymanego prostego związku organicznego na podstawie jego własności fizykochemicznych i analizy spektroskopowej
5. Potrafi opisać wykonaną syntezę prostego związku organicznego wraz z omówieniem otrzymanych wyników oraz analizą rozbieżności tych wyników w porównaniu ze spodziewanymi efektami wykonanej reakcji wskazanymi w przepisie źródłowym.

**Kryteria oceny:**

1. Dwa kolokwia pisemne
2. Sześć kolokwów ustnych zaliczanych przed przystąpieniem do wykonania ćwiczeń
3. Opisy wykonanych ćwiczeń, opisy otrzymanych widm  $^1\text{H}$  NMR,  $^{13}\text{C}$  NMR oraz IR substratów i produktów występujących w każdym ćwiczeniu
4. Ocena pracy w semestrze

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Celem zajęć jest nauczanie studentów zasad i sposobu pracy w laboratorium syntezy organicznej, a w szczególności: montażu aparatury i wykonywania typowych czynności i procesów np. ogrzewanie pod chłodnicą zwrotną, różnego typu procesy destylacyjne, mieszanie, sączenie, ekstrakcja, suszenie itp. oraz zapoznanie ze sposobami wyodrębniania produktów, metodami ich oczyszczania oraz określania stopnia ich czystości.

Program pracowni obejmuje wykonanie dwóch ćwiczeń wstępnych dotyczących oczyszczania związków organicznych, wykonanie sześciu preparatów oraz analiza widm IR,  $^1\text{H}$  NMR oraz  $^{13}\text{C}$  NMR otrzymanych związków i głównych substratów. Zestawy preparatów przydzielane poszczególnym studentom są zróżnicowane i mogą podlegać zmianie w trakcie semestru. Preparaty w zestawie wymagają wykonania przez studenta (przynajmniej jednokrotnie) wszystkich typowych procesów i czynności laboratoryjnych: destylacja zwykła i frakcyjna, destylacja z parą wodną, destylacja próżniowa, krystalizacja, ekstrakcja, reakcja z mieszanym mechanicznym, reakcja w środowisku bezwodnym, reakcja w niskiej temperaturze, suszenie, wkraplanie, pomiar temp. topnienia. Każde ćwiczenie dotyczy innej grupy reakcji np.: bromowanie lub nitrowanie, estryfikacja, redukcja nitrozwiązku, diazowanie, utlenianie, reakcja acylowania

Friedla Craftsa itp.. Skala trudności wykonywanych procesów i czynności ulega w kolejnych ćwiczeniach stopniowemu podwyższeniu.

Przed przystąpieniem do wykonywania zadań indywidualnych studenci zdają krótkie kolokwium ustne dotyczące znajomości opisu wykonania danego preparatu, teorii związanej z danym typem reakcji oraz z zagrożeniami wynikającymi z pracy ze stosowanymi odczynnikami chemicznymi.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia organiczna - mechanizmy stereochemia**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Magdalena Popławska</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:**

Wykład ma na celu poszerzenie wiadomości dotyczących przebiegu reakcji organicznych przedstawionych w ramach wykładu podstawowego, a także zapoznanie z nowymi mechanizmami, takimi jak np. reakcje jonorodnikowe, czy pericykliczne. Szczególny nacisk położony jest na relacje między budową substratów i warunkami reakcji a powstającymi produktami. Rozszerzono zagadnienia dotyczące stereochemicznych aspektów przebiegu reakcji organicznych

**Bibliografia:**

1. J. March, Chemia organiczna – reakcje, mechanizmy, budowa, lub wersja anglojęzyczna wydanie z roku 1992.
2. Materiały w Internecie - [http://zcho.ch.pw.edu.pl/dyd\\_tech4.html](http://zcho.ch.pw.edu.pl/dyd_tech4.html)
3. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, Organic Chemistry.

**Efekty kształcenia:**

1. Student powinien mieć poszerzoną wiedzę teoretyczną na temat przebiegu organicznych reakcji chemicznych ze szczególnym uwzględnieniem aspektów stereochemicznych oraz uwzględnieniem relacji zachodzących między budową substratów i warunkami reakcji a rodzajem powstających produktów.
2. Na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i internetowych student powinien umieć zapoznać się samodzielnie z wybranym zagadnieniem.

**Kryteria oceny:**

Kolokwium zaliczeniowe.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Pojęcia podstawowe – stereoizomeria, czynność optyczna, nadmiar enancjomeryczny, pseudoasymetria, określanie konfiguracji absolutnej w allenach i bifenylach.
2. Problemy nomenklaturowe – różne konwencje określania stereochemii związków organicznych.
3. Czynniki wpływające na przebieg reakcji chemicznych.
4. Metody badania mechanizmów reakcji – kinetyka, termodynamika, stosowanie atomów znaczonych, efekt izotopowy itd.
5. Nukleofilowość a zasadowość, wpływ rodzaju rozpuszczalnika na charakter reagenta.
6. Nukleofile ambidentne – reakcje z anionami cyjanowym i azotanowym, C versus O alkilowanie.
7. Elektrofile ambidentne.
8. Reakcje SN1, SN2, SN1', SN2', SN1cA, SN2cA – konkurencja, anomalie, teorie tłumaczące odstępstwa od ogólnie przyjętych reguł, wpływ grup sąsiadujących, reakcje SN2 przebiegające na innych atomach niż węgiel.
9. Reakcje eliminacji – E1, E2, E1cB, reakcja E2 przebiegająca według mechanizmu syn,
10. Podstawienie (substytucja) na atomie węgla o hybrydyzacji sp<sup>2</sup> – C=O.
11. Reakcje nukleofilne ze związkami karbonyłowymi α,β-nienasyconymi – addycja 1,2 versus addycja 1,4 (reakcja Michaela).
12. Nukleofilowe podstawienie aromatyczne S<sub>N</sub>Ar, reakcja VNS, reakcje biegnące według mechanizmu jonorodnikowego S<sub>RN</sub>1.
13. Reakcje α-eliminacji - otrzymywanie i reaktywność karbenów.
14. Reakcje przegrupowania – anionotropowe, kationotropowe, rodnikowe.
15. Przegrupowanie Curtisa, Hofmanna, Faworskiego, Beckmanna i inne.
16. Elektrofilowe podstawienie aromatyczne – podstawienie ipso, podstawienie w aromatycznych pierścieniach heterocyklicznych pięcio- i sześciocłonowych.
17. Reakcje pericykliczne – pojęcia ogólne, teoria Woodwarda-Hoffmanna.

18. Reakcje elektrocyklizacji – sterespecyficznosc, stereoselektywnosc.
19. Reakcje cykloaddycji – reakcje cykloaddycji [m,n], sterespecyficznosc, stereoselektywnosc, regioselektywnosc.
20. Przegrupowanie sigmatropowe – przegrupowanie Cope'a i Claisena, stereoselektywnosc.
21. Reakcje przebiegajace z udzialem rodnikow – budowa i trwaosc rodnikow, na czym polega zjawisko widzenia, witamina C jako utleniacz.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Chemia pierwiastków bloku dsp**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Izabela Madura</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 stanowi rozszerzenie i uzupełnienie treści wykładowych z Chemii Nieorganicznej w zakresie pierwiastków bloku dsp. Wykład obejmuje zagadnienia z zakresu klasyfikacji, budowy i zastosowania związków tlenowych pierwiastków bloku dsp. W oparciu o klasyfikację ev-ez zostanie podany przegląd budowy drobin tlenowych pierwiastków bloku dsp od potasowców (ładunek rdzeni +11) do miedziowców (ładunek rdzeni +11) ze wskazaniem na związki o większym praktycznym znaczeniu. Omówione zostaną najważniejsze minerały pierwiastków bloku dsp i sposób ogólnej charakterystyki stosowanej w mineralogii i inżynierii materiałowej

**Bibliografia:**

1. A. F. Wells, Strukturalna chemia nieorganiczna, WNT, Warszawa 1993.
2. A. Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, t.1-3, PWN, Warszawa 1994.
3. L. Kolditz, Chemia nieorganiczna, t.1-2, PWN, Warszawa 1994.
4. Z. Gontarz, Związki tlenowe pierwiastków bloku sp, WNT, 1993.
5. Z. Gontarz, A. Górski, Jednopierwiastkowe struktury chemiczne, WNT, 1998.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę pozwalającą scharakteryzować własności i budowę związków tlenowych pierwiastków bloku dsp
- mieć podstawową wiedzę z charakterystyki minerałów
- na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i internetowych zapoznać się samodzielnie z wybranym zagadnieniem.

**Kryteria oceny:**

Ocena zależy od wyników z zaliczenie kolokwium końcowego:

- 50%-60% - ocena 3.0
- 60.5-70% - ocena 3.5
- 70.5%-80% - ocena 4.0
- 80.5%-90% - ocena 4.5
- powyżej 90.5% - ocena 5.0

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Ogólna charakterystyka pierwiastków bloku dsp. Częstość występowania w skorupie ziemskiej i we Wszechświecie. Minerały o znaczeniu praktycznym. Otrzymywanie pierwiastków z VI okresu rdzeniowego (Lr-Rg). 2h
2. Budowa i charakterystyka rdzeni i powłok walencyjnych. Wiązania z ligandami tlenkowymi oraz wiązania pomiędzy rdzeniami 1h
3. Liczby i wielościany koordynacyjne - czynnik symetrii, upakowania oraz elektronowy. Układy krystalograficzne. Podstawowe typy sieci krystalicznych: 1h
4. Chemia strukturalna faz metalicznych. Struktury najgęstszego upakowania. Charakterystyka i otrzymywanie faz metalicznych pierwiastków bloku dsp. Zastosowanie metali o znaczeniu praktycznym. 4h
5. Chemia połączeń tlenowych pierwiastków dsp na kolejnych stopniach utlenienia od +1 do +8. Typy struktury, liczba koordynacyjna, budowa podsieci anionowych. Otrzymywanie i reaktywność wybranych drobin tlenowych w związkach o znaczeniu praktycznym. 7h

**Chemia związków złożonych**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Zygmunt Gontarz</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 stanowi rozszerzenie i uzupełnienie treści wykładowych z Chemii Nieorganicznej i obejmuje bardziej zaawansowane zagadnienia z zakresu klasyfikacji, budowy i zastosowań związków złożonych pierwiastków bloku: sp, dsp i fdsp. Szczególny nacisk położono na omówienie następujących klas związków: złożone związki tlenowe – borany i krzemiany, izopolizwiązki i heteropolizwiązki, borowodory, klastery nieorganiczne, związki pierwiastków bloku dsp i fdsp na niskich stopniach utlenienia.

**Bibliografia:**

1. A. F. Wells: Strukturalna chemia nieorganiczna. WNT, 1993
2. Z. Gontarz, A. Górski: Jednopierwiastkowe struktury chemiczne, WNT, 1998.
3. Greenwood, N.N.; Earnshaw, Chemistry of the Elements, Elsevier, 2011.

**Efekty kształcenia:****Kryteria oceny:**

Ocena na podstawie 2 sprawdzianów w trakcie semestru. Drugi sprawdzian może być zastąpiony ocenianą prezentacją przygotowaną na jeden z wybranych tematów w oparciu o angielskojęzyczną publikację z ostatnich 5 lat wiążącą się z tematyką wykładu. Prezentacje odbywają się na ostatnich zajęciach.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Plan przedmiotu:

1. Powtórzenie najważniejszych zagadnień z zakresu podstaw chemii i chemii nieorganicznej istotnych dla prowadzenia wykładu: układ okresowy, wiązania, zasady komplikacji struktury w związkach nieorganicznych, drobiny proste a złożone. 6 godz.
2. Wodór, wiązania wodorowe w związkach nieorganicznych, jego wpływ na strukturę i właściwości chemiczne związków. Omówienie wybranych grup związków, np. borowodory i aniony borowodorowe, wodorki pierwiastków bloku dsp.. 4 godz.
3. Drobiny pierwiastków bloku sp jako grupy funkcyjne, przegląd wybranych grup funkcyjnych w grupach pierwiastków bloku sp oraz omówienie ich reaktywności.. 2godz.
4. Jonowe związki złożone z wielokationowymi i wieloanionowymi jednordzeniowymi drobinami. 2 godz.
5. Złożone związki tlenowe na przykładzie boranów i krzemianów. 4godz.
6. Borki, węgliki i azotki. 4 godz.
7. Związki pierwiastków sp, dsp i fdsp na niskich stopniach utlenienia – związki tlenowe, fluorowe. 2 godz.
8. .Klastery nieorganiczne tworzone przez pierwiastki bloku sp i dsp. 4 godz.
9. Sesja prezentacji referatów. 2 godz

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Ekotoksykologia**

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.

**Bibliografia:**

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

**Efekty kształcenia:**

1. Zna najważniejsze zagrożenia dla środowiska naturalnego wynikające z działalności człowieka, głównie dotyczących przetwarzania i stosowania związków chemicznych.
2. Zna podstawowe zasady kontroli i usuwania zanieczyszczeń środowiska, w tym recyklingu surowców.
3. Posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania.
4. Potrafi zaplanować ogólne zasady właściwej gospodarki odpadami chemicznymi.
5. Ma świadomość potrzeby kierowania się w swoich działaniach zawodowych zasadą zrównoważonego rozwoju.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie wykładu w formie pisemnego egzaminu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

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

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Elektrochemia techniczna**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Regina Borkowska</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:**

fizykochemiczne podstawy powszechnie stosowanych technologii elektrochemicznych  
ogólne zasady realizacji podstawowych technologii elektrochemicznych (stosowanych m.in. w syntezie chemicznej, galwanotechnice, ochronie przed korozją)  
działanie urządzeń wykorzystujących procesy elektrochemiczne (m.in. ogniów galwanicznych i paliwowych)

**Bibliografia:**

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

**Efekty kształcenia:**

W oparciu o podstawy fizykochemiczne potrafi wyjaśnić istotę podstawowych technologii i urządzeń elektrochemicznych

Potrafi dobrać proces elektrochemiczny do realizacji założonego celu i przedstawić ogólną specyfikację tego procesu

potrafi samodzielnie pogłębić rozumienie treści wykładowych oraz przedstawić i uzasadnić swoje opinie.

**Kryteria oceny:**

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

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Powtórzenie i uporządkowanie wiedzy podstawowej:

Proces elektrodowy jako reakcja chemiczna: obszar reakcji, forma produktów, odniesienie do kinetyki chem. (masa – Faraday – natężenie prądu)

Termodynamika elektrodowa – E i delta E

Elektrolizer, 2 elektrody, prąd i napięcie, utlenianie i redukcja, prawo Ohma i bilans napięcia (procesy + spadki napięcia), natężenie a gęstość prądu w elektrolizie

Skrótowe wyprowadzenie wzoru Butlera-Volmera

Potencjał elektrody, zasada pomiaru, elektrody odniesienia, potencjały odwracalne i nieodwracalne, równanie Nernsta, wykresy E-pH, interpretacja

Elementy kinetyki elektrochemicznej, etap limitujący: przeniesienie ładunku (równanie Tafela), dyfuzja reagentów (graniczny prąd dyfuzyjny),

Obszar zastosowań procesów elektrodowych w technologii chem.

( warstwy, elektrometalurgia, obróbka powierzchni, synteza nieorg. i org., ogniwa galwaniczne, ochrona przed korozją, analityka)

Podstawy syntezy elchem – cechy szczególne, selektywność itd.

Elektrometalurgia, najważniejsze produkty : Cu, Al, metale szlachetne i alkaliczne ,

Gazy techniczne : chlor, fluor, czysty wodór

Przykłady syntez nieorg : woda utleniona, związki nieorganiczne na „trudnych” stopniach utlenienia

Organiczne reakcje red-ox : cechy szczególne

Wybrane syntezy org. realizowane w skali przemysłowej

Ogniwa galwaniczne – zasada działania, obszar zastosowań,

Wybrane procesy elektrochemicznej obróbki powierzchni: odtłuszczenie, trawienie, polerowanie, osadzanie katodowe (współdzielanie wodoru, osadzanie stopów metali), anodowe utlenianie, Korozja elektrochemiczna, termodynamika i kinetyka, roztwarzanie aktywne, pasywność metali, transpasywność, depolaryzacja wodorowa i tlenowa, wykresy Evansa, ogólna i lokalna, ogniwa korozyjne,

Elektrochemiczne metody ochrony przed korozją: powłoki metaliczne: anodowe i katodowe, ochrona elektrochemiczna: katodowa i anodowa, inhibitory korozji.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Elektrotechnika i elektronika**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>mgr inż. Jerzy Gustowski</b> (CH.TIK203) <b>dr hab. inż. Krzysztof Siwek, prof.PW</b> (CH.TIK299)
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:**

Elektrostatyka i magnetostatyka. Prąd stały - prawa, wzory, obwody, pomiary, praca i moc. Prąd przemienny - prawa, wzory, obwody, pomiary, praca i moc. Maszyny elektryczne. Podstawy fizyczne elektroniki. Podstawowe elementy elektroniczne. Układy zasilające. Czujniki i przetworniki.

**Bibliografia:**

1. Z. Komor - "Elektrotechnika i elektronika dla studentów Wydziału Chemicznego", Oficyna Wydawnicza PW, 2011
2. M. Olszewski (red.) - "Podstawy mechatroniki. Podręcznik dla uczniów średnich i zawodowych szkół technicznych", REA, 2012

**Efekty kształcenia:**

Orientacja w zagadnieniach budowy, zasad działania i obsługi urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Umiejętność analizy pracy prostych obwodów elektrycznych. Umiejętność wykonywania podstawowych pomiarów wielkości elektrycznych i nieelektrycznych.

**Kryteria oceny:**

Ocena ostateczna jest średnią ważoną oceny z kolokwium podsumowującego wiadomości z wykładu (58%) oraz zwykłej średniej arytmetycznej czterech ocen z ćwiczeń laboratoryjnych (42%).

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład

1. Elektrostatyka - ładunki, pole elektrostatyczne i wielkości je opisujące.
2. Magnetostatyka - domeny, dipole, pole magnetostacyjne i wielkości je opisujące.
3. Związki pomiędzy polem elektrycznym i magnetycznym.
4. Prąd stały - źródła, rezystancja, prawo Ohma, prawa Kirchhoffa.
5. Proste obwody prądu stałego - analiza, zadania.
6. Przyrządy i układy pomiarowe.
7. Kondensator i cewka w obwodach prądu stałego.
8. Praca i moc w obwodach prądu stałego.
9. Prąd przemienny - wytwarzanie, prawo Ohma, prawa Kirchhoffa.
10. Rezystor, kondensator i cewka w obwodach prądu przemiennego - reaktancja, impedancja, filtry.
11. Praca i moc w obwodach prądu przemiennego.
12. Wartości skuteczne, wykres wskazowy.
13. Maszyny elektryczne - transformator, przekładnik, silniki prądu stałego i przemiennego.
14. Podstawy fizyczne elektroniki - struktura krystaliczna przewodnika i półprzewodnika, domieszkowanie.
15. Złącze PN. Dioda. Rodzaje diod.
16. Układy wykorzystujące diody - prostownik, stabilizator napięcia, zasilacz.
17. Tranzystor - budowa i zasada działania.
18. Zastosowanie tranzystorów - wzmacniacz, bramka logiczna.
19. Czujniki i przetworniki elektryczne i elektroniczne.
20. Sygnały analogowe i cyfrowe. Układy scalone. Zasady przetwarzania dźwięku i obrazu.
21. Optoelektronika. Ogniwia fotoelektryczne.

22. Elektronika w życiu codziennym - światłowód, panel słoneczny, komputer, telefon komórkowy.

Laboratorium

1. Podstawowe pomiary elektryczne.
2. Wybrane pomiary elektryczne wielkości nieelektrycznych.
3. Maszyny elektryczne.
4. Źródła zasilania i wybrane układy elektroniczne.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## Elementy komunikacji interpersonalnej w naukach ścisłych i technice

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 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.

### Bibliografia:

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

### Efekty kształcenia:

Student nabeździe kompetencje, które umożliwią pracę samodzielną oraz w grupie, pogłębi zdolności postrzegania, a zwłaszcza słuchania, zdobędzie pogłębioną umiejętność samoanalizy, niezbędną do samooceny potencjału i kompetencji komunikacyjnej.

Dodatkowo nabeździe umiejętności dotyczące kontrolowania poszczególnych faz rozwoju związku interpersonalnego oraz konstruktywnego podejścia do konfliktów i unikania postępowania destrukcyjnego i co najważniejsze umiejętność spójnego, efektywnego komunikowania się na poziomie werbalnym i niewerbalnym.

### Kryteria oceny:

Ocena z przedmiotu zostanie wystawiona na podstawie seminarium oraz testu jednokrotnego wyboru

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Celem przedmiotu jest rozwinięcie umiejętności komunikacji interpersonalnej oraz zwiększenie kompetencji społecznych studentów w szczególności w naukach ścisłych i technice.

Część wykładowo – konwersatoryjna obejmuje następujące zagadnienia:

1. Komunikacja interpersonalna
  - 1.1 Podstawy porozumiewania się międzyosobowego
  - 1.2 Tworzenie wiadomości o odpowiadanie na wiadomości
  - 1.3 Aspekty relacji interpersonalnych
2. Elementy komunikacji interpersonalnej w naukach ścisłych i technice
  - 2.1 Etykieta akademicka
  - 2.2 Komunikacja w naukach ścisłych
  - 2.3 Sztuka promocji nauki
  - 2.4 Komunikacja w przedsiębiorstwie

### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):

**Fizyka - laboratorium**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. Ryszard Siegoczyński, prof.PW</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:**

Analiza wyników pomiarów. Mechanika - ruch w polu grawitacyjnym. Optyka Klasyczna - załamanie, polaryzacja, interferencja i dyfrakcja światła. Elektryczność - prawa Kirchhoffa i prawo Ohma. Fizyka Jądrowa - statystyczny charakter promieniowania jądrowego i podstawowe cechy promieniowania jądrowego.

**Bibliografia:**

Instrukcja na stronie laboratorium [www.if.pw.edu.pl/~clf](http://www.if.pw.edu.pl/~clf)

J. Gałązka-Friedman, K. Szlachta, Jak opracowywać i interpretować wyniki pomiarów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej

H. Szydłowski, Pracownia Fizyczna. PWN.

**Efekty kształcenia:**

Umiejętność przeprowadzenia eksperymentu z wykorzystaniem wciąż zmieniającego się nowoczesnego sprzętu specjalistycznego.

Umiejętność analizy jakościowej i ilościowej otrzymanych wyników i zapisywania ich zgodnie z normami ISSO. Umiejętność korzystania z szerokiej bibliografii i internetu.

**Kryteria oceny:**

Student wykonuje 8 doświadczeń z różnych działów fizyki. Ćwiczenie jest oceniane na podstawie wyników kolokwium wstępnego, oraz opracowania sprawozdania z ćwiczenia. Ocena końcowa wystawiana jest na podstawie wyników uzyskanych z poszczególnych ćwiczeń.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Metody pomiarowe i opracowania wyników w laboratorium fizyki. Pomiar oporu. Zasada odczytu z mierników, noniusza i śruby mikrometrycznej

Anharmoniczność drgań. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła różnicowego.

Statystyczny charakter rozpadu promieniotwórczego.

Pomiar długości fal elektromagnetycznych metodami interferencyjnymi (mikrofale).

Badanie osłabienia promieniowania  $\gamma$  przy przejściu przez materię.

Badanie własności magnetycznych ciał stałych. Temperatura Curie.

Badanie odbicia światła od powierzchni dielektryków.

Pomiar długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej i spektrometru.

Wyznaczanie energii promieniowania za pomocą licznika scyntylicyjnego.

Przewodnictwo temperaturowe metali - wyznaczenie współczynnika przewodności temperaturowej.

Pomiar  $cp/cv$  metodą rezonansu akustycznego.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Fizyka 1**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. Ryszard Siegoczyński, prof.PW</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:**

Prawa zachowania i całki ruchu. Symetrie w fizyce i ich związek z zasadami zachowania. Termodynamika fenomenologiczna i statystyczna. Elektrodynamika klasyczna. Fale. Ćwiczenia obejmują rozwiązywanie zadań z tych działów fizyki.

**Bibliografia:**

- 1) D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy Fizyki t. 1,2,3,4 wyd. PWN 2005
- 2) Feynmana wykłady z fizyki, t.I,II (4ry części), wyd. PWN
- 3) J. Orear, Fizyka, t. 1,2. wyd. WNT.

**Efekty kształcenia:**

Umiejętność opisu prostych zjawisk fizycznych z wykorzystaniem wielkości fizycznych. Umiejętność wyjaśniania ich w oparciu o podstawowe prawa fizyki np. zasady zachowania.

**Kryteria oceny:**

Ćwiczenia: dwa kolokwia I - mechanika oraz II - termodynamika i elektromagnetyzm. Do zaliczenia przedmiotu - wymagane zaliczenie ćwiczeń oraz egzaminu pisemnego z całości przerabianego materiału. Ocena wystawiana jest średnią ważoną z ćwiczeń i z egzaminu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Pojęcia podstawowe: zjawiska fizyczne, wielkości fizyczne, oddziaływania fundamentalne.
2. Stopnie swobody układu mechanicznego z uwzględnieniem więzów. Rodzaje więzów. Liczba całek ruchu układu o  $f$  stopniach swobody. Własności całek ruchu związanych z czasem i przestrzenią. Zasady zachowania w fizyce.
3. Symetrie w fizyce. Symetrie w czasoprzestrzeni. Związek symetrii z zasadami zachowania (twierdzenie Emmy Noether). Dynamiczne i spontaniczne łamanie symetrii.
4. Termodynamika fenomenologiczna. Parametry stany, funkcje stanu, wyrażenia różniczkowe. Podstawowe zasady termodynamiki.
5. Podstawy termodynamiki statystycznej, ruchu Browna, parametry mikro i makroskopowe. Rozkłady statystyczne: Boltzmanna, Maxwella, itd., zespoły statystyczne, definicja entropii.
6. Elektrodynamika klasyczna: twierdzenie Gaussa i Stokesa, równania Maxwella - postać całkowa i różniczkowa. Równanie falowe dla pól  $E$ ,  $B$ , i  $\mathbf{j}$ ,  $\mathbf{A}$ . Równanie ciągłości - zasada zachowania ładunku. Zasada zachowania energii pola elektromagnetycznego - wektor Poyntinga  $\mathbf{S}$ , gęstość energii  $u$  - przykład z kondensatorem.
7. Fale. Równanie falowe, podstawowe pojęcia: faza, częstość kołowa, wektor falowy, prędkość fazowa...
8. Prędkość grupowa. Przepływ (przenoszenie) energii

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Fizyka 2**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. Ryszard Siegoczyński, prof.PW</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:**

1. Elektrodynamika
2. Czasoprzestrzeń
3. Efekty relatywistyczne
4. Dynamika relatywistyczna
5. Mechanika kwantowa

**Bibliografia:**

- 1) D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy Fizyki t. 1,2,3,4 wyd. PWN 2005
- 2) Feynmana wykłady z fizyki, t.I,II (4ry części), wyd. PWN
- 3) J. Orear, Fizyka, t. 1,2. wyd. WNT

**Efekty kształcenia:**

Umiejętność opisu prostych zjawisk fizycznych z wykorzystaniem wielkości fizycznych. Umiejętność wyjaśniania ich w oparciu o podstawowe prawa fizyki np. zasady zachowania.

**Kryteria oceny:**

Ćwiczenia: dwa kolokwia I - elektrodynamika i relatywizm, II - fizyka kwantowa. Do zaliczenia przedmiotu - wymagane zaliczenie ćwiczeń oraz egzaminu pisemnego z całości przerabianego materiału. Ocena wystawiana jest średnią ważoną z ćwiczeń i z egzaminu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Czasoprzestrzeń.

Układ inercjalny – definicja. Zasada względności (demokracji) - ogólne sformułowanie. Zasada korespondencji.

Transformacja Współrzędnych i Czasu (transformacja Lorentza).

Efekty relatywistyczne

Względność równoczesności. Następstwo zdarzeń. Dylatacja czasu i skrócenie Lorentza. Paradoks bliźniąt.

Interwał czasoprzestrzenny.

Dynamika relatywistyczna

Zasada zachowania energii i pędu w Szczególnej Teorii Względności (STW). Niezmienniki, czterowektory (czterowektor pędu), definicja masy. Energia, pęd i masa fotonu. Równanie dynamiki w STW. Zasada akcji i reakcji w STW. Pozyskiwanie energii jądrowej. Ciśnieniowy reaktor wodny (PWR) – awarie i zagrożenia.

Największe prędkości i energie - Fermilab, Brookhaven, CERN,...

Akcelerator liniowy i kołowy – zasada działania. Zagrożenia: czarne dziury, przejście do innego stanu próżni, dziwadełka.

Łamanie zasady względności?

Obcięcie Greisena-Zacepina-Kuźmina.

Obserwacje wysoko energetycznych fotonów gamma (~TeV) pochodzących z blazara Mkn 501.

Obserwacje wielkich ęków atmosferycznych – eksperyment AUGER. Zasada zachowania energii pola lektromagnetycznego - wektor Poyntinga S, gęstość energii u - przykład z kondensatorem.

Mechanika kwantowa

Efekty kwantowe - niedostatki fizyki klasycznej (równań Maxwella). Podstawowe postulaty mechaniki kwantowej.

Zasada nieoznaczoności Heisenberga - ujęcie jakościowe. Wektor indukcji magnetycznej B a potencjał wektorowy A w mechanice kwantowej. Bozony i fermiony. Promieniowanie ciała

doskonale czarnego. Wzmocniona emisja spontaniczna - lasery. Zjawisko absorpcji i emisji światła -

emisja spontaniczna i wymuszona. Równanie dynamiki w mechanice kwantowej. Układy dwustanowe: masery, barwniki. Równanie Schroedingera – bariery potencjału, efekt tunelowy, mikroskop tunelowy. Diody LED i OLED – zasada działania i różnice.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Fizykochemiczna podstawy procesów katalitycznych - seminarium**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Marek Marczewski</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 seminarium jest zapoznanie studentów z wykorzystaniem w technologii chemicznej zjawiska katalizy zachodzącego zarówno na graniczy faz (gaz/ciało stałe) jak i w jednej fazie. Studenci podzieleni na dwu lub trzyosobowe grupy przygotowują pod opieką prowadzących prezentacje dotyczące zastosowania katalizatorów w wybranych procesach technologicznych.

**Bibliografia:**

Literatura wskazana przez opiekunów grup.

**Efekty kształcenia:**

Student:

1. zna wybrane, reprezentatywne procesy technologiczne przebiegające z udziałem katalizatorów homogenicznych i heterogenicznych;
2. posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania;
3. potrafi przygotować i przedstawić ustną prezentację z zakresu studiowanego zagadnienia;
4. potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienie oraz wyselekcjonować najważniejsze fakty w celu ich zaprezentowania.

**Kryteria oceny:**

Przedstawienie wykonanej prezentacji. Udział w dyskusji.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Ważniejsze procesy katalityczne opracowywane przez studentów: hydroodsiarczenie, krawing, reforming, hydrokrawing, izomeryzacja, oligomeryzacja olefin, proces SHOP, reforming parowy, karbonylowanie metanolu, hydroformylowanie olefin, synteza Fischera-Tropscha, proces Mobil.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Grafika inżynierska

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Antoni Rozeń</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Ćwiczenia (30 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Zajęcia dotyczą zasad kreślenia i odczytywania rysunków technicznych i maszynowych, wykonanych metodą rzutowania prostokątnego. W trakcie zajęć prowadzonych w kreślarni omawiane są: technika rzutowania prostokątnego, kreślenie widoków, przekrojów i kładów, zasady wymiarowania, uproszczenia stosowane podczas rysowania połączeń części maszyn oraz kreślenie i opis rysunków złożeniowych. W trakcie zajęć prowadzonych w laboratorium komputerowym przedstawiane są podstawowe funkcje programu AutoCAD służące tworzeniu i kreśleniu rysunków technicznych.

### Bibliografia:

1. Filipowicz K., Kowal A., Kuczaj M.: „Rysunek techniczny”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2011.
2. Lewandowski T.: „Rysunek techniczny dla mechaników”, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 2012.
3. Rogulski M.: „AutoCAD dla studentów”, Witkom 2011.
4. Pikoń A.: „AutoCAD 2011 PL. Pierwsze kroki”, Helion, 2011.

### Efekty kształcenia:

### Kryteria oceny:

Ocena z przedmiotu wystawiana jest na podstawie sumy punktów uzyskanych za rysunki wykonane przez studentów w kreślarni i w laboratorium komputerowym. Do zaliczenia przedmiotu konieczne jest uzyskanie więcej niż połowy maksymalnej liczby punktów zarówno z rysunków wykreślonych ręcznie, jak i tych stworzonych za pomocą komputera.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Szczegółowy wykaz tematów zajęć.

- 1) Rysunek modelu w sześciu rzutach wg. systemu europejskiego.
- 2) Rysunek modelu prostego z zastosowaniem: widoków, przekrojów i kładów różnego typu.
- 3) Rysunek modelu średnio trudnego z zastosowaniem: widoków, przekrojów, kładów, urwań, przerwań i powiększeń.
- 4) Rysunek modelu przedstawionego na rysunku w rzucie aksonometrycznym z wymiarowaniem.
- 5) Rysunek złożeniowy połączeń gwintowych części przedmiotu z wymiarowaniem.
- 6) Rysunek złożeniowy połączeń wpustowych i klinowych części przedmiotu z wymiarowaniem.
- 7) Rysunek poszczególnych części przedmiotu przedstawionego na rysunku złożeniowym z wymiarowaniem.
- 8) Wprowadzenie do programu AutoCAD (interfejs graficzny, przestrzeń robocza, tworzenie i edycja prostych obiektów rysunkowych, pomoce i narzędzia rysunkowe, warstwy rysunkowe).
- 9) Omówienie metod rysowania precyzyjnego za pomocą AutoCAD-a (globalne i lokalne układy współrzędnych rysunkowych, tryby lokalizacji, funkcja śledzenia i filtry współrzędnych, przenoszenie, kopiowanie, obracanie obiektów rysunkowych, kreskowanie, fazowanie i zaokrąglanie obiektów rysunkowych).
- 10) Przedstawienie metod wymiarowania, wstawiania tabelki rysunkowej oraz tworzenie wydruku za pomocą programu AutoCAD.
- 11) Rysunek modelu prostego z wymiarowaniem za pomocą AutoCAD-a.
- 12) Rysunek modelu średnio trudnego z wymiarowaniem za pomocą AutoCAD-a.

**Informatyka**

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:**

Celem przedmiotu jest opanowanie przez studentów: zasad algorytmicznego formułowania rozwiązań zadań, podstaw programowania w VBA w środowisku MS Excel, rozszerzania arkusza MS Excel o aplikacje wspomagające podstawowe obliczenia chemiczne

**Bibliografia:**

J. Walkenbach, Excel 2003 PL. Biblia, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2004.  
W. Ufnalski, Excel dla chemików i nie tylko, WNT, Warszawa 2000

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę na temat zasad algorytmicznego formułowania rozwiązań zadań,
- mieć ogólną wiedzę na temat podstaw programowania w VBA w środowisku MS Excel,
- mieć ogólną wiedzę na temat rozszerzania arkusza MS Excel o aplikacje wspomagające podstawowe obliczenia chemiczne.

**Kryteria oceny:**

2 kolokwia w trakcie semestru

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Program ramowy przedmiotu: rejestracja makr, środowisko programistyczne VBA, modyfikacja kodów rejestrowanych makr, podstawy programowania obiektowego, podstawowe elementy języka VBA i struktura programów w tym języku, pisanie kodów funkcji i makr z wykorzystaniem podstawowych elementów języka i metod numerycznych, przygotowanie i oprogramowanie formularza (obsługa bazy danych, komunikacja z arkuszem, plikami, itp.).

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Inżynieria chemiczna**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Arkadiusz Moskał, prof.PW</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:**

Przedmiot opiera się na wprowadzeniu do bilansu masy pędu i energii w układach przepływowych otwartych. Studenci zapoznają się z paradygmatami bilansowania. Materiał oprócz matematycznego opisu podstawowych procesów transportowych, przedstawia zebrane podstawowe informacje na temat procesów jednostkowych wchodzących w skład ciągów technologicznych w przemyśle chemicznym, spożywczym czy przetwórczym.

**Bibliografia:**

Podstawy Inżynierii Chemicznej, J. Ciborowski, WNT, 1980

**Efekty kształcenia:**

Student potrafi bilansować proste układy przepływowe.  
Potrafi rozróżnić proces ustalony od nieustalonego. Wie czym różni się opis matematyczny obydwu procesów. Student potrafi opisać podstawowe procesy jednostkowe wymiany masy i ciepła. Student wykonuje proste obliczenia procesów.

**Kryteria oceny:**

Studenci zaliczają ćwiczenia rachunkowe podczas trzech kolokwium rachunkowych. Ocena 5.0 z ćwiczeń zwalnia studenta z pisania egzaminu końcowego. Egzamin końcowy obejmuje test z materiału przedstawionego na wykładach.  
Ocena końcowa z przedmiotu wystawiana jest na podstawie oceny z ćwiczeń i oceny z egzaminu końcowego. Niezaliczenie ćwiczeń powoduje nie niepopuszczenie do egzaminu końcowego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Wiadomości wstępne. Podstawy Bilansowania .
2. Procesy Mechaniczne Przepływ płynów jednorodnych Płyny Idealne.
3. Procesy Mechaniczne. Przepływ płynów jednorodnych c.d. Płyny rzeczywiste.
4. Procesy Mechaniczne. Przepływ płynów jednorodnych c.d. Płyny rzeczywiste c.d. Opory przepływów i różne problemy przepływu w rurach. –
5. .Procesy Mechaniczne. Procesy ruchu ciał stałych w płynach.
6. Procesy Mechaniczne .Rozdzielanie w polu sił odśrodkowych. Filtracja aerozoli.
7. Procesy Mechaniczne. Filtracja
8. Procesy Mechaniczne. Procesy kontaktowania faz.
9. Procesy Membranowe wprowadzenie. Permeacja. Filtracja Membranowa..
10. Procesy Mechaniczne. Procesy kontaktowania faz.
11. Procesy Mechaniczne. Proces mieszania.
13. Procesy Ciepłne. Wymiana Ciepła – Pojęcia podstawowe.
14. Procesy Ciepłne. Wymiana Ciepła – Pojęcia podstawowe c. d.
15. Procesy Ciepłne. Obliczanie wymienników ciepła i procesów cieplnych.
16. Procesy przemian fazowych. Zatężanie roztworów ciała stałego.
17. Procesy przemian fazowych. Krystalizacja.
18. Procesy przemian fazowych. Destylacja.
19. Procesy wielostopniowe. Rektyfikacja.
20. Teoria procesów wymiany masy.
21. Absorpcja. -
22. Ekstrakcja –
23. Procesy ciągłe – destylacja absorpcja i ekstrakcja w kolumnach wypełnionych –
24. Wstęp do Inżynierii reaktorów chemicznych –

- 25. Wprowadzenie do bioprocessów i biotechnologii –
- 26. Bioinżynieria. Wyzwanie na przyszłość-

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

obecność na wykładach nie jest obowiązkowa.

**Inżynieria reaktorów chemicznych**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Wioletta Raróg-Pilecka, prof.PW</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:**

Przedmiot obejmuje:

- zagadnienia z obszaru inżynierii reaktorów chemicznych – typy reaktorów, ich opis matematyczny i klasyfikację opartą na kryteriach technologicznych,
- zagadnienia związane z czasem przebywania reagentów w przestrzeni reakcyjnej,
- bilans materiałowy dla określonego typu reaktora, wyboru optymalnego typu reaktora dla wybranego procesu.

**Bibliografia:**

1. S. Bretsznajder, W. Kawecki, J. Leyko, R. Marcinkowski, Podstawy ogólne technologii chemicznej, WNT Warszawa 1973
2. B. Tabiś, Zasady inżynierii reaktorów chemicznych, WNT Warszawa 2000
3. A. Burghardt, G. Bartelmus, Inżynieria reaktorów chemicznych, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2001

**Efekty kształcenia:**

1. Posiada wiedzę z obszaru inżynierii reaktorów chemicznych – zna typy reaktorów, ich opis matematyczny i klasyfikację opartą na kryteriach technologicznych.
2. Potrafi wykonać bilans materiałowy dla określonych typów reaktorów chemicznych i wyprowadzić zależności procesowe.
3. Potrafi wybrać odpowiedni typ reaktora przy określonych kryteriach optymalizacji i zadanych opisie kinetycznym procesu.
4. Potrafi pracować samodzielnie, rozwiązywać wybrane zagadnienia, formułować wnioski

**Kryteria oceny:**

Wykład - egzamin

Ćwiczenia - kolokwium zaliczeniowe + praca semestralna

Ocena zintegrowana - 40% ćwiczenia + 60% wykład

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład

W ramach przedmiotu przedstawione zostaną podstawowe zależności z zakresu inżynierii reaktorów. Omówiona będzie analiza termodynamiczna i kinetyczna układu reakcyjnego, parametry kształtujące kinetykę reakcji oraz równania szybkości reakcji. Wykład obejmie prezentację matematycznych modeli podstawowych typów reaktorów oraz klasyfikację reaktorów opartą na kryteriach technologicznych. Wprowadzone zostaną zagadnienia czasu przebywania reagentów w przestrzeni reakcyjnej, tzn: średni czas przebywania, czas rzeczywisty, funkcje rozdziału czasów przebywania. Rozpatrzone będzie wpływ rozkładu czasów przebywania na wydajność i selektywność różnych typów reakcji. Zaprezentowane będą możliwości wykorzystania charakterystyk dynamicznych reaktorów do analizy ich pracy. Poruszone będą również zagadnienia eksploatacji reaktorów przemysłowych, ich stabilności i autotermiczności.

Ćwiczenia

Ćwiczenia będą miały charakter obliczeń projektowo-optymalizacyjnych. Dotyczyć one będą między innymi wyboru optymalnego typu reaktora przy określonym kryterium optymalizacji i zadanim opisie kinetyki procesu. Zadania będą obejmowały procesy proste i złożone. Analizowany będzie wpływ intensywności mieszania na stopień zaawansowania procesu i na selektywność w przypadku

procesów złożonych. Przedmiotem obliczeń będą również typowe zakłócenia pracy reaktorów i ich wpływ na rezultat procesu.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Inżynierskie laboratorium dyplomowe**

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:**

Student powinien:

- zapoznać się z literaturą dotyczącą tematyki wykonywanej pracy dyplomowej (inżynierskiej),
- wykonać prace badawcze związane z tematyką pracy dyplomowej, a w szczególności wybrać metodę syntezy / analizy związku chemicznego (grupy związków), lub wybrać metodę badania zjawiska fizykochemicznego będącego tematem pracy i zrealizować je w praktyce,
- przedstawić egzemplarz inżynierskiej pracy dyplomowej, do napisania której wykorzystuje: zebraną literaturę, opracowane wyniki pracy laboratoryjnej, konsultacje z kierującym pracą dyplomową.

Wyniki prowadzonych badań mogą mieć formę założeń do projektu procesowego polegającego na opracowaniu technologii syntezy związku chemicznego lub kontroli analitycznej procesu technologicznego.

**Bibliografia:****Efekty kształcenia:**

Student, który zaliczył przedmiot:

- ma wiedzę teoretyczną konieczną do zrealizowania tematu pracy dyplomowej, tj. syntezy / analizy związku chemicznego (grupy związków) lub badania wybranego procesu fizykochemicznego oraz opracowania uzyskanych wyników
- ma wiedzę teoretyczną konieczną do przygotowania założeń do projektu procesowego z wykorzystaniem badań literaturowych oraz wyników własnych prac laboratoryjnych
- potrafi z literatury, baz danych i innych źródeł pozyskiwać (a także interpretować i oceniać wartość) informacje potrzebne do realizacji tematu pracy dyplomowej
- potrafi zaplanować i wykonać prace laboratoryjne (synteza / analiza) związane z tematyką pracy dyplomowej
- potrafi przeanalizować i opracować uzyskane rezultaty, w tym przygotować założenia do projektu procesowego
- potrafi pracować samodzielnie zarówno w laboratorium, jak i przy opracowaniu wyników badań i redakcji tekstu pracy dyplomowej
- wykazuje aktywność w kierunku poszerzania swojej wiedzy oraz inicjatywę w czasie prowadzenia eksperymentów laboratoryjnych, a także podczas przygotowywania pracy dyplomowej .

**Kryteria oceny:**

zaliczenie

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Laboratorium analizy ilościowej**

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:**

Celem pracowni jest opanowanie przez studentów zasad techniki pracy w laboratorium analitycznym i nabycie umiejętności przeprowadzenia operacji o charakterze ilościowym w zakresie klasycznych metod rozdzielania i oznaczania. Ćwiczenia dotyczące oznaczania substancji mają charakter indywidualny, część ćwiczeń obejmujących nastawianie mian titrantów ma charakter zespołowy. Ćwiczenia indywidualne są wykonywane po zaliczeniu kolokwium z danego działu, do ćwiczeń zespołowych (nastawianie mian titrantów) można przystąpić bez zdanego kolokwium. Uzyskane w ćwiczeniach zespołowych wyniki należy opracować statystycznie.

**Bibliografia:**

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

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

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

**Kryteria oceny:**

Zebranie odpowiedniej liczby punktów za kolokwia i oznaczenia

**Szczegółowe treści merytoryczne:****1. ALKACYMETRIA**

1.1. Przygotowanie 1 L roztworu NaOH o stężeniu ok. 0,2 mol/L. Nastawianie miana roztworu NaOH na odważki wodoroftalanu potasu jako substancji podstawowej. Sprawdzenie obecności węglanów w roztworze wodorotlenku sodu.

1.2. Alkalimetryczne oznaczanie kwasu octowego wobec fenoloftaleiny jako wskaźnika.

**2. KOMPLEKSONOMETRIA I ANALIZA STRĄCENIOWA**

2.1. Nastawienie miana otrzymanego roztworu EDTA (ok. 0.01 mol/L) na wzorcowy roztwór Zn o stężeniu 0,0100 mol/L wobec czerni eriochromowej T

2.2. Oddzielanie Mg od fosforanów na silnie zasadowym anionicie.

2.3. Kompleksometryczne (EDTA) oznaczanie Mg wobec czerni eriochromowej T jako wskaźnika.

2.4. Nastawianie mian otrzymanych roztworów AgNO<sub>3</sub> (ok. 0,2 mol/L) i KSCN (ok. 0,1 mol/L) na mianowany roztwór NaCl (0,100 mol/L) (zesp.).

2.5. Argentometryczne oznaczanie chlorków metodą Volharda.

**3. REDOKSOMETRIA**

3.1. Nastawianie miana otrzymanego roztworu KMnO<sub>4</sub> (ok. 0,02 mol/L) na Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (zesp.).

3.2. Pośrednie manganometryczne oznaczanie wapnia po strąceniu w postaci CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

3.3. Nastawianie miana otrzymanego roztworu Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ok. 0,1 mol/L) na mianowany roztwór KBrO<sub>3</sub> o stężeniu 0,0167 mol/L (zesp.).

3.4. Oznaczanie fenolu metodą bromiano-jodometryczną.

4. ANALIZA WAGOWA

4.1. Strąceniowe oddzielenie Ni od Fe za pomocą dimetylogliksymu przy maskowaniu Fe(III) winianami.

4.2. Oznaczanie wagowe Ni w postaci dimetylogliksymianu niklu.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Laboratorium analizy instrumentalnej

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Kamil Wojciechowski, prof.PW</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. Laboratorium składa się z ośmiu ćwiczeń zgrupowanych w trzech blokach technik: spektroskopowych, elektrochemicznych oraz technik rozdzielania. Grupa technik spektroskopowych obejmuje: spektrofotometrię, spektrofluorymetrię, spektrofotometrię UV-VIS z wykorzystaniem różnych trybów akwizycji pomiarowej (punktowa, skaningowa, jednoczesny odczyt) oraz absorpcyjną spektrometrię atomową i spektrografię emisyjną. Techniki elektrochemiczne to najczęściej stosowane w praktyce analitycznej: potencjometria (elektrody jonoselektywne, miareczkowanie potencjometryczne) oraz woltamperometria (metody strippingowe), głównie w aspekcie kontroli czystości wody. Techniki rozdzielania obejmują podstawowe metody chromatografii gazowej, wysokosprawnej chromatografii cieczowej oraz elektroforezy

### Bibliografia:

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.

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat podstaw fizykochemicznych współczesnych instrumentalnych technik analitycznych
- mieć ogólną wiedzę na temat zakresu stosowalności i ograniczeń poszczególnych instrumentalnych technik analitycznych
- w oparciu o dostępne źródła literaturowe i internetowe dobrać odpowiednią technikę właściwą do rozwiązania podstawowych problemów analitycznych
- posiadać praktykę laboratoryjną umożliwiającą wykonanie podstawowych pomiarów pod kątem analizy ilościowej

### Kryteria oceny:

ocena pracy w semestrze – system punktowy

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Plan przedmiotu:

1. TECHNIKI SPEKTROSKOPOWE
  - 1.1. Spektrofotometria VIS i UV
  - 1.2. Spektrofluorymetria
  - 1.3. Absorpcyjna spektrometria atomowa i spektrografia emisyjna
2. TECHNIKI ELEKTROCHEMICZNE
  - 2.1. Potencjometria
  - 2.2. Woltamperometria
3. TECHNIKI CHROMATOGRAFICZNE
  - 3.1. Chromatografia gazowa
  - 3.2. Wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC)
  - 3.3. Elektroforeza



**Laboratorium metrologii chemicznej**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Ilona Grabowska-Jadach</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.

**Bibliografia:**

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.

**Efekty kształcenia:**

- posiada podstawową wiedzę z chemii analitycznej, zna zasady działania oraz główne obszary zastosowania nowoczesnych technik analizy instrumentalnej
- zna najważniejsze techniki analityczne, obliczeniowe stosowane w analityce
- potrafi opracować uzyskane dane eksperymentalne i przygotować sprawozdanie z przeprowadzonych badań
- potrafi zastosować nowoczesną aparaturę analityczną w prowadzonych badaniach, w celu określenia jakościowego i ilościowego składu badanych próbek
- posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych w celu pogłębienia wiedzy
- potrafi pracować w zespole, uzgadniając sposób formułowania wniosków z przeprowadzonych badań

**Kryteria oceny:**

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

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

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. Voltamperometria w układach przepływowych.
8. Oznaczanie kationów metali techniką elektroforezy kapilarnej z pośrednią detekcją spektrofotometryczną.

## Laboratorium podstaw syntezy i technologii związków biologicznie czynnych

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Tadeusz Zdrojewski</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:

Synteza związków organicznych o potencjalnej aktywności biologicznej  
 Synteza związków optycznie czynnych z użyciem biokatalizatorów (reakcje biotransformacji)  
 Podstawowe formy kosmetyczne, ich zastosowanie i właściwości.

### Bibliografia:

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

### Efekty kształcenia:

- posiada wiedzę ogólną na temat budowy, właściwości i reakcji związków organicznych
- posiada podstawową wiedzę z chemii analitycznej, w tym znajomość nowoczesnych technik analitycznych
- ma wiedzę z zakresu technik i metod identyfikowania i charakteryzowania materiałów i substancji chemicznych, w tym oceny jakości produktów chemicznych
- potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł
- posługuje się poprawnie chemiczną terminologią i nomenklaturą związków chemicznych
- potrafi przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanego sprawozdania zawierającego opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię i wyniki
- posiada umiejętność samodzielnego planowania i wykonywania badań eksperymentalnych
- posługuje się podstawowymi technikami laboratoryjnymi w syntezie, wydzielaniu i oczyszczaniu związków chemicznych
- potrafi pracować w zespole, ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, związane z pracą zespołową
- potrafi pracować samodzielnie

### Kryteria oceny:

Ocena końcowa: wypadkowa z trzech ocen cząstkowych uzyskanych z zaliczenia (kolokwium, ocena pracy laboratoryjnej, sprawozdanie) każdej z części laboratorium (Synteza, Biotransformacja, Formułacja kosmetyków)

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Celem zajęć jest zapoznanie studentów z praktycznymi problemami występującymi w syntezie związków biologicznie czynnych jak: metody śledzenia przebiegu reakcji, identyfikacja produktów, sposoby ich rozdzielania i oczyszczania, otrzymywanie i identyfikacja związków optycznie czynnych.

Dodatkowo w programie laboratorium uwzględniono zagadnienia związane podstawami technologii kosmetyków: otrzymywanie różnych form kosmetycznych, określanie ich właściwości i trwałości.

Laboratorium podzielono na trzy bloki tematyczne:

- Synteza związków organicznych o potencjalnej aktywności biologicznej
- Synteza związków optycznie czynnych z użyciem biokatalizatorów (reakcje biotransformacji)
- Podstawowe formy kosmetyczne, ich zastosowanie i właściwości.

**Laboratorium procesów technologii nieorganicznej**

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:**

W toku pracowni studenci zapoznają się z metodyką badań procesów technologii nieorganicznej i technologii ceramiki, metodą pozyskiwania danych do analizy procesów oraz danych do prac projektowych. Każdy ze studentów wykonuje kilka ćwiczeń na gotowych zestawach aparatury. Program pracowni przygotowuje studenta do prowadzenia badań, przy pomocy wybranych technik eksperymentalnych, procesów katalitycznych, procesów elektroplazmowych, procesów roztworowych, procesów spiekania tworzyw ceramicznych, procesów wysokotemperaturowych oraz procesów utylizacji odpadów przemysłowych.

**Bibliografia:**

1. K. Schmidt-Szałowski, J. Sentek, Podstawy technologii chemicznej. Organizacja procesów produkcyjnych, Warszawa 2001.
2. Praca zbiorowa, Technologia chemiczna nieorganiczna, WNT, Warszawa 1965.
3. W. Bobrownicki, S. Pawlikowski, Technologia związków azotowych, WNT, Warszawa 1974

**Efekty kształcenia:**

Student będzie posiadał umiejętności posługiwania się aparaturą pomiarową, będzie posiadał wiedzę z zakresu otrzymywania zaawansowanej ceramiki i katalizatorów do prowadzenia reakcji w układzie heterogenicznym.

**Kryteria oceny:**

Ocena pracy w laboratorium i sprawozdanie z wykonywanych prac

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Program pracowni przygotowuje studenta do prowadzenia badań, przy pomocy wybranych technik eksperymentalnych, procesów katalitycznych, procesów elektroplazmowych, procesów roztworowych, procesów formowanie i spiekania tworzyw ceramicznych, procesów wysokotemperaturowych oraz procesów utylizacji odpadów przemysłowych.

W trakcie laboratorium studenci po wstępnym zapoznaniu się z technikami badania przebiegu procesów technologii nieorganicznej samodzielnie wykonują badania dotyczące:

- preparatyki katalizatorów i ich charakterystyki,
- przygotowania i formowania a następnie obróbki cieplnej materiałów ceramicznych,
- prowadzenia w skali laboratoryjnej procesów plazmowych, katalitycznych,
- prowadzenia procesów utylizacji odpadów przemysłowych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Laboratorium syntezy i badania polimerów**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab inż. Ewa Zygałło-Monikowska, prof.PW</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:**

Techniki laboratoryjne syntezy polimerów według podstawowych mechanizmów polimeryzacji. Metody badawcze i pomiarowe stosowane w analizie i charakteryzacji związków wielkocząsteczkowych.

**Bibliografia:**

1. Z. Florjańczyk, S. Penczek (red.) „Chemia polimerów”, Oficyna Wydawnicza PW Warszawa, 1997.
2. G. Rokicki (red.) "Ćwiczenia laboratoryjne z chemii związków wielkocząsteczkowych", Oficyna Wydawnicza PW Warszawa, 2001.
3. J. Pielichowski, A. Puszyński, "Chemia polimerów", FOSZE, 2004.

**Efekty kształcenia:**

Znajomość podstawowych technik laboratoryjnych wykorzystywanych w syntezie polimerów. Znajomość metod analitycznych stosowanych w charakteryzacji związków wielkocząsteczkowych.

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa przedmiotu jest wyznaczana jako średnia z ocen cząstkowych uzyskanych z poszczególnych ćwiczeń wystawianych na podstawie kolokwium, aktywności na zajęciach i sprawozdania.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

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 ciężarów cząsteczkowych

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Laboratorium technologii ciała stałego**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Janusz Płocharski</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:**

Przedmiot pozwala studentom na zapoznanie się z wybranymi technologiami oraz produktami szeroko pojętej elektrochemii materiałów funkcjonalnych i produktami wykorzystującymi zjawiska elektrochemiczne. Laboratorium zrealizowane jest jako kombinacja wybieranych przez studentów bloków tematycznych. Co rok na pierwszych zajęciach studenci otrzymują aktualną listę proponowanych bloków część o długości 3, a część 4 modułów, z której wybierają program wypełniający 14(2x4 + 2x3) lub 13 (4 3x3) tygodni semestru. Odpowiada to realizacji 14 lub 13 modułów. W zależności od ilości osób realizujących przedmiot zajęcia odbywają się w 1-3 grupach. Każda z nich dokonuje indywidualnego wyboru bloków spośród proponowanej nadmiarowo puli. Lista bloków jest corocznie modyfikowana by odzwierciedlić możliwości czasowe prowadzących i aktualną tematykę badawczą KChNiTCS

**Bibliografia:**

Każdy z prowadzących moduł proponuje bibliografię do aktualnej na dany rok wersji tematycznej bloku. Nie istnieje stała literatura wspólna dla przedmiotu.

**Efekty kształcenia:**

Analiza zależności przyczynowo skutkowych pomiędzy zjawiskami fizykochemicznymi krytycznymi dla przebiegu procesu technologicznego, parametrami funkcjonalnymi materiału/produktu, metodami ich oceny i zmianą parametrów procesu.

**Kryteria 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.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Przykłady dotychczas realizowanych bloków:

Elektrolity polimerowe.

Chemiczne źródła prądu.

Przewodniki szkliste otrzymywane metodą sol-gel.

Elektrochemiczne techniki otrzymywania warstw: metalicznych, tlenkowych, organicznych.

Wykorzystanie technik elektroanalitycznych.

Technologie elektrochemiczne: elektrorafinacja, elektropolerowanie, ochrona elektrodowa.

Półprzewodniki klasy AIIIBV na przykładzie GaN i AlN.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Laboratorium technologii materiałów wysokoenergetycznych**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Paweł Maksimowski</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 laboratorium jest otrzymanie materiału wysokoenergetycznego i przeprowadzenie badań laboratoryjnych pozwalających na zebranie danych do opracowania technologii wybranego materiału lub niezbędnego komponentu do jego wytwarzania. Studenci realizują pracownie w zespołach dwuosobowych lub jednoosobowych. Wykonują badania otrzymanych próbek materiału w celu modyfikacji procesu wytwarzania prowadzącego do materiału o najlepszych właściwościach użytkowych.

**Bibliografia:**

1. A. Maranda, J. Nowaczewski, M. Syczewski, J. Statuch, B. Zygmunt, Chemia Stosowana - materiały wybuchowe - teoria, technologia, zastosowanie, skrypt WAT, Warszawa, 1985.
2. T. Urbański, Chemia i technologia materiałów wybuchowych, MON, Warszawa 1955
3. T. Urbański, Chemistry and Technology of Explosives, volume 1-4, Pergamon Pres N.Y., 1980

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

mieć ogólną wiedzę teoretyczną i praktyczną na temat technologii otrzymywania wybranych materiałów wysokoenergetycznych,

potrafić sformułować specyfikację prostych procesów technologicznych otrzymywania materiałów wysokoenergetycznych w odniesieniu do surowców, operacji jednostkowych, aparatury i zasad BHP,

na podstawie zdobytych wiadomości umieć otrzymać materiał wysokoenergetyczny z zachowaniem zasad BHP,

umieć pracować indywidualnie i w grupie

**Kryteria oceny:**

sprawozdanie

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- 1) Synteza materiałów wysokoenergetycznych.
- 2) Synteza komponentów do paliw raketowych.
- 3) Modyfikacja prochów.
- 4) Formowanie paliw raketowych.
- 5) Badania właściwości niebezpiecznych materiałów.
- 6) Analiza śladowa materiałów wybuchowych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Laboratorium technologii specjalnych - synteza i kataliza**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Wanda Ziemkowska, prof.PW</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 laboratorium jest zapoznanie studentów z technikami badawczymi typowymi dla katalizy i chemii metaloorganicznej: preparatyka katalizatorów homo- i heterogenicznych, praca w atmosferze gazu obojętnego, synteza w warunkach bezwodnych, prowadzenie reakcji w obecności katalizatora w reaktorze rurowym oraz w reaktorze zbiornikowym, praca w małej skali. Studenci wykonują samodzielnie syntezy preparatów opisanych w literaturze (jedno lub więcej przejściowych). Studenci odbywają zajęcia w laboratoriach metaloorganicznym i katalitycznym, po pół semestru w każdym z nich. Przystąpienie do pracy poprzedzone jest poszukiwaniem literatury na zadany temat, a następnie zaliczeniem krótkiego kolokwium. Studenci zobowiązani są prowadzić notatki w dziennikach laboratoryjnych, które po zakończeniu zajęć są oceniane przez prowadzącego pod kątem poprawności opisu.

**Bibliografia:**

1. A. I. Vogel "Preparatyka organiczna" WNT1984

**Efekty kształcenia:**

Student:

zna podstawowe metody syntezy związków metaloorganicznych i podstawowe metody ich charakteryzacji  
 zna podstawowe metody otrzymywania katalizatorów homo- i heterogenicznych oraz podstawowe sposoby prowadzenia reakcji katalitycznych  
 posiada umiejętność syntezy związków metaloorganicznych i umiejętność wyboru metod ich charakteryzacji  
 posiada umiejętność otrzymywania katalizatorów homo- i heterogenicznych i umiejętność prowadzenia reakcji katalitycznych w reaktorze rurowym oraz zbiornikowym  
 potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienie oraz wybierając najważniejsze elementy w celu publicznego ich zaprezentowania

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną dwóch ocen cząstkowych. Oceny cząstkowe wystawiają dwaj prowadzący na podstawie oceny kolokwium wejściowego, sprawozdania oraz oceny pracy studenta w trakcie laboratorium. Zaliczenie laboratorium jest uwarunkowane uzyskaniem zaliczeń obydwu części.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Przykładowe moduły zajęć laboratoryjnych w ramach 0,5 semestru:

I moduł

1. Synteza mrówczanu egzo-2-norbornyłu z norbornylenem i kwasu mrówkowego - wydzielenie czystego produktu
2. Utlenienie mrówczanu egzo-2-norbornyłu  $\text{CrO}_3$  w acetonie do 2-norbornanonu - wydzielenie czystego produktu
3. Synteza katalizatora  $\text{ZrO}_2$  w reakcji podwójnej wymiany  $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  z wodnym roztworem  $\text{NaOH}$
4. Przeprowadzenie badań reakcji przeniesienia wodoru od 2-propanolu do 2-norbornanonu w fazie ciekłej i gazowej w obecności katalizatora  $\text{ZrO}_2$

II moduł

1. Synteza izoftalanu dietylu w reakcji kwasu izoftalowego z etanolem w obecności kwasu

siarkowego

2. Synteza katalizatora 20%MnO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

3. Synteza 1,3-diacetylobenzenu w reakcji katalitycznej ketonizacji izoftalanu dietylu z kwasem octowym w obecności katalizatora 20%MnO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

4. Synteza 1,3-diwinylbenzenu w wyniku reakcji przeniesienia wodoru od 2-propanolu do 1,3-diacetylobenzenu

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Laboratorium termodynamiki i chemii fizycznej**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Aneta Pobudkowska-Mirecka</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 termodynamiki technicznej (III s.) i chemii fizycznej (IV s.), oraz zapoznanie z metodami doświadczalnymi stosowanymi w badaniach termodynamicznych i fizykochemicznych.

**Bibliografia:**

1. R. Bareła, A. Sporzyński, W. Ufnalski, Chemia fizyczna. Ćwiczenia laboratoryjne, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2000.
2. L. Sobczyk, A. Kiswa, K. Gartner, A. Kroll, Eksperymentalna chemia fizyczna, PWN, Warszawa, 1982.
3. Materiały pomocnicze (instrukcje do poszczególnych ćwiczeń).

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu zajęć student powinien:

1. Znać metody pomiarowe, stosowane do wyznaczania podstawowych wielkości z zakresu termodynamiki i chemii fizycznej.
2. Posiadać wiedzę teoretyczną poszerzoną i uszczegółowioną w stosunku do wykładowej w zakresie związanym z wykonywanymi pomiarami.
3. Umieć powiązać stosowane metody doświadczalne z ich podstawami teoretycznymi oraz widzieć stosowaną metodykę w kontekście dokładności pomiarów bezpośrednich i wyznaczanych w oparciu o nie wielkości.
4. Stosować w pracy w laboratorium fizykochemicznym zasady „dobrej praktyki laboratoryjnej”, zwracając uwagę na organizację pracy i przestrzeganie zasad BHP.
5. Umieć przygotować pełne, profesjonalne, pisemne sprawozdanie z eksperymentu, zawierające w szczególności również ilościową ocenę niepewności pomiarowych wyznaczanych wielkości. W zakresie kompetencji społecznych
6. Umieć pracować samodzielnie lub wraz z jedną-dwoma osobami zarówno w laboratorium, jak i przygotowując sprawozdania z pomiarów.

**Kryteria oceny:**

(wyciąg z Regulaminu zajęć - pełny tekst dostępny jest na stronie internetowej Zakładu Chemii Fizycznej)

2. Zaliczenia i punktacja.

2.1. Warunkiem koniecznym uzyskania zaliczenia jest:

2.1.1. wykonanie przewidzianych planem dwunastu czterogodzinnych ćwiczeń (w zasadzie w zespołach trzysobowych) oraz zaliczenie sprawozdań,

2.1.2. zaliczenie przewidzianych planem trzech kolokwiów. Podane w rozkładach zajęć terminy są wiążące i nieobecność (nieusprawiedliwiona zwolnieniem lekarskim) równoznaczna jest niezaliczeniu.

2.2. Punktacja za przygotowanie i kolokwia jest zindywidualizowana, ocena za sprawozdanie jest wspólna dla całego zespołu.

2.3. Na ocenę za jedno ćwiczenie składa się 0-8 pkt. za przygotowanie do zajęć i 0-12 pkt. za sprawozdanie, punktacja za kolokwium to 10-30 pkt. W ten sposób każda z grup złożona z czterech ćwiczeń wraz z zamykającym je kolokwium oceniana jest w granicach: 10-110 pkt. Dopuszcza się odjęcie punktów w wysokości nie przekraczającej -4, za rażące błędy popełnione podczas wykonywania ćwiczenia. Maksymalny dorobek punktowy to 330 pkt.

2.4. Ocena zaliczająca pracownię wynika z sumy punktów uzyskanych w trakcie zajęć:

≥ 150 dst ≥ 186 dst ½

≥ 222 db ≥ 258 db ½

≥ 294 bdb

5.4. Na zakończenie pracowni zostanie zorganizowane dodatkowe kolokwium pisemne, na którym będzie można poprawiać jedno niezaliczone kolokwium.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykonywane ćwiczenia obejmują następujące działy:

- pomiar podstawowych wielkości fizykochemicznych charakteryzujących fazę,
- termodynamika równowag fazowych w układach jedno i wieloskładnikowych,
- termodynamika reakcji chemicznych,
- statyka chemiczna,
- kinetyka chemiczna,
- elektrochemia,
- zjawiska powierzchniowe,
- właściwości układów koloidalnych.

Tematyka poszczególnych ćwiczeń obejmuje zagadnienia z więcej niż jednego działu.

Celem laboratorium jest również nabycie przez studentów umiejętności opisu eksperymentu oraz statystycznego opracowywania wyników pomiarów i ich błędów.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Matematyka 1**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>mgr Małgorzata Twardowska</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:**

Podstawowe pojęcia analizy matematycznej (rachunek różniczkowy i całkowy).  
Rozwiązywanie podstawowych typów równań różniczkowych pierwszego rzędu i równań różniczkowych wyższych rzędów: liniowych o stałych współczynnikach.

**Bibliografia:**

Polecane podręczniki:

1. R.Leitner: Zarys matematyki wyższej dla studentów, część I i II.
2. M.Gewert, Z.Skoczylas: Analiza matematyczna 1 - Definicje, twierdzenia, wzory.
3. M.Gewert, Z.Skoczylas: Analiza matematyczna 1 - Przykłady i zadania.

Zbiory zadań:

1. R.Leitner, W.Matuszewski, Z.Rojek: Zadania z matematyki wyższej, część I i II.
2. W.Stankiewicz: Zadania z matematyki dla wyższych uczelni technicznych cz.I

**Efekty kształcenia:**

Posiada wiedzę z matematyki pozwalającą na posługiwanie się metodami matematycznymi (w szczególności: rachunek różniczkowy i całkowy) właściwymi dla kierunku technologia chemiczna, w tym wykonywanie obliczeń inżynierskich.

**Kryteria oceny:**

1. Na ćwiczeniach zdobywa się punkty, biorąc udział w pisemnych sprawdzianach (2 kolokwia po 20 punktów) oraz pisząc kartkówki (5 kartkówek po 2 punkty).
2. Pod koniec semestru otrzymuje się ocenę z ćwiczeń, wg następującej tabeli:  
50% (czyli 25pkt.) na ocenę 3  
60% (czyli 30pkt.) na ocenę 3,5  
70% (czyli 35 pkt.) na ocenę 4  
80% (czyli 40 pkt.) na ocenę 4,5  
90% (czyli 45 pkt.) na ocenę 5
3. Osoby, które nie zaliczyły ćwiczeń, mogą to zrobić na kolokwium poprawkowym, które odbędzie się na ostatnim wykładzie. Kolokwium będzie się składało z pewnej ilości prostych i podstawowych zadań i aby zaliczyć ćwiczenia należy otrzymać 70% możliwych do zdobycia punktów.
4. Do kolejnej próby zaliczenia ćwiczeń można przystąpić w sesji poprawkowej we wrześniu. W przypadku pozytywnego wyniku student przystępuje do egzaminu.
5. Do egzaminu mogą przystąpić wyłącznie osoby, które mają zaliczone ćwiczenia.
6. Egzamin składa się z części pisemnej i następującej po nim części ustnej. Student otrzymuje ocenę łączną z tych dwóch części egzaminu. Część pisemna może mieć w całości lub części charakter testowy.
7. Studenci, którzy uzyskali 80% punktów z ćwiczeń (ocena 4,5 i wyższa) są zwolnieni z części pisemnej egzaminu. Przystępują tylko do egzaminu ustnego.
8. Jeżeli ocena z egzaminu jest pozytywna (>2), to ocena z przedmiotu jest wypadkową oceny z ćwiczeń i egzaminu obliczaną w następujący sposób:  $0,4 \times \text{ocena z ćwiczeń} + 0,6 \times \text{ocena z egzaminu}$  (zaokrąglenie zawsze w stronę oceny z egzaminu).
9. Studentowi, który otrzymał co najmniej 50% punktów z części pisemnej egzaminu może być zaproponowana ocena z egzaminu, jednak nie wyższa niż 4. Jeśli nie odpowiada mu taka ocena, przystępuje do egzaminu ustnego.
10. Uzyskanie przez studenta 45% punktów z egzaminu pisemnego dopuszcza go do egzaminu ustnego.
11. Otrzymanie z egzaminu pisemnego mniej niż 45% punktów oznacza ocenę niedostateczną z całego egzaminu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Liczby zespolone.

Podstawowe pojęcia rachunku zdań. Kwantyfikatory. Własności zbioru liczb naturalnych, zasada indukcji matematycznej.

Podstawowe własności zbioru liczb rzeczywistych. Kres górny i dolny, zasada ciągłości. Pojęcie funkcji. Dziedzina, przeciwdziedzina, zbiór wartości. Różnowartościowość, monotoniczność funkcji. Przekształcenie "na".

Funkcja odwrotna. Funkcje kołowe jako odwrotne do (odpowiednio ograniczonych) funkcji trygonometrycznych.

Funkcje rzeczywiste. Granica funkcji, ciągłość. Podstawowe własności funkcji ciągłych.

Pochodna funkcji, różniczkowalność. Interpretacja geometryczna i fizyczna pochodnej. Podstawowe własności, technika różniczkowania. Twierdzenie Rolle'a, Lagrange'a o wartości średniej, wzór Taylora. Symbole nieoznaczone. Reguła de L'Hospitala. Asymptoty, ekstrema, wypukłość/wklęsłość wykresu funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.

Funkcja pierwotna funkcji w przedziale. Całka nieoznaczona. Całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych, trygonometrycznych, niewymiernych.

Całka oznaczona. Interpretacja geometryczna. Podstawowe własności. Zastosowanie geometryczne całki oznaczonej.

Całki niewłaściwe I i II rodzaju.

Równania różniczkowe. Wiadomości ogólne, interpretacja - pole kierunków w obszarze płaszczyzny. Rozwiązywanie podstawowych typów równań różniczkowych pierwszego rzędu: o rozdzielonych zmiennych; jednorodne względem  $x$  i  $y$ ; liniowe, Bernoulli'ego; zupełne, posiadające mnożnik całkujący zależny od jednej zmiennej.

Równania różniczkowe wyższych rzędów liniowe o stałych współczynnikach: metoda uzmienniania stałych, metoda przewidywania.

Szereg liczbowy. Kryteria zbieżności szeregów o wyrazach nieujemnych: porównawcze, d'Alemberta, Cauchy'ego, całkowite. Kryterium Leibniza dla szeregów naprzemiennych. Zbieżność bezwzględna i warunkowa. Szeregi funkcyjne. Szeregi potęgowe, promień zbieżności. Całkowanie i różniczkowanie szeregu potęgowego wyraz po wyrazie. Rozwijanie funkcji w szereg Taylora/Maclaurina. Podstawowe rozwinięcia funkcji w szereg.

Geometria analityczna. Rachunek wektorowy. Iloczyn skalarny, wektorowy i mieszany wektorów.

Przedstawienie parametryczne prostej, równanie płaszczyzny. Rzut punktu na płaszczyznę i prostą. Rzut prostej na płaszczyznę. Odległość między prostymi skośnymi.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Matematyka 2**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr Eugenia Ciborowska-Wojdyga</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:**

Macierze, wyznaczniki, układy równań liniowych.

Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych – granica, ciągłość, różniczka. Ekstrema funkcji. Całki podwójne, potrójne i krzywoliniowe. Twierdzenie Greena. Niezależność całki krzywoliniowej od drogi całkowania.

Podstawowe pojęcia algebry liniowej - baza, wymiar przestrzeni. Przekształcenia liniowe, macierz przekształcenia liniowego w danych bazach przestrzeni. Wartości własne i wektory własne macierzy, diagonalizacja.

**Bibliografia:**

Julian Klukowski, Ireneusz Nabiałek - Algebra dla studentów.

Franciszek Leja - Rachunek różniczkowy i całkowy.

Włodzimierz Stankiewicz - Zadania z matematyki dla wyższych uczelni technicznych cz. I A, I B; część II (wspólnie z Jackiem Wojtowiczem).

Włodzimierz Krysicki, Lech Włodarski - Zadania z analizy matematycznej t. I i II.

**Efekty kształcenia:**

Posiada wiedzę z matematyki pozwalającą na posługiwanie się metodami matematycznymi, w szczególności metodami algebry liniowej właściwymi dla kierunku technologia chemiczna.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie ćwiczeń: 2 kolokwia po 24, 22 punktów oraz 4 pkt za aktywność na ćwiczeniach.

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

50% (czyli 20pkt.) na ocenę 3

60% (czyli 24pkt.) na ocenę 3,5

70% (czyli 28 pkt.) na ocenę 4

80% (czyli 32 pkt.) na ocenę 4,5

90% (czyli 36 pkt.) na ocenę 5

Z egzaminu pisemnego z matematyki zwalnia otrzymanie z ćwiczeń oceny 4,5 lub wyższej

Egzamin składa się z części pisemnej i ustnej. Część pisemna może mieć w całości lub części charakter testowy.

Warunkiem koniecznym przystąpienia do egzaminu jest uzyskanie z ćwiczeń co najmniej oceny dostatecznej. Studenci, którzy nie zaliczyli ćwiczeń, mogą uzyskać zaliczenie na kolokwium poprawkowym. Aby zaliczyć ćwiczenia, muszą uzyskać podczas niego 50% punktów. Do kolejnej próby zaliczenia można przystąpić w sesji poprawkowej.

Do egzaminu pisemnego mogą przystąpić wyłącznie osoby, które nie zostały z niego zwolnione.

Uzyskanie przez studenta 45% punktów z egzaminu pisemnego dopuszcza go do egzaminu ustnego.

Jeżeli ocena z egzaminu jest pozytywna (>2), to ocena z przedmiotu jest wypadkową oceny z ćwiczeń i egzaminu obliczaną w następujący sposób:  $0,4 \times \text{ocena z ćwiczeń} + 0,6 \times \text{ocena z egzaminu}$  (zaokrąglenie zawsze w stronę oceny z egzaminu).

Jeżeli student ma zaliczone ćwiczenia i z egzaminu pisemnego otrzymał więcej niż 50%, to może (ale nie musi) być zwolniony z egzaminu ustnego i może mu być zaproponowana ocena końcowa.

Student ma prawo przystąpić do egzaminu w obu terminach. Jeżeli ocena wynikająca z pierwszego egzaminu nie jest dla studenta satysfakcjonująca - może przystąpić do egzaminu powtórnie w terminie poprawkowym.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Granice i ciągłość funkcji wielu zmiennych. Różniczka funkcji oraz jej ekstrema.  
Całki podwójne i potrójne. Zamiana całki na całkę iterowaną. Zamiana zmiennych w całce wielokrotnej. Współrzędne biegunowe, walcowe i sferyczne.  
Całki krzywoliniowe. Niezależność całki krzywoliniowej od drogi całkowania.  
Macierze, wyznaczniki. Rząd macierzy.  
Układy równań liniowych. Zapis macierzowy. Metoda eliminacji Gaussa. Wzory Cramera.  
Macierz dołączona, macierz odwrotna.  
Przestrzeń wektorowa. Podprzestrzeń przestrzeni wektorowej. Liniowa zależność/niezależność układu wektorów. Baza i wymiar przestrzeni wektorowej, współrzędne wektora w bazie.  
Przekształcenia liniowe. Jądro i obraz przekształcenia liniowego. Macierz odwzorowania liniowego.  
Macierz zmiany bazy. Zmiana macierzy przekształcenia liniowego przy zmianie bazy w przestrzeniach.  
Wartości własne i wektory własne przekształcenia liniowego i macierzy. Krotność wartości własnej, związki z wymiarem podprzestrzeni własnej.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Materiałoznawstwo, kompozyty i korozja**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Gabriel Rokicki</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:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z charakterem chemicznym, strukturą, składem fazowym itp. oraz właściwościami w warunkach pracy i zastosowaniami podstawowych materiałów stosowanych w technice. Przedmiot obejmuje zagadnienia związane z właściwościami i doбором materiałów we współczesnej technice, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów stosowanych w przemyśle chemicznym.

**Bibliografia:**

1. M. Blicharski, Wstęp do inżynierii materiałowej, WNT, Warszawa 2003
2. R. Pampuch, Materiały ceramiczne, PWN, 1988.
3. H. Saechtling, Tworzywa sztuczne – poradnik, WNT, 1995
4. D. Żuchowska, Polimery konstrukcyjne WNT, 2000.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat współczesnych metod otrzymywania, przetwórstwa, właściwości oraz zastosowań trzech podstawowych grup materiałów: metale i ich stopy, tworzywa ceramiczne i tworzywa sztuczne,
- mieć ogólną wiedzę na temat zapobiegania korozji metali i ich stopów, tworzyw ceramicznych, oraz tworzyw sztucznych,
- znać czynniki mające wpływ na właściwości materiałów złożonych takich jak kompozyty,
- znać ogólne zasady w zakresie doboru materiałów konstrukcyjnych / funkcjonalnych, modyfikowania ich właściwości i projektowania materiałów o zadanych właściwościach.

**Kryteria oceny:**

Pisemny egzamin testowy składający się z trzech części dotyczących materiałów metalicznych, ceramicznych i z tworzyw sztucznych. Z każdej części można uzyskać 20 pkt. Aby uzyskać zaliczenie trzeba zdobyć sumarycznie minimum 30 pkt, z tym, że z każdej części minimum wynosi 6 pkt. Ocena z przedmiotu wg liczby uzyskanych punktów przedstawia się następująco:

- < 30 pkt - ocena 2
- 30-36 pkt - ocena 3
- 37-42 pkt - ocena 3,5
- 42-48 pkt - ocena 4
- 49-54 pkt - ocena 4,5
- 55-60 - ocena 5

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Plan przedmiotu:

1. Materiały konstrukcyjne i funkcjonalne w przemyśle chemicznym 1 h
2. Wpływ struktury atomowej materiałów metalicznych na ich właściwości 3 h
3. Wpływ struktury materiałów metalicznych na ich właściwości 5 h
4. Procesy korozji elektrolitycznej i wysokotemperaturowej stopów metalicznych jednofazowych i wielofazowych (w tym kompozytów) 3 h
5. Zasady doboru materiałów metalicznych do pracy w różnych środowiskach; stopy metaliczne odporne na korozję, stopy żaroodporne, powłoki ochronne 3 h
- 6.. Klasyfikacja tworzyw ceramicznych i obszary ich zastosowań 1 h
7. Zarys technologii wytwarzania tworzyw ceramicznych 1 h
8. Ceramika glinokrzemianowa i ceramika z surowców naturalnych 3 h
9. Tworzywa ceramiczne z surowców głębokoprzetworzonych 4 h

10. Szkło i dewitryfikaty 2 h
11. Spoiwa ceramiczne 2 h
13. Tworzywa sztuczne - klasyfikacja i stosowana terminologia 1 h
14. Budowa chemiczna, nadcząsteczkowa, elementy stereochemii 1 h
15. Przetwórstwo i elementy reologii polimerów 1 h
16. Główne kierunki zastosowań polimerów 8 h
17. Kompozyty polimerowe 1 h
18. Metody badań i ocena właściwości tworzyw sztucznych 1 h

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Metody badania materiałów - laboratorium**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Andrzej Plichta</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:**

Laboratorium służy zapoznaniu studentów z tradycyjnymi i nowoczesnymi technikami badania materiałów. W odróżnieniu od laboratoriów analitycznych, nie będą badane substancje lub ich proste mieszaniny, roztwory tylko materiały służące wytwarzania przedmiotów lub części urządzeń. Badane będą materiały ceramiczne, metalowe (stopy), polimerowe oraz hybrydowe.

**Bibliografia:**

Student powinien być przygotowany do wykonywania ćwiczenia (i wejściówki) na podstawie:

- przygotowanej instrukcji (ćwiczenia: 1, 2, 4 – 11) - do pobrania ze strony KChITP (<http://kchitp.ch.pw.edu.pl>),
- skryptu: A. Szummer, A. Ciszewski, T. Radomski „Badania własności i mikrostruktury materiałów. Ćwiczenia laboratoryjne”, OWPW, Warszawa 2000 (ćwiczenie: 3)

**Efekty kształcenia:**

- 1) zna metody analityczne pozwalające identyfikować badany materiał (ceramika, tworzywa sztuczne) na podstawie jego struktury chemicznej; zna metody analityczne umożliwiające badanie właściwości termicznych oraz wielkość cząstek nanomateriałów; zna metody badania palności i efektów spalania materiałów polimerowych oraz biopaliw
- 2) zna metody badania korozji, twardości i właściwości powierzchniowych metali i ich stopów oraz materiałów ceramicznych; zna metody badania odporności mechanicznej materiałów polimerowych i ceramicznych
- 3) potrafi interpretować i weryfikować wyniki badań materiałów w oparciu o dane dla wzorców lub stabelaryzowane dane fizykochemiczne, wyciągając odpowiednie wnioski
- 4) potrafi zastosować właściwe metody badań i aparaturę w celu zidentyfikowania struktury chemicznej, składu, właściwości fizykochemicznych, mechanicznych, powierzchniowych oraz palności materiałów, w tym nanomateriałów
- 5) potrafi wyszukać i zastosować zasady BHP oraz odpowiednie normy regulujące przebieg analizy i rodzaj kształtek pomiarowych podczas badań materiałów (np. badania mechaniczne, twardość, palność, wł. termiczne)

**Kryteria oceny:**

Każdy Student odbywa 7 przydzielonych ćwiczeń (z puli 11 ćwiczeń)

Obecność na wszystkich 7 ćwiczeniach jest obowiązkowa. W przypadku nieobecności na 1 ćwiczeniu możliwe jest zaliczenie przedmiotu pod warunkami:

- a) student musi zaliczyć wejściówkę u prowadzącego w innym terminie,
- b) ocena z danego ćwiczenia brana do obliczania średniej będzie równa 2, lub jeśli prowadzący wyrazi zgodę Student odbywa ćwiczenie w innym terminie.

Na ocenę z ćwiczenia wpływają 3 składowe:

- a) ocena z wejściówki
- b) ocena z wykonania ćwiczenia
- c) ocena ze sprawozdania

Ocena z Laboratorium obliczana będzie jako średnia arytmetyczna z 7 ćwiczeń

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Celem zajęć jest zapoznanie studentów z metodami badania właściwości różnych typów materiałów – polimerów, tworzyw ceramicznych, metali i stopów – z zastosowaniem różnorodnych technik

pomiarowych. Studenci poznają podstawowe metody analizy chemicznej oraz badania właściwości mechanicznych materiałów polimerowych: termoplastycznych i utwardzonych. Badania wytrzymałościowe przeprowadzone zostaną na urządzeniu Instron oraz wyznaczony zostanie indeks tlenowy charakteryzujący palność tworzyw sztucznych. Urządzenie NanoSizer zostanie zastosowane do pomiaru wielkości (nano) cząstek, które mogą znaleźć zastosowanie jako wypełniacze tworzyw sztucznych. W ramach ćwiczeń prowadzonych na Wydziale Inżynierii Materiałowej studenci będą mieli możliwość poznać doświadczalne metody badania właściwości mechanicznych oraz makro- i mikrostruktury metali i ich stopów oraz określania zależności tych właściwości od różnych czynników (mikrostruktury, składu stopu, zastosowanej obróbki cieplnej). Na Wydziale Chemicznym dla metali przeprowadzone zostaną badania odporności korozyjnej: warunków ich korozji i pasywności. Następnie studenci zapoznają się z projektowaniem, otrzymywaniem i podstawowymi metodami badań ceramicznych tworzyw porowatych z piasku kwarcowego, elektrokorundu szlachetnego oraz węgla krzemu o różnej ilości ziaren oraz gęstych z tlenku glinu otrzymanych metodą prasowania jednostronnego.

Spis dostępnych ćwiczeń laboratoryjnych (6 godzin/ćwiczenie):

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. Pomiary właściwości fizykochemicznych biopaliw
9. Wyznaczanie właściwości termicznych materiałów
10. Badanie właściwości kwasowych powierzchni ciał stałych
11. Wyznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej materiałów

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Studenci, którzy nie będą wykonywać poleceń prowadzących lub nie zastosują się do regulaminu pracowni i/lub zasad bezpieczeństwa mogą zostać usunięci z zajęć.

Wszelkie sprawy organizacyjne, w tym zmiany grup, terminów odrabiania ćwiczeń itp muszą być uzgodnione z opiekunem przedmiotu.

**Metody badań materiałów wysokoenergetycznych**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Tomasz Gołofit</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.

**Bibliografia:**

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.

**Efekty kształcenia:**

Ogólna wiedza na temat metod analizy termicznej w badaniach materiałów niebezpiecznych.

Ogólna wiedza na temat metod identyfikacji i analizy składu materiałów niebezpiecznych za pomocą technik spektroskopowych i chromatograficznych.

Znajomość metod określania zagrożenia przy operowaniu materiałami niebezpiecznymi.

Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania.

Umiejętność pracy samodzielnie studiując wybrane zagadnienie oraz wybierając najważniejsze elementy w celu publicznego ich zaprezentowania.

**Kryteria oceny:**

Kolokwium zaliczeniowe

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Metody analizy termicznej w badaniach materiałów niebezpiecznych:

- 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:

- 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:

- 3.1 Wrażliwość ogrzewanie i płomień
- 3.2 Wrażliwość na tarcie i uderzenie
- 3.3 Zagrożenie elektrycznością statyczną (iskra)

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Metody syntezy organicznej**

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 materiału w sposób uwidaczniający wewnętrzną logikę chemii organicznej, wykazanie podobieństw i analogii wielu reakcji i przedstawienie podstawowych reguł decydujących o przebiegu reakcji. Cel ten zostanie zrealizowany poprzez przedstawienie materiału według kryteriów mechanistycznych: dlaczego i jak reagują poszczególne typy związków organicznych. Zostanie wykazane, że ogromna liczba różnych reakcji to warianty i przypadki szczególnie niewielkiej liczby procesów podstawowych, których przebieg jest determinowany rodzajem i elementami budowy reagentów oraz warunkami reakcji. Materiał będzie dyskutowany w oparciu o uproszczoną klasyfikację mechanistyczną: reakcje nukleofilowe, elektrofilowe i rodnikowe. Przedstawione zostaną najważniejsze zasady planowania syntez związków o umiarkowanym stopniu złożoności.

**Bibliografia:**

1. M. Mąkosza, M. Fedoryński - Podstawy syntezy organicznej . Reakcje jonowe i rodnikowe - Oficyna wydawnicza PW, 2006.
2. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers - Chemia organiczna, t.I-IV - WNT, 2009-2011.
3. C. Willis, M. Wills - Synteza organiczna - Wyd. Uniw. Jagiellońskiego, 2004.

**Efekty kształcenia:**

1. Zna podstawowe i zaawansowane reakcje organiczne - nukleofilowe, elektrofilowe i rodnikowe - mające znaczenie w lekkiej syntezie i technologii organicznej.
2. Zna elementy strategii planowania syntez organicznych.
3. Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę wartości praktycznych poznanych reakcji organicznych.
4. Potrafi zaplanować syntezę związku o umiarkowanym stopniu złożoności.

**Kryteria oceny:**

Na podstawie zaliczenia pisemnego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Czynniki wpływające na przebieg reakcji – przyczyny i warunki przebiegu reakcji chemicznych.
2. Czynniki wewnętrzne: energie wiązań chemicznych, polarność, polaryzowalność. energie HOMO i LUMO, rozmieszczenie atomów i grup w przestrzeni.
3. Czynniki zewnętrzne: energia, rozpuszczalniki (oddziaływania dyspersyjne, dipol-dipol, dipol-ładunek, koordynacyjne, wiązania wodorowe), katalizatory.
4. Reakcje jonowe. Podział tych reakcji na nukleofilowe i elektrofilowe. Definicja czynnika nukleofilowego i partnera elektrofilowego. Podkreślenie umowności podziału.
5. Reakcje nukleofilowe – podział czynników nukleofilowych: aniony nieorganiczne oraz elektron; obojętne elektrycznie cząsteczki organiczne i nieorganiczne; aniony organiczne, w których ładunek skupiony jest na heteroatomie; karboaniony; związki metaloorganiczne metali grup głównych.
6. Podział partnerów elektrofilowych: czynniki alkilujące; związki, w których atom węgla jest połączony wiązaniem podwójnym lub potrójnym z atomem o większej elektroujemności; elektrofilowe alkeny, tzw. akceptory Michaela; aromatyczne związki nitrowe.
7. Omówienie wybranych reakcji czynników nukleofilowych kolejno z partnerami elektrofilowymi (reakcje nukleofilowe).
8. Reakcje elektrofilowe – definicja czynnika elektrofilowego i partnera nukleofilowego. Podział czynników elektrofilowych: kationy nieorganiczne; nienaładowane cząsteczki nieorganiczne i organiczne; karbokationy. Podział partnerów nukleofilowych: aniony nieorganiczne; donory p; alkeny - donory elektronów  $\pi$ ; związki aromatyczne - donory elektronów  $\pi$ .
9. Omówienie metod wytwarzania czynników elektrofilowych i czynników wpływających na ich

aktywność.

10.Reakcje elektrofilowe. Reakcje związków nukleofilowych z karbokationami.

11.Reakcje elektrofilowe. Reakcje związków aromatycznych z czynnikami elektrofilowymi.

12.Reakcje nitrowania, chlorowcowania, nitrozowania i sulfonowania związków aromatycznych.

13.Reakcje karbokationów ze związkami aromatycznymi.

14.Reakcje z udziałem rodników. Ogólne wiadomości o budowie rodników organicznych i nieorganicznych. Metody wytwarzania rodników. Rodnikowe reakcje podstawienia. Przyłączanie rodników do wiązań nienasyconych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Metody syntezy polimerów**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Ewa Zygadło-Monikowska, prof.PW</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:**

Ogólna charakterystyka makrocząsteczek. Podstawowe wiadomości dotyczące procesów polimeryzacji łańcuchowej: polimeryzacja rodnikowa, jonowa (anionowa i kationowa) oraz polimeryzacja koordynacyjna. Polimeryzacja z udziałem reakcji metatezy. Polireakcje według mechanizmu stopniowego wzrostu łańcucha: polikondensacja i poliaddycja. Techniczne metody syntezy polimerów: polimeryzacja blokowa, w rozpuszczalniku, suspensyjna, emulsyjna, polimeryzacja na granicy faz i w procesie przetwórstwa. Przemysłowe metody otrzymywania i właściwości podstawowych polimerów syntetycznych.

**Bibliografia:**

1. Z. Florjańczyk, S. Penczek (red.) „Chemia polimerów”, Oficyna Wydawnicza PW Warszawa, 1997.
2. W. Szlezyngier, "Tworzywa sztuczne", FOSZE, 1998.
3. J. Pielichowski, A. Puszyński, "Chemia polimerów", FOSZE, 2004.

**Efekty kształcenia:**

Znajomość budowy chemicznej związków wielkocząsteczkowych oraz mechanizmów reakcji, według których otrzymuje się polimery. Znajomość podstawowych metod syntezy polimerów z uwzględnieniem doboru mechanizmu polireakcji, inicjatora oraz warunków reakcji. Umiejętność wnioskowania o reaktywności monomerów w procesach polireakcji na podstawie ich budowy chemicznej. Rozróżnianie technicznych metod otrzymywania polimerów w skali przemysłowej.

**Kryteria oceny:**

Egzamin pisemny w formie pytań otwartych.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Ogólna charakterystyka makrocząsteczek
2. Procesy polimeryzacji łańcuchowej i stopniowej
  - 2.1. Ogólna charakterystyka polireakcji łańcuchowych
    - 2.1.1. Polimeryzacja rodnikowa
    - 2.1.2. Polimeryzacja jonowa
    - 2.1.3. Polimeryzacja koordynacyjna
  - 2.2. Polireakcje stopniowe
    - 2.2.1. Polimery otrzymywane na drodze poliaddycji
    - 2.2.2. Polimery kondensacyjne
3. Techniczne metody syntezy polimerów
  - 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 i właściwości podstawowych tworzyw polimerowych
5. Polimery do specjalnych zastosowań

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Miniaturyzacja w chemii analitycznej - seminarium**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Michał Chudy, prof. PW</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 wybranymi zagadnieniami specjalnych technologii chemicznych pozwalających na tworzenie miniaturowych urządzeń i systemów do kontroli analitycznej. Rozpoczynać je będzie wykład wprowadzający dotyczący podstaw koncepcji oraz realizacji urządzeń analitycznych w mikroskali.

- Koncepcje miniaturyzacji urządzeń analitycznych
- Materiały, projektowanie oraz technologie wytwarzania systemów analitycznych
- Układy detekcyjne i sensory chemiczne w miniaturowych systemach analitycznych
- Miniaturowe układy w bioanalityce

**Bibliografia:**

1. „Miniaturyzacja w analityce” (red. Z. Brzózka), Oficyna PW, W-wa 2005.
2. „Mikrobioanalitka” (red. Z. Brzózka), Oficyna PW, W-wa 2009

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- zna najważniejsze grupy materiałów stosowanych do wytwarzania miniaturowych systemów analitycznych, oraz najważniejsze technologie ich produkcji
- zna zalety i wady mikrosystemów oraz korzyści płynące z prowadzenia procesów w mikroskali (analiz, syntez, przygotowania próbek)
- posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych opracowywanego tematu
- potrafi przygotować i przedstawić ustną prezentację z zakresu studiowanego zagadnienia
- potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienie oraz wybierając najważniejsze elementy w celu publicznego ich zaprezentowania

**Kryteria oceny:**

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 procedure 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

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Nowoczesne narzędzia chemii strukturalnej do przeszukiwania i analizy danych

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Izabela Madura</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>

### Krótki opis przedmiotu (Abstrakt):

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.

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.

### Plan przedmiotu:

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
5. Prezentacja wyników wraz z dyskusją 2h



**Literatura podstawowa:**

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**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Marek Gliński, prof. PW</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 zapoznanie studentów z podstawami ekotoksykologii, zasadami zielonej chemii, rolą katalizy w ochronie środowiska oraz realizacją zasad zielonej chemii w wybranych technologiach. W trakcie wykładu zostaną omówione zagadnienia dotyczące zastosowania w technologii chemicznej surowców odnawialnych i tzw. zielonych reagentów. Omówione będą także nowe, proekologiczne sposoby realizacji procesów chemicznych w technologii chemicznej.

**Bibliografia:**

1. W. Burczyk "Zielona Chemia - zarys" Ofic. Wyd. PWr 2006
2. A. S. Matlack "Introduction to Green Chemistry" CRC Press 2010.
3. C. Jimenez-Gonzales, D.J. C. Constable "Green Chemistry and Engineering" Wiley 2011
4. R.A. Sheldon, Green chemistry and catalysis, 2007.

**Efekty kształcenia:**

Ma podstawową wiedzę na temat ekotoksykologii, roli katalizy w ochronie środowiska oraz gospodarki odpadami, źródeł odpadów niebezpiecznych, energii odnawialnej i surowców odnawialnych

Ma podstawową wiedzę na temat zasad zielonej chemii oraz realizacji tych zasad w wybranych technologiach chemicznej

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i je interpretować, posiada umiejętność planowania właściwej gospodarki odpadami chemicznymi

Potrafi wyjaśnić podstawowe zjawiska towarzyszące procesom technologicznym, umie zastosować do tych procesów zasady zielonej chemii

Rozumie potrzebę doksztalcenia się i kompetencji zawodowych i osobistych; ma umiejętności pozwalające na prowadzenie efektywnego procesu samokształcenia i konieczność przestrzegania zasad etyki zawodowej

**Kryteria oceny:**

Suma ocen cząstkowych z 3 kolokwium w trakcie semestru.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Podanie i rozwinięcie definicji technologii chemicznej, ekologii, środowiska naturalnego i jego ochrony, ekotoksykologii, biomagnifikacji i persystencji. Przedstawienie opisu licznych wypadków z chemikaliami w przemyśle chemicznym jak i w laboratoriach. Przyczyny wypadków, przepisy bhp w przemyśle chemicznym. Omówienie zasad zrównoważonego rozwoju przy stosowaniu technologii chemicznych - paradygmat zrównoważonego rozwoju. Omówienie treści I Zasady Deklaracji z Rio de Janeiro, programu

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Podstawy chemii i technologii materiałów wysokoenergetycznych**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Paweł Maksimowski</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:**

Chemia nitrozwiązków. Podział i charakterystyka nitrozwiązków. Mechanizm i kinetyka nitrowania. Technologiczne zasady prowadzenia procesu nitrowania przy produkcji podstawowych materiałów wybuchowych jednoskładnikowych. Przykłady przemysłowych metod otrzymywania podstawowych materiałów wybuchowych.

**Bibliografia:**

- 1) T. Urbański, Chemia i technologia materiałów wybuchowych, MON, Warszawa 1955
- 2) T. Urbański, Chemistry and Technology of Explosives, volume 1-4, Pergamon Press N.Y., 1980
- 3) S. Cudziło, A. Maranda, J. Nowaczewski, R. Trębiński, W. A. Trzciniński, Wojskowe Materiały Wybuchowe, Wydawnictwo Wydziału Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2000

**Efekty kształcenia:**

Ogólna wiedza na temat chemii i technologii otrzymywania najważniejszych materiałów wysokoenergetycznych.

Ogólna wiedza teoretyczna na temat technologicznych zasad prowadzenia procesu nitrowania przy produkcji materiałów wybuchowych w szczególności zasad bezpieczeństwa.

Umiejętność sformułowania specyfikacji prostych procesów technologicznych otrzymywania materiałów wysokoenergetycznych w odniesieniu do surowców, operacji jednostkowych, aparatury i zasad BHP.

**Kryteria oceny:**

Trzy kolokwia.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- 1) Ogólna charakterystyka MW. Kryteria oceny MW. Klasyfikacja MW. Związki wybuchowe C - nitro, N - nitro i O - nitro.
- 2) Teoretyczne podstawy procesu nitrowania. Czynniki nitrujące. Natura i wytwarzanie kationu nitroniowego. Reakcje i produkty uboczne w procesie nitrowania.
- 3) Mechanizmy reakcji nitrowania.
  - a) mechanizm nitrowania arenów
  - b) mechanizm nitrowania węglowodorów alifatycznych
  - c) mechanizm nitrowania amin aromatycznych i alifatycznych
  - d) mechanizm estryfikacji alkoholi kwasem azotowym
- 4) Technologiczne podstawy procesu nitrowania. Zasady prowadzenia procesu. Aparatura. Schematy ciągów technologicznych. Kontrola procesu nitrowania.
- 5) Sporządzanie mieszanin nitrujących - zasady obliczeń. Przygotowanie poszczególnych kwasów o żądanym stężeniu. Przygotowanie mieszanin nitrujących o żądanym składach.
- 6) Regeneracja kwasów odpadkowych - denitracja i zatężanie.
- 7) Ogólna charakterystyka związków C-nitrowych (C-NO<sub>2</sub>).
- 8) Nitrowe pochodne benzenu.
- 9) Nitrowe pochodne toluenu.
- 10) Metody technologiczne otrzymywania trotylu.
- 11) Nitrowe pochodne chlorobenzenu.
- 12) Nitrowe pochodne fenolu.
- 13) Metody technologiczne otrzymywania kwasu pikrynowego.
- 14) C - nitrowe pochodne amin aromatycznych - TNAnilina, Heksyl, TATB.
- 15) Nitrowe pochodne węglowodorów alifatycznych, nitrometan, tetranitrometan,

bistrinitroetylomocznik.

16) Ogólna charakterystyka nitroamin (N-NO<sub>2</sub>)

17) C-Nitrowe pochodne związków heterocyklicznych.

18) Metody technologiczne otrzymywania tetrylu.

19) Metody technologiczne otrzymywania heksogenu.

20) Metody technologiczne otrzymywania oktogenu.

21) Ogólna charakterystyka azotanów alkoholi (nitroestrów, O-NO<sub>2</sub>)

22) Metody technologiczne otrzymywania pentrytu.

23) Metody technologiczne otrzymywania nitrogliceryny.

24) Metody technologiczne otrzymywania nitrocelulozy.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Podstawy chemii koloidów**

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:**

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z podstawami chemii koloidów ze szczególnych uwzględnieniem zjawisk fizykochemicznych zachodzących na granicy faz. Zagadnienia omawiane podczas wykładu są obecnie powszechnie wprowadzane do programów wielu renomowanych uczelni jako podstawa nowych nanomateriałów i nanotechnologii. Omówione zostaną szczegółowo zagadnienia oddziaływań ciało 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.

**Bibliografia:**

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 Ochhlal 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

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat zjawisk fizykochemicznych zachodzących na granicy faz ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk występujących na granicy faz ciecz-ciało stałe, ciecz-ciecz i ciecz -gaz
- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat oddziaływań pomiędzy cząstkami w zawiesinach koloidalnych
- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat kinetyki procesów aglomeracji i heteroflokulacji cząstek w zawiesinach
- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat dyspersji polimerowych, emulsji i pian oraz procesów ich otrzymywania

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa jest określana na podstawie oceny z egzaminu pisemnego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Omówione zostaną szczegółowo zagadnienia oddziaływań ciało stałe – ciecz w odniesieniu zarówno do proszków nieorganicznych w tym nanoproszków, dyspersji polimerów a także oddziaływania na granicy faz ciecz-gaz. Dużo miejsca poświęcone zostanie oddziaływaniom pomiędzy cząstkami w zawiesinach koloidalnych, procesom aglomeracji i heteroflokulacji cząstek w zawiesinach oraz metodom ich stabilizacji. Wykład poświęcony zostanie omówieniu:

- głównych właściwości zawiesin koloidalnych;
- morfologii cząstek w zawiesinach koloidalnych: wielkość i rozkład wielkości cząstek, kształt cząstek;
- procesom zachodzącym podczas sedymentacji zawiesin koloidalnych ;
- oddziaływań pomiędzy cząstkami w zawiesinach koloidalnych (oddziaływania van der Waalsa i stała Hamakera, oddziaływania elektrostatyczne- teoria DLVO, zasada Schulze-Hardego i szereg Hofmeistera);
- kinetyki procesów aglomeracji i heteroflokulacji cząstek;
- procesów stabilizacji zawiesin koloidalnych w tym stabilizacji elektrostatycznej, stabilizacji

sterycznej i stabilizacji elektrosterycznej;

- kinetyki i termodynamiki procesów flokulacji cząstek;
- dyspersji polimerowych i procesów ich otrzymywania;
- emulsji i pian
- właściwości reologicznych zawiesin koloidalnych

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Podstawy i zastosowania sensorów chemicznych i biochemicznych**

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:**

Celem wykładu jest przedstawienie problematyki sensorów chemicznych i biosensorów tj. fizykochemicznych podstawy działania, przykładów rozwiązań konstrukcyjnych a przede wszystkim ich praktycznego zastosowania. W trakcie wykładu omówione zostaną poszczególne klasy sensorów chemicznych (elektrochemicznych, optycznych, masowych i termicznych) a także biosensorów. Ze względu na rzeczywiste możliwości aplikacji, szczególny nacisk położony zostanie na przedstawienie sensorów elektrochemicznych oraz dynamicznie rozwijających się biosensorów oraz grup sensorów gazowych. Ponadto zaprezentowane zostanie zastosowanie matryc sensorów chemicznych w konstrukcji tzw. elektronicznego języka i nosa do automatycznej analizy i klasyfikacji próbek o złożonym składzie. Na podstawie dotychczasowego rozwoju, osiągnięć i obecnych kierunków prac badawczo-aplikacyjnych dokonano wyboru bogatego materiału źródłowego w celu zobrazowania podstawowych cech i ograniczeń sensorów chemicznych i biosensorów oraz ich zastosowań w klinicznej i procesowej kontroli analitycznej, w systemach kontroli bezpieczeństwa oraz w analizie środowiskowej (monitorowanie).

**Bibliografia:**

1. Z. Brzózka, W. Wróblewski, Sensory chemiczne, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 1998.
2. A. Hulanicki, Współczesna chemia analityczna. Wybrane zagadnienia, PWN Warszawa 2001.
3. Z. Brzózka, Mikrobioanalitka, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2009.
4. Z. Brzózka, Miniaturyzacja w analityce, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2005.

**Efekty kształcenia:**

Ogólna znajomość fizykochemicznych podstaw działania oraz konstrukcji podstawowych klas sensorów chemicznych i biosensorów  
 Ogólna wiedza na temat parametrów pracy, zakresu stosowalności i ograniczeń poszczególnych typów sensorów chemicznych i biosensorów.  
 Znajomość problemów w opracowywaniu nowych sensorów chemicznych i biosensorów a także głównych kierunków rozwoju takich urządzeń.  
 Umiejętność doboru odpowiedniego (bio)sensora umożliwiającego oznaczanie/monitoring danego (bio)analitu na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i internetowych.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie na podstawie kolokwium pisemnego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. WSTĘP
  - 1.1. Podstawowe definicje i terminologia sensorów chemicznych
  - 1.2. Charakterystyka i parametry pracy sensorów chemicznych
2. CHEMICZNE ROZPOZNAWANIE
  - 2.1. Receptory cząsteczek obojętnych i naładowanych
  - 2.2. Selektowność rozpoznawania molekularnego
3. SENSORY ELEKTROCHEMICZNE
  - 3.1. Podstawy działania i konstrukcja sensorów elektrochemicznych
  - 3.2. Sensory potencjometryczne – elektrody jonoselektywne
  - 3.4. Miniaturyzacja sensorów potencjometrycznych
  - 3.5. Sensory amperometryczne
  - 3.6. Sensory półprzewodnikowe (konduktometryczne)
  - 3.7. Zastosowania sensorów elektrochemicznych
4. SENSORY OPTYCZNE

- 4.1. Podstawy działania sensorów optycznych
- 4.2. Rozwiązania konstrukcyjne światłowodowych sensorów optycznych
- 4.3. Miniaturyzacja sensorów optycznych
- 4.4. Zastosowania sensorów optycznych
- 5. SENSORY GAZOWE
  - 5.1. Budowa i działanie gazowych sensorów masowych i termicznych
  - 5.2. Zastosowania sensorów masowych i termicznych
- 6. BIOSENSORY
  - 6.1. Biosensory – podstawy
  - 6.2. Warstwy receptorowe biosensorów
  - 6.3. Systemy detekcji stosowane w biosensorach
  - 6.4. Zastosowania biosensorów w medycynie i ochronie środowiska
- 7. ELEKTRONICZNY NOS I JĘZYK
  - 7.1. Budowa elektronicznego nosa i języka
  - 7.2. Metody rozpoznawania obrazu
  - 7.3. Zastosowania elektronicznego nosa i języka

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Podstawy krystalografii rentgenowskiej**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Izabela Madura</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:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z teorią budowy ciał krystalicznych i metodami doświadczalnymi prowadzącymi do wyznaczenia struktury krystalicznej. Omówione będą najważniejsze techniki doświadczalne stosowane w krystalografii rentgenowskiej wraz z metodami rozwiązywania i udokładnienia struktury kryształu oraz ze sposobami interpretacji wyników. Wykład obejmuje również wybrane zagadnienia krystalochemii.

**Bibliografia:**

- Z. Trzaska-Durski, H. Trzaska-Durska "Podstawy krystalografii strukturalnej i rentgenowskiej", PWN 1994.  
 Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec "Krystalografia - podręcznik wspomagany komputerowo", PWN 1996, 2001.  
 P. Luger, "Rentgenografia strukturalna monokryształów" PWN 1989.  
 M. van Meerssche, J. Feneau-Dupont "Krystalografia i chemia strukturalna", PWN 1984.  
 C. Giacovazzo, H.L. Monaco, G. Artioli, D. Viterbo, G. Ferraris, G. Gilli, G. Zanotti, M. Catti "Fundamentals of Crystallography", 2nd ed., International Union of Crystallography, Texts on Crystallography 7, Oxford University Press 2002.  
 W. Massa, "Crystal Structure Determination", 2nd ed., Springer Verlag 2004.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć wiedzę teoretyczną na temat budowy faz krystalicznych,
- umieć właściwie operować podstawowymi pojęciami krystalograficznymi i wykonać podstawowe obliczenia krystalograficzne,
- znać metody doświadczalne prowadzące do wyznaczenia struktury krystalicznej,
- na podstawie literatury i innych źródeł umieć zapoznać się samodzielnie z wybranym zagadnieniem dotyczącym krystalografii.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie przedmiotu następuje na podstawie oceny pracy w trakcie semestru oraz wyniku kolokwium końcowego.

Studenci wykonują pięć zadań domowych (indywidualnych i zespołowych) ocenianych w skali od 0 do 5 pkt.

Kolokwium zaliczeniowe obejmuje 5 pytań w formie zadań i jest oceniane w skali od 0 do 20 punktów.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie minimum 15 punktów z prac domowych i minimum 10 punktów z kolokwium końcowego.

Ocena końcowa z przedmiotu jest wystawiana na podstawie sumy zdobytych punktów.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Treści merytoryczne wykładu.

- Definicja kryształu i wprowadzenie podstawowych pojęć: sieć przestrzenna i sieć krystaliczna, komórka elementarna, współrzędne krystalograficzne, proste sieciowe, płaszczyzny sieciowe. Ważniejsze wzory krystalograficzne.
- Operacje i elementy symetrii grup punktowych (klas symetrii). Rzut stereograficzny. Złożenie elementów symetrii. Przegląd klas symetrii.
- Układy krystalograficzne. Symetria translacyjna sieci. Sieci Bravais'ego.
- Opis morfologii kryształu. Postacie proste i złożone kryształów. Przykładowe projekcje monokryształów.

- Strukturalne elementy symetrii. Grupy przestrzenne - charakterystyka wybranych prostych grup przestrzennych.
- Źródła promieniowania rentgenowskiego i jego oddziaływanie z materią. Warunki dyfrakcji na kryształach. Równania Lauego i Braggów. Sieć odwrotna a geometria dyfrakcji - konstrukcja Ewalda.
- Dyfrakcyjna sieć odwrotna - czynnik struktury, wygaszania systematyczne, prawo Friedla, grupy dyfrakcyjne Lauego.
- Problem fazowy i metody rozwiązywania struktury kryształu. Udokładnianie modelu struktury.
- Interpretacja danych strukturalnych.
- Doświadczalne metody krystalografii rentgenowskiej - badania monokryształów i polikryształów. Ćwiczenia są prowadzone jako zajęcia uzupełniające i wspomagające wykład z podstaw krystalografii rentgenowskiej. Rozwiązując proste problemy krystalograficzne studenci rozwijają wyobraźnię przestrzenną i zdobywają praktyczne umiejętności posługiwania się pojęciami z krystalografii geometrycznej i rentgenowskiej.
- Wyznaczanie wskaźników płaszczyzn oraz prostych sieciowych.
- Obliczenia geometryczne w układach współrzędnych krystalograficznych.
- Rzut stereograficzny ścian kryształu i wyznaczanie klasy krystalograficznej. Wykorzystanie siatki Wulfa i projekcje wybranych figur (monokryształów).
- Przypisywanie grupy punktowej dla wybranych cząsteczek. Analiza morfologiczna wybranych kryształów.
- Sieci Bravais'ego i strukturalne elementy symetrii oraz ich złożenie. Międzynarodowe symbole grup przestrzennych i określanie na tej podstawie układu krystalograficznego, klasy krystalograficznej oraz operacji symetrii.
- Wyznaczanie elementów symetrii i zespołów pozycji symetrycznie równoważnych dla wybranych grup przestrzennych.
- Zapoznanie studentów z przebiegiem pomiaru dyfrakcyjnego dla monokryształu na czterokołowym dyfraktometrze z detektorem CCD oraz procedurą wyznaczania struktury kryształu.
- Określanie typu sieci Bravais, klasy Lauego oraz grupy przestrzennej na podstawie otrzymanych obrazów dyfrakcyjnych sieć odwrotnych.
- Zapoznanie z przebiegiem pomiaru dyfrakcyjnego próbek polikrystalicznych. Wykorzystanie równania Braggów w obliczeniach dla dyfraktogramów proszkowych.
- Ćwiczenia z wykorzystaniem strukturalnych baz danych ICSD oraz CSD.
- 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.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Podstawy nauki o materiałach 1**

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:**

Przedmiot obejmuje podstawową wiedzę umożliwiającą dalsze studiowanie nauki o materiałach w trakcie wyższych lat studiów. Treści przedmiotu zawierają następujące zagadnienia: struktura krystaliczna i wiązania w metalach, termodynamiczne podstawy równowagi fazowej, podstawowe rodzaje faz w stopach metali, defekty budowy krystalicznej oraz wprowadzenie do procesów dyfuzji w ciele stałym.

**Bibliografia:**

Zalecana literatura: E-book – materiały pomocnicze do przedmiotu Podstawy Nauki o Materiałach 1 i 2. S. Prowans, Struktura stopów, PWN 2000  
 Literatura uzupełniająca: Metaloznawstwo, pod red. F. Stauba, Śląskie Wydawnictwo Techniczne 1994; L.A. Dobrzański, Metaloznawstwo z podstawami nauki o materiałach, WNT 1996; M.F. Ashby, D.R.H. Jones, Materiały Inżynierskie, Tom 2, WNT 1996.

**Efekty kształcenia:**

Po zakończeniu przedmiotu student potrafi scharakteryzować strukturę i mikrostrukturę stopów metali oraz defekty strukturalne. Zna podstawy równowagi termodynamicznej. Zna budowę fazową stopów i umie powiązać właściwości materiałów z typem faz oraz zdefektowaniem struktury. Ma wiedzę w zakresie podstawowych mechanizmów i dróg dyfuzji w stopach.

**Kryteria oceny:**

Przedmiot obejmuje dwie części. Pierwszą połowę semestru stanowią wykłady, które kończą się kolokwium w formie testowej. W drugiej połowie semestru prowadzone są ćwiczenia, kończące się kolejnym kolokwium, w formie odpowiedzi na pytania problemowe. Ocenę końcową stanowi ocena zbiorcza. Obie oceny częściowe muszą być pozytywne.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Plan wykładu:

1. Struktura krystaliczna i wiązania w metalach  
 Omówienie treści wykładów i zakresu materiału.  
 Podanie listy podręczników.  
 Przedstawienie wymagań zaliczeniowych.  
 Siły wiązania w kryształach.  
 Struktura krystaliczna pierwiastków metalicznych.  
 Wpływ rodzaju wiązań w kryształach na właściwości fizyczne.
2. Termodynamiczne podstawy równowagi fazowej  
 Układ termodynamiczny  
 Procesy odwracalne i nieodwracalne.  
 Pojęcie entropii.  
 Energia swobodna jako podstawa oceny stanu układu i kierunku zachodzenia przemian fazowych.  
 Wpływ temperatury na struktury metastabilne.
3. Podstawowe rodzaje faz w stopach metali  
 Roztwory stałe różnowęzłowe i międzywęzłowe  
 Roztwory stałe ciągłe i czynniki decydujące o ich powstaniu.  
 Roztwory stałe uporządkowane.  
 Fazy pośrednie kontrolowane przez czynniki wielkości atomów (fazy międzywęzłowe – wodorki,

borki, węgliki, azotki metali przejściowych, fazy Lavesa).

Fazy kontrolowane przez czynniki stężenia atomowego (fazy Hume – Rothery'ego).

Inne fazy pośrednie występujące w stopach.

Roztwory stałe wtórne.

Roztwory stałe pustowęzłowe.

#### 4. Defekty budowy krystalicznej

Klasyfikacja defektów.

Defekty punktowe.

Dyslokacje krawędziowe i śrubowe.

Dyslokacje mieszane.

Kontur i wektor Burgersa.

Wąsko i szerokokątowe granice ziaren.

Błędy ułożenia.

Granice ziaren i granice międzyfazowe.

#### 5. Dyfuzja (wprowadzenie)

Dyfuzja jako proces zmniejszania stanu energii swobodnej układu.

I i II prawo Ficka.

Rodzaje dyfuzji (objętościowa, po granicach ziaren, powierzchniowa, wzdłuż linii dyslokacji).

Mechanizmy dyfuzji objętościowej.

Grubość warstwy dyfuzyjnej i jej budowa.

#### **Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Wiedzę bazową stanowią podstawy fizyki i chemii w zakresie szkoły średniej.

**Podstawy nauki o materiałach 2**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Marcin Leonowicz</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (45h) + Laboratorium (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

Przedmiot obejmuje podstawową wiedzę umożliwiającą dalsze studiowanie nauki o materiałach w trakcie wyższych lat studiów. Treści przedmiotu zawierają następujące zagadnienia: metody ujawniania mikro i makrostruktury, dwuskładnikowe, trójskładnikowe i czteroskładnikowe układy równowagi faz, układ Fe – Fe<sub>3</sub>C, krystalizacja z fazy ciekłej i stałej, wstęp do krystalografii, podstawy opisu budowy ciał krystalicznych, symetrie i struktury atomowe.

**Bibliografia:**

Zalecana literatura: E-book – materiały pomocnicze do przedmiotu Podstawy Nauki o Materiałach 1 i 2. S. Prowans, Struktura stopów, PWN 2000  
 Literatura uzupełniająca: Metaloznawstwo, pod red. F. Stauba, Śląskie Wydawnictwo Techniczne 1994; L.A. Dobrzański, Metaloznawstwo z podstawami nauki o materiałach, WNT 1996; M.F. Ashby, D.R.H. Jones, Materiały Inżynierskie, Tom 2, WNT 1996.

**Efekty kształcenia:**

Po zakończeniu przedmiotu student potrafi przygotować próbki do badań metalograficznych, potrafi interpretować układy równowagi fazowej. Zna układ równowagi żelazo - węgiel oraz potrafi opisać i scharakteryzować występujące w nim fazy i struktury. Zna definicje stali i żeliw. Rozumie zasady zarodkowania i krystalizacji stopów.

**Kryteria oceny:**

Egzamin na koniec semestru.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Plan wykładu:

1. Metody ujawniania mikro i makrostruktury  
 Badania makroskopowe – metody i zastosowanie.  
 Zasada działania mikroskopu metalograficznego.  
 Przygotowanie zglądów.  
 Metody badań metalograficznych (konwencjonalne, w świetle spolaryzowanym, kontrast fazowy, kontrast interferencyjny, mikroskopia wysokotemperaturowa).
2. Układy równowagi faz.  
 Reguła faz Gibbsa.  
 Reguła dźwigni.  
 Budowa wykresów równowagi faz.  
 Przeliczanie składów procentowych.  
 Doświadczalne sporządzanie wykresów równowagi.
3. Wykresy równowagi układów dwuskładnikowych  
 Układ z nieograniczoną rozpuszczalnością w stanie stałym.  
 Układ z eutektyką i ograniczoną rozpuszczalnością w stanie stałym.  
 Układ z eutektyką i brakiem rozpuszczalności w stanie stałym.  
 Układ z perytektką i ograniczoną rozpuszczalnością w stanie stałym.  
 Układy z fazami międzymetalicznymi.  
 Układ z monotektyką na przykładzie Pb – Zn.  
 Układy z eutektyką bliską czystego składnika.  
 Układy z brakiem rozpuszczalności w stanie stałym, np. Bi – Fe.

Prawo Vegarda.

Charakterystyka układów podwójnych, których składniki ulegają przemianom alotropowym.

Schemat zależności wielkości fizycznych od charakteru wykresu.

4. Wykresy równowagi układów trój i więcej składnikowych

Przestrzenny wykres równowagi układu trójskładnikowego.

Wykresy płaskie.

Przekroje izotermiczne i stężeniowe.

5. Układ Fe – Fe<sub>3</sub>C i struktury równowagowe w tym układzie

Punkty i temperatury charakterystyczne wykresu równowagi.

Fazy i składniki strukturalne.

Przemiany fazowe przy chłodzeniu stali.

Przemiany fazowe przy chłodzeniu żeliw białych.

6. Krystalizacja z fazy ciekłej i stałej

Zarodkowanie.

Mechanizm wzrostu.

Rozmieszczenie składników w rzeczywistych warunkach krystalizacji.

Morfologia frontu krystalizacji i tworzących się struktur.

Krystalizacja dendrytyczna.

Struktury wlewków i mechanizmy tworzenia się stref.

Techniczne metody monokrystalizacji.

7. Wstęp do krystalografii

Klasyfikacja ciał stałych pod względem ich budowy – struktury.

8. Podstawy opisu budowy ciał krystalicznych

Sieć przestrzenna (parametry sieci, komórka elementarna, wektory sieciowe, kierunki i płaszczyzny sieciowe – wskaźnikowane). Opis prosty i złożony. Baza atomowa (motyw).

Relacja pomiędzy – siecią przestrzenną, a strukturą atomową.

Sieci Bravais.

9. Symetrie

Symetria translacyjna.

Symetrie punktowe (I i II rodzaju).

10. Struktury atomowe

Opis rzeczywistych struktur (komórka, położenie atomów w komórce, przestrzenie międzyatomowe – luki, liczby koordynacyjne, gęstość wypełnienia)

Przykłady podstawowych struktur.

Monokrystalły, polikrystalły (ziarna, granice ziaren).

Nanokrystalły.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Podstawy obliczeń inżynierskich 1**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Leon Gradoń</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:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z procesami przetwarzania materii i towarzyszących im zjawisk fizycznych, fizykochemicznych oraz przemian chemicznych.

**Bibliografia:**

- A. Selecki, L. Gradoń, "Podstawowe procesy przemysłu chemicznego", WNT, Warszawa 1985 (istnieje wersja elektroniczna)
- R. Fedler, R. Rousseau, "Elementary principles of chemical processes", Wiley, New York 1986
- Notatki wykładowe zamieszczone na stronie wykładowcy

**Efekty kształcenia:****Kryteria oceny:**

dwa kolokwia z całości materiału

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Pojęcia procesów ustalonych i nieustalonych w czasie; Wielkości podlegające bilansowaniu; Pojęcia wielkości intensywne i ekstensywne; Przykłady wielkości tworzących akumulację; Pojęcia wartości danej wielkości, układy jednostek i sposoby przeliczania jednostek; Przykłady przeliczania jednostek z różnych układów dla przypadków prostych i złożonych zależności funkcyjnych; Klasyfikacja procesów przetwarzania; Procesy ciągłe, okresowe i półokresowe; Pojęcia strumieni masowych i objętościowych; Przykłady procesów ciągłych i okresowych; Analiza przydatności poszczególnego typu procesów dla konkretnych przypadków przekształcania materii; Podstawowa zasada bilansu masowego; Procedury postępowania przy sporządzaniu bilansów; Dobór składnika kluczowego; Dobór jednostek; Pojęcia stężeń masowych i molowych składników; Przykład procedury postępowania przy sporządzaniu bilansu; Określenie niewiadomych; Bilans jako źródło znajdowania niewiadomych poprzez układ równań bilansowych; Przykłady obliczeń inżynierskich opartych na bilansie masowym; Bilans masy w aparacie i w układzie aparatów; Przykłady obliczeń w przypadku procesów z reakcją chemiczną i bez reakcji chemicznej; Zasada bilansowania jako źródło do wykonania obliczeń inżynierskich; Przykłady obliczeń dla prostych i złożonych powiązań pomiędzy podobszarami bilansowymi; Bilanse energetyczne; Formy energii wykorzystywane w bilansach i zależności pomiędzy nimi; Podstawowe pojęcia termodynamiczne; Metody szacowania udziału poszczególnych form energii składających się na bilans; Sposoby oceny błędu wynikającego z przyjętych uproszczeń; Pojęcie układu zamkniętego i otwartego dla bilansu energetycznego; Praca zewnętrzna, ciepło zewnętrzne, energia wewnętrzna i entalpia; Związki pomiędzy tymi wielkościami w kontekście bilansu energetycznego; Ogólna zasada bilansu energii; Procedura postępowania przy sporządzaniu bilansu; Przedstawienie procedury bilansowania na przykładach; Przykłady obliczeń inżynierskich związanych z bilansem energii dla układów otwartych i zamkniętych, z przemianą chemiczną i bez przemiany chemicznej; Bilanse reaktorów ciągłych i okresowych; Bilanse układów separacyjnych; Podstawy bilansowania populacji w układach makroskopowych; Przykłady obliczeń inżynierskich wykorzystujących bilans populacji: w bioinżynierii (bilansowanie populacji mikroorganizmów w bioreaktorze) i technologii (bilansowanie populacji kryształów w krystalizatorach o działaniu ciągłym i okresowym); Informacja o metodach obliczeniowej mechaniki płynów (CFD). Koncepcja bilansowania; Galeria zastosowań obejmie przemysł chemiczny, lotniczy, samochodowy, zastosowania biomedyczne (filmy, zdjęcia)

**Podstawy obliczeń inżynierskich 2**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Jerzy Bałdyga</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)+ projekt (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

**Cele przedmiotu:**

**Bibliografia:**

**Efekty kształcenia:**

**Kryteria oceny:**

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



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

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:

Temat zajęć dotyczy podstaw produkcji, przetwórstwa i zastosowania najbardziej popularnych tworzyw sztucznych.

Z podanych 70 tematów studenci wybierają własny temat seminarium. Oceniana będzie treść wystąpienia i aktywność w dyskusji.

### Bibliografia:

1. J. Pielichowski, A. Puszyński, Technologia tworzyw sztucznych, WNT, Warszawa 2005.
2. W. Saechtling, Tworzywa sztuczne. Poradnik, WNT, Warszawa 2000.

### Efekty kształcenia:

1. Przygotowanie seminarium na zadany temat
2. Korzystanie z informacji podanych w wykładach, bibliotekach, internecie z
3. Czynny udział w dyskusji

### Kryteria oceny:

Seminarium oceniane jest na podstawie:

- ocena wygłoszonego seminarium (ocena prowadzącego, waga 0.3)
- ocena wygłoszonego seminarium (ocena studentów, waga 0.2)
- ocena aktywności w seminarium (udział w dyskusji, waga 0.1)
- ocena testu obejmującego wygłoszone seminaria (waga 0.4)

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Celem przedmiotu jest poszerzenie i pogłębienie wiedzy przekazywanej studentom w ramach wykładów prowadzonych na sem. IV i V, a w szczególności Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Chemii Analitycznej, Technologii Chemicznej oraz Materiałoznawstwa, o informacje o charakterze aplikacyjnym.

Temat zajęć dotyczy podstaw produkcji, przetwórstwa i zastosowania najbardziej popularnych jak również specjalistycznych tworzyw sztucznych.

Z podanych ponad 70 tematów studenci wybierają własny temat seminarium. Studenci mogą również zgłosić własny temat seminarium i jeżeli będzie zaaprobowany przez prowadzącego, to mogą wygłosić seminarium na ten właśnie temat. Oceniana będzie treść, forma wystąpienia aktywność w dyskusji, znajomość zagadnień poruszanych w seminariach wygłaszanych przez innych studentów (test).

### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):

**Podstawy przetwórstwa i modyfikacji tworzyw sztucznych**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Andrzej Plichta</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:**

W ramach wykładu omówione zostaną wybrane metody przetwórstwa termoplastów i duroplastów. Przedstawione zostaną technologie formowania wybranych, podstawowych artykułów codziennego użytku. Zaprezentowane zostaną podstawowe metody modyfikacji fizycznej (wprowadzanie dodatków) oraz chemicznej materiałów polimerowych. Przekazana zostanie podstawowa wiedza o zagospodarowaniu odpadów, czyli o rodzajach i zastosowaniu recyklingu do danych tworzyw.

**Bibliografia:**

1. Z. Florjańczyk, S. Penczek (red.), „Chemia polimerów”, t. I, II i III, OWPW, Warszawa, 1997.
2. J.W. Nicholson, „Chemia polimerów”, WNT, Warszawa, 1996.
3. J.J. Pielichowski, A.A. Puszyński, „Technologia tworzyw sztucznych”, WNT, Warszawa, 1994.
4. D. Żuchowska, „Polimery konstrukcyjne. Przetwórstwo i właściwości”, WNT, Warszawa, 1996.
5. W. Kucharczyk, „Przetwórstwo tworzyw sztucznych dla mechaników”, 2005
6. J. Krzemiński, „Technologia Tworzyw Sztucznych. Przetwórstwo”, OWPW Warszawa 1985
7. R. Sikora, „Przetwórstwo Tworzyw Polimerowych”, WPL, Lublin 2006
8. K. Wilczyński, „Reologia w przetwórstwie tworzyw sztucznych”, WNT, Warszawa 2001
9. K. Wilczyński (red.), "Wybrane zagadnienia przetwórstwa tworzyw sztucznych", OWPW, Warszawa 2011

**Efekty kształcenia:**

1. Zna najważniejsze grupy materiałów polimerowych stosowanych w technice, oraz najważniejsze grupy środków pomocniczych (addytywów) stosowanych do modyfikacji właściwości użytkowych i przetwórczych tych materiałów; zna metody badania właściwości tych materiałów
2. Zna podstawowe metody przetwórstwa tworzyw sztucznych, włączając w to ogólną znajomość budowy i zasady działania urządzeń przetwórczych
3. Ma wiedzę z zakresu metod utylizacji i wtórnego wykorzystania materiałów polimerowych lub odzysku energii.  
posiada umiejętność charakteryzowania i opisywania właściwości chemicznych, fizykochemicznych i mechanicznych materiałów polimerowych
4. Potrafi ocenić istniejące rozwiązania technologiczne w zakresie sposobu funkcjonowania, aparatury i użyteczności oraz sformułować ich specyfikację.
5. Potrafi dostrzegać i analizować aspekty ekologiczne, ekonomiczne, bezpieczeństwa, społeczne procesów technologicznych
6. Ma świadomość swoich kwalifikacji oraz rozumie potrzebę stałego ich podnoszenia a także popularyzacji swojej wiedzy technologicznej wśród laików
7. Ma świadomość przestrzegania zasad etycznych oraz kierowania się zasadą zrównoważonego rozwoju

**Kryteria oceny:**

Obecność na wykładzie nie jest obowiązkowa, acz zalecana.

Ocena z przedmiotu zostanie wystawiona w oparciu o egzamin na koniec semestru.

Egzamin będzie składał się z 6 - 8 pytań otwartych.

Przykładowe kryteria ocen (max. 60 pkt):

- od 55 pkt. 5,0
- od 50 pkt. 4,5
- od 45 pkt. 4,0
- od 40 pkt. 3,5
- od 30 pkt. 3,0

poniżej 30 pkt - niezaliczone.

Aktywność podczas wykładu będzie premiowana dodatkowymi punktami.

### **Szczegółowe treści merytoryczne:**

W ramach wykładu zostaną omówione następujące zagadnienia:

1. Wpływ czynników strukturalnych, mikrostrukturalnych i nadstrukturalnych na właściwości fizykochemiczne i mechaniczne polimerów. Krzywa termomechaniczna.
2. Podstawowe kierunki i metody modyfikacji fizycznej polimerów poprzez dodatki:
  - stabilizatorów (antyoksydanty),
  - plastyfikatorów (plastyfikacja zewnętrzna),
  - napełniaczy włóknistych i proszkowych,
  - modyfikatorów udarności,
  - barwników, pigmentów i wybielaczy optycznych,
  - środków ułatwiających przetwórstwo,
  - wybranych środków specjalnych: antypireny, moderatory przewodnictwa elektrycznego, biocydy.
3. Modyfikacja chemiczna:
  - plastyfikacja wewnętrzna (kopolimeryzacja)
  - utwardzanie żywic,
4. Podstawowe metody oceny parametrów mechanicznych i cieplnych wyrobów z tworzyw sztucznych:
  - wytrzymałość mechaniczna (rozciąganie, zginanie, zginięcie),
  - udarność,
  - twardość,
  - palność, termostabilność.
5. Podstawy reologii polimerów.
6. Metody przetwórstwa termoplastów (budowa i zasada działania urządzeń przetwórczych i linii technologicznych):
  - wytłaczanie, współwytłaczanie, wytłaczanie z rozdmuchem (cienkie folie, butelki) technologia wytłaczania rur/profilu,
  - wtrysk, wtrysk reaktywny, formy zimno i gorącokanałowe, rozwiązania techniczne,
  - termoformowanie metodą periodyczną i ciągłą
  - kalandrowanie i walcowanie.
7. Podstawowe metody przetwórstwa duroplastów:
  - prasowanie tłoczne,
  - laminowanie.
8. Kierunki zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych (rodzaje recyklingu, biodegradacja i odzysk energii)

### **Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Podstawy technologii ciała stałego**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Janusz Płocharski</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:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami wybranych technologii ciała stałego.

**Bibliografia:**

1. J. Dereń, J. Haber, R. Pampuch, Chemia ciała stałego, PWN, Warszawa 1975.
2. S. Mrowec, Kineetyka 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.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student

- ma ogólną wiedzę teoretyczną na temat właściwości ciał stałych wpływających na ich reaktywność chemiczną,
- może wykazać się znajomością mechanizmów reakcji i procesów biegnących w objętości fazy stałej i na jej powierzchni,
- potrafi zaproponować metody otrzymywania wybranych materiałów ceramicznych, warstwowych i monokrystalicznych.

**Kryteria oceny:**

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

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wybrane właściwości faz stałych w powiązaniu z ich reaktywnością.

Defekty punktowe w kryształach i oddziaływania między nimi. Budowa powierzchni ciała stałego oraz wybrane właściwości materiałów nanometrycznych.

Transport masy w fazie stałej. Przewodnictwo jonowe.

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).

Wybrane metody wytwarzania struktur warstwowych (naparowanie próżniowe, rozpylanie jonowe, chemiczne osadzanie z fazy gazowej).

Kształtowanie struktur warstwowych (fotolitografia).

Wybrane metody otrzymywania materiałów monokrystalicznych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Polimery naturalne**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Ewa Zygadło-Monikowska, prof.PW</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:**

Ogólna charakterystyka polimerów i metod polimeryzacji oraz wybrane zagadnienia dotyczące polimerów występujących w przyrodzie oraz ich analogów otrzymywanych syntetycznie. Podstawowe rodzaje polimerów naturalnych i ich odmiany. Najważniejsze technologie wykorzystujące takie polimery - chemiczna modyfikacja.

**Bibliografia:**

1. Z. Florjańczyk, S. Penczek (red.) „Chemia polimerów”, Oficyna Wydawnicza PW Warszawa, 1997.
2. J. Kączkowski; Podstawy biochemii; WNT; Warszawa 1997
3. L. Stryer, J.L. Tymoczko, J.M. Berg; Biochemia; PWN, Warszawa 2005

**Efekty kształcenia:**

Znajomość budowy chemicznej związków wielkocząsteczkowych występujących w naturze oraz wybranych technologii przetwarzania i modyfikacji polimerów naturalnych. Umiejętność rozróżniania podstawowych polimerów występujących w naturze. Wiedza na temat możliwości wykorzystywania polimerów pochodzenia naturalnego jako surowców dla różnych gałęzi przemysłu.

**Kryteria oceny:**

Egzamin pisemny.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

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 potranslacyjne 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

2.5 Modyfikowane oleje roślinne i ich zastosowanie w syntezie polimerów

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Praktyczne aspekty interpretacji widm IR, <sup>1</sup>H NMR i <sup>13</sup>C NMR**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Przemysław Szczeciński</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:**

Pogłębienie umiejętności wyciągania wniosków na temat struktury związków organicznych na podstawie danych otrzymanych za pomocą wymienionych w tytule metod spektroskopowych. Jest to uzupełnienie przedmiotu p.t. "Spektroskopowe metody badania struktury materii" (semestr IV). Głównym celem wykładu jest, poza przypomnieniem fizycznych podstaw ww. spektroskopii, zapoznanie słuchaczy z najważniejszymi problemami występującymi przy interpretacji widm IR i NMR. W związku z tym duży nacisk położono na aktywne uczestnictwo słuchaczy w interpretacji prezentowanych w czasie wykładu licznych przykładów.

**Bibliografia:**

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. Materiały pomocnicze. Internetowa strona Zakładu Chemii Organicznej.

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien znać mechanizmy absorpcji promieniowania elektromagnetycznego odnoszące się do spektroskopii IR i NMR oraz podstawowe zależności między położeniem i postacią sygnałów absorpcyjnych a strukturą cząsteczki. Na tej podstawie powinien umieć wnioskować o obecności głównych grup funkcyjnych oraz o właściwościach strukturalnych cząsteczki.

**Kryteria oceny:**

Kolokwium pisemne.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Jakościowy opis zjawiska absorpcji promieniowania elektromagnetycznego z zakresu fal podczerwonych (widma IR) i radiowych (widma NMR) przez związki organiczne (4 godz.).
2. Podstawowe parametry widm IR i <sup>1</sup>H NMR. Najważniejsze korelacje pomiędzy tymi parametrami i strukturą molekularną (3 godz.).
3. Wprowadzenie do spektroskopii <sup>13</sup>C NMR (1 godz.).
4. Zasygnalizowanie istnienia zaawansowanych technik NMR (np. spektroskopia dwuwymiarowa, 1 godz.).
5. Omówienie przykładów oznaczania budowy związków organicznych na podstawie widm IR i NMR (6 godz.).

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Praktyczne zastosowanie chromatografii cieczowej i gazowej**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Katarzyna Pawlak, prof. PW</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h)+seminarium (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

**Cele przedmiotu:**

**Bibliografia:**

**Efekty kształcenia:**

**Kryteria oceny:**

.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Praktyczne zastosowanie spektrometrii mas**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr. inż. Katarzyna Lech</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 zapoznanie studenta z techniką spektrometrii mas jako narzędziem do identyfikacji związków organicznych oraz możliwościami pozyskiwania informacji strukturalnych na podstawie interpretacji widm mas.

Wykład obejmuje tematykę związaną z jakościową interpretacją widm mas, pokazuje jakie informacje strukturalne można na ich podstawie uzyskać i omawia sposoby powstawania jonów parzysto- i nieparzysto-elektronowych. Wykład pokazuje też obszary zastosowań spektrometrii mas i stanowi wprowadzenie do zastosowanie spektrometrii mas w analizie podstawowych klas związków organicznych, w tym białek, polimerów oraz związków małowcząsteczkowych.

**Bibliografia:**

1. Hoffmann E, Charette J, Stroobant V, Spektrometria mas, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1998
2. Gross JH, Mass Spectrometry, Springer-Verlag, Berlin, 2004
3. Cole RB, Electrospray and MALDI mass spectrometry. Fundamentals, instrumentation, practicalities, and biological applications, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2010

**Efekty kształcenia:**

Znajomość podstaw działania spektrometrów mas

Znajomość zasad powstawania i fragmentacji jonów

Umiejętność dobrania odpowiedniej techniki spektrometrii mas, która może być zastosowana do badania podstawowych grup związków

Znajomość zasad interpretacji widm mas wybranych grup związków

Zrozumienie rosnącego znaczenia spektrometrii mas wśród technik instrumentalnych stosowanych we współczesnym laboratorium

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie w oparciu o dwa kolokwia

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Prawo karne a chemia**

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:**

W związku z faktem, iż spora część substancji chemicznych jest chroniona prawem zachodzi potrzeba zapoznania studentów z taką problematyką i wnikającą z niej odpowiedzialnością. 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.

**Bibliografia:**

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,
5. Kodeks wykroczeń.

**Efekty kształcenia:****Kryteria oceny:**

zaliczenie

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

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 tyczących 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.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Projektowanie procesów technologicznych**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Paweł Ruśkowski</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:**

Celem zajęć jest poznanie metodyki opracowywania technologii syntezy chemicznej i biochemicznej pod kątem projektowania i wdrażania procesów technologicznych w skali przemysłowej. Omawiane zagadnienia to: optymalna organizacja cyklu badawczo-projektowo-wdrożeniowego, koncepcja chemiczna i technologiczna (badania i rozwój), zasady technologiczne, modelowanie procesu, powiększanie skali, podział na procesy i operacje jednostkowe. Elementy projektu procesowego, takie jak: schemat ideowy (block diagram), zużycie surowców, bilans masowy i cieplny, dobór aparatury, schemat technologiczny (flow sheet), opis przebiegu procesu, automatyzacja, zagrożenia i bezpieczeństwo pracy, kontrola analityczna, ochrona środowiska, korozja i materiałoznawstwo, założenia dla branż projektowych. Cykl realizacji inwestycji przemysłowej, ekonomika procesu, dojrzałość technologii do wdrożenia. Podkreśla się potrzebę wykorzystania wiedzy zdobytej na wcześniejszych latach studiów, do projektowania technologicznego. Wskazuje się na sposoby „myślenia technologicznego” i podejmowania decyzji. Informacje przekazywane w trakcie wykładu są przydatne w realizacji Laboratorium Technologicznego na VIII semestrze.

**Bibliografia:**

1. S. Bretsznajder i inni, Podstawy ogólne technologii chemicznej, WNT, Warszawa, 1973.
2. Projektowanie procesów technologicznych – Od laboratorium do instalacji przemysłowej, red. L. Synoradzki, J. Wisiański, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2006.
3. L. Synoradzki, i inni, Projektowanie procesów technologicznych, I-IV, OWPW, 2001÷3.
4. N. G. Anderson, Practical Process Research and Development, Academic Press, 2000.
5. L. Synoradzki i inni, Przem. Chem., 56 (1977) 525, 63 (1984) 302, 65 (1986) 141, 179.
6. Przemysł Chemiczny, Organic Process Research and Development, Chemical Engineering

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat opracowywania technologii syntezy chemicznej pod kątem projektowania i wdrażania procesu chemicznego w skali przemysłowej,
- umieć wykorzystać zaawansowaną wiedzę informatyczną w praktyce technologicznej,
- umieć wykonać założenia do projektu prostej instalacji technologicznej przemysłu chemicznego,
- umieć pozyskiwać informacje naukowe ze źródeł elektronicznych.

Student po zaliczeniu:

- zna elementy projektu procesowego oraz organizację cyklu badawczo-projektowo-wdrożeniowego
- posiada zaawansowaną wiedzę informatyczną pozwalającą na efektywne wykorzystanie technik komputerowych i pakietów oprogramowania w praktyce technologicznej
- potrafi wykonać założenia do projektu prostej instalacji technologicznej przemysłu chemicznego
- potrafi posługiwać się zaawansowanymi technikami informacyjno-komunikacyjnymi wspomagającymi realizację zadań inżynierskich z zakresu technologii chemicznej
- potrafi sprawnie posługiwać się dostępnymi źródłami literaturowymi
- potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienie

**Kryteria oceny:**

egzamin pisemny i ustny

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. WSTĘP 2 h

1.1. Kompleksowość projektowania procesu technologicznego

- 1.2. Podstawowe definicje i wzory
- 1.3. Sformułowanie problemu (wytworzenie produktu w skali produkcyjnej w sposób jak najtańszy)
2. CYKL REALIZACJI INWESTYCJI PRZEMYSŁOWEJ 2 h
  - 2.1. Podstawowe dokumenty
    - Opis Metody Technologicznej (OMT) (na podst. badań laborat., ewent. półtechn.)
    - Założenia do Projektu Procesowego (ZPP) (opis metody technologicznej i koncepcja instalacji docelowej)
    - Projekt Procesowy (PP) (branża technologiczna, projekt instalacji technologicznej, inne branże projektowe)
    - Projekt budowlany (PB) (podstawowy dokument formalno-prawny)
    - Projekt Techniczny (PT)
  - 2.2. Budowa instalacji
  - 2.3. Rozruch, eksploatacja
3. ORGANIZACJA CYKLU BADAWCZO-PROJEKTOWO-WDROŻENIOWEGO 2 h
  - 3.1. Etapy cyklu (badania: laboratorium, MIM-y, półtechnika; projektowanie: półtechnika, instalacja przemysłowa; wdrożenie (inwestycja): instalacja przemysłowa)
  - 3.2. Rola technologa jako badacza i organizatora opracowywania technologii
  - 3.3. Współpraca: badacz-projektant-przemysłowiec
  - 3.4. Zasady przejścia od laboratorium do instalacji przemysłowej (opłacalność, praca zespołowa, twórcze alternatywne rozwiązywanie problemów)
  - 3.5. Właściwości substancji dla potrzeb projektowania
4. KONCEPCJA CHEMICZNA 4 h
  - 4.1. Rozeznanie literaturowo-patentowe (STN)
  - 4.2. Zagadnienia własności intelektualnej
  - 4.3. Wybór reakcji chemicznej
  - 4.4. Wybór rodzaju procesu (periodyczny, ciągły, procesy i operacje jednostkowe)
  - 4.5. Laboratoryjne rozwiązania techniczne (wybór reaktora badawczego, mieszanie, wymiana ciepła)
  - 4.6. Planowanie eksperymentów, modelowanie i optymalizacja procesu (komputer)
5. KONCEPCJA TECHNOLOGICZNA 4 h
  - 5.1. Zasady technologiczne
  - 5.2. Powiększanie skali (sprawdzanie rozwiązań technicznych i powtarzalności wyników)
  - 5.3. Wykorzystanie nieprzereagowanych substratów (zawroty) i produktów ubocznych (technologie towarzyszące)
  - 5.4. Wytyczne do badań półtechnicznych
  - 5.5. Rola i ograniczenia stosowania MIM-ów
  - 5.6. Wielkość, wady i zalety instalacji ułamkowo-technicznych
  - 5.7. Organizacja laboratorium ½-technik
6. PODSTAWOWE ELEMENTY PROJEKTU PROCESOWEGO 6 h
  - 6.1. Program produkcji, założenia zasadnicze
  - 6.2. Uzasadnienie wyboru i opis metody technologicznej (istota procesu)
  - 6.3. Schemat ideowy (analiza wybranej metody),
  - 6.4. Bilans masowy (straty, bilans Sankeya, normy zużycia, przykład negatywny na zawroty)
  - 6.5. Dobór aparatury (aparaty podstawowe i pomocnicze, harmonogram czasowy, związki z inżynierią chemiczną i procesową)
  - 6.6. Schemat technologiczny (podział na węzły i linie technologiczne, opis przebiegu procesu)
  - 6.7. Bilans cieplny (założenia, charakterystyka mediów)
7. INNE ZAGADNIENIA TECHNOLOGICZNE W PROJEKTOWANIU 6 h
  - 7.1. Automatyzacja (założenia do PiA na schemacie, komputerowa obsługa procesu)
  - 7.2. Zagrożenia i bezpieczeństwo (pożar, wybuch, zatrucie, elektryczność statyczna)
  - 7.3. Kontrola analityczna procesu
  - 7.4. Ochrona środowiska (atmosfera, ścieki, odpady stałe; minimalizacja/wykorzystanie odpadów, produkcje bezodpadowe)
  - 7.5. Materiałoznawstwo (korozja, erozja)
  - 7.6. Założenia dla branż projektowych
8. SPECYFIKA PROJEKTOWANIA PROCESÓW BIOTECHNOLOGICZNYCH 1 h
9. EKONOMIKA PROCESU (ANALIZA OPŁACALNOŚCI) 2 h
  - 8.1. Metoda kolejnych korekt

8.2. Techniczny koszt wytwarzania (TKW)

8.3. Cena produktu

8.4. Koszt inwestycji

10. DOJRZAŁOŚĆ PROCESU DO WDROŻENIA (ryzyko, popełniane błędy) 1 h

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Projektowanie procesów technologicznych**

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:**

Celem wykładu jest 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.

**Bibliografia:**

1. S. Bretsznajder, W. Kawecki; Podstawy ogólne technologii chemicznej, WNT, Warszawa 1973
2. K. Schmidt-Szałowski, J. Sentek; Podstawy technologii chemicznej. Organizacja procesów produkcyjnych, Warszawa 2001
3. A.R. Cooper, G.V. Jeffreys, Chemical kinetics and reactor design, Oliver & Boyd, Edinburgh 1971
4. L. Synoradzki, J. Wisiański (red.), Projektowanie procesów technologicznych – Od laboratorium do instalacji przemysłowej, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2006.

**Efekty kształcenia:**

Poznanie zagadnień związanych z tematyką projektowania procesów technologicznych, dzięki czemu student:

- ma ogólną wiedzę na temat zakresu i metodyki opracowywania procesu technologicznego
- potrafi opracować założenia do projektu instalacji technologicznej,
- ma ogólną wiedzę umożliwiającą projektowanie procesu chemicznego w skali przemysłowej,
- potrafi pozyskiwać informacje naukowe z baz literaturowych.

**Kryteria oceny:**

Egzamin pisemny.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

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. Dbalność 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

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Projektowanie procesów technologicznych - projekt**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Sławomir Jodzis</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 przedmiotu jest wdrożenie studentów do projektowania procesu technologicznego. Studenci wybierają temat projektu spośród propozycji oferowanych przez prowadzącego zajęcia. Dopuszcza się możliwość zaproponowania przez studentów własnego tematu. 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.

W ramach opracowywania założeń do projektu procesowego studenci wykorzystują wiedzę i umiejętności zdobyte wcześniej w ramach wykładu i laboratorium komputerowego "Projektowanie procesów technologicznych" (semestr 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.

**Bibliografia:**

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

**Efekty kształcenia:**

Poznanie zagadnień związanych z tematyką projektowania procesów technologicznych. Umiejętność przygotowania założeń do projektu procesowego. Umiejętność przygotowania i przedstawiania wyników prac własnych i zespołu.

Student powinien:

- umieć opracować założenia do projektu instalacji technologicznej,
- mieć ogólną wiedzę na temat zakresu i metodyki opracowywania procesu technologicznego
- mieć ogólną wiedzę na temat projektowania procesu chemicznego w skali przemysłowej,
- umieć krytycznie selekcjonować informacje z baz literaturowych.

**Kryteria oceny:**

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.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1: Spotkanie organizacyjne. Prezentacja propozycji tematów projektów, wybór tematów, podział na zespoły, wybór głównych projektantów



2-4: Praca własna studentów:

- Przegląd i analiza literatury naukowej i patentów
- Analiza chemiczna procesu: przebiegające reakcje, charakterystyka, dostępność i koszt surowców, właściwości fizyczne i chemiczne reagentów, zagrożenia dla środowiska
- Analiza technologiczna procesu: skala produkcji, wymagane reżimy pracy aparatów, potrzebne aparaty, szacowane koszty realizacji procesu
- Wybór koncepcji technologicznej. Wybór sposobu realizacji procesu (ciągły, okresowy)
- Wykonanie bilansu materiałowego. Schemat Sankeya

5: Kontrola postępu prac, dyskusja, ocena.

6-8: Praca własna studentów:

- Analiza szczegółowa technologii. Analiza strumieni reagentów (stan skupienia, dozowanie reagentów, metoda kontroli przepływów i składu, metody rozdzielania reagentów, powstawanie odpadów, itp.)
- Analiza wymagań technicznych stawianych aparatom. Dobór materiałów, zagadnienia korozji.
- Oszacowanie wielkości aparatów (dobór czasów przebywania, harmonogramy czasowe, wielkości szarż, schemat Gantt'a)
- Opracowanie metod sterowania procesem i kontroli analitycznej procesu
- Opis procesu. Schemat technologiczny. Schemat technologiczno-pomiarowy.
- Analiza zagrożeń dla obsługi i realizacji procesu. Bezpieczeństwo i higiena pracy, zagrożenie wybuchem, pożarem, elektrycznością. Dobór właściwych klas wykonania aparatów i armatury.

9: Kontrola postępu prac, dyskusja, ocena.

10-13: Praca własna studentów:

- Weryfikacja obliczeń i analiz procesu.
- Specyfikacja parametrów aparatury kontrolno-pomiarowej.
- Analiza ekonomiczna procesu
- Ocena stopnia ryzyka powiększania skali

14-15: Prezentacja końcowa projektu, dyskusja, ocena końcowa.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Projektowanie procesów technologicznych - projekt**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Paweł Ruśkowski</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 zajęć jest wykonanie przez studentów projektu procesowego na podstawie wiadomości z wykładu i laboratorium komputerowego uzyskanych w sem. V. W zespołach (4–5 osób), pod kierunkiem wybranego przez siebie głównego projektanta, analizują rozwiązania alternatywne nabywając umiejętności „myślenia technologicznego”. W oparciu uzyskane informacje literaturowe i techniczne, opracowują elementy projektu technologicznego, takie jak np. podział na procesy i operacje jednostkowe, schemat ideowy (block diagram), bilans masowy, odpady - przyjazność dla środowiska, kontrola analityczna procesu, zagadnienia bhp i p-poż, dobór podstawowych aparatów, schemat technologiczny (flow sheet) i opis procesu, wykres Gantta, ocena ekonomiki procesu. Tematy proponują i wykonanie projektów nadzorują pracownicy z różnych Zakładów WCh.

**Bibliografia:**

1. S. Bretsznajder i inni, Podstawy ogólne technologii chemicznej, WNT, Warszawa 1973
2. Podstawy biotechnologii przemysłowej, red. W. Bednarski, J. Fiedurek, WNT, Warszawa 2007
3. Projektowanie Procesów Technologicznych, cz. 1-4, red. L. Synoradzki, J. Wisiański, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2003–2012
4. N. G. Anderson, Practical Process Research and Development, Academic Press, 2000, sec. ed. 2012

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat opracowywania technologii syntezy chemicznej pod kątem projektowania i wdrażania procesu chemicznego w skali przemysłowej,
- na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i internetowych zapoznać się samodzielnie z wybranym zagadnieniem,,
- przygotować i wygłosić prezentację dla uczestników kursu, której uzupełnieniem będzie krótka dyskusja z udziałem słuchaczy i prowadzącego

Student po zaliczeniu:

- zna elementy projektu procesowego oraz organizację cyklu badawczo-projektowo-wdrożeniowego
- na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i internetowych zapoznać się samodzielnie z wybranym zagadnieniem,
- potrafi wykonać założenia do projektu prostej instalacji technologicznej przemysłu chemicznego
- potrafi posługiwać się zaawansowanymi technikami informacyjno-komunikacyjnymi wspomagającymi realizację zadań inżynierskich z zakresu technologii chemicznej
- potrafi przygotować i przedstawić ustną prezentację z zakresu realizacji zadania inżynierskiego
- potrafi pracować zespołowo kreatywnie rozwiązując problemy

**Kryteria oceny:**

Projekt procesowy sprawozdanie, seminarium końcowe

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- 1: Prezentacja i wybór tematów, podział na zespoły, wybór gł. projektantów – (T1);
- 2–4: Praca własna studentów (w grupach, Laboratorium informatyczne):
  - a. Dane podstawowe
  - b. Omówienie materiałów źródłowych –
  - c. Istota procesu technologicznego (podstawy teoretyczne, schemat ideowy) – napisanie równań reakcji chemicznych – analiza koncepcji chemicznych i technologicznych
  - d. Charakterystyka produktów, półproduktów i surowców (wymagania techniczne, normy)
  - e. Bilans masowy, schemat Sankeya (wydajność poszczególnych faz, straty, normy zużycia)

surowców)

5: PREZENTACJA 1, bloku zagadnień, dyskusja, ocena (w grupach, Lab info).

6–8: Praca własna studentów:

- a. Odpady (stałe i ciekłe, ścieki, zanieczyszczenia atmosfery, wskaźniki, utylizacja)
- b. Kontrola analityczna procesu
- c. Zagadnienia korozji
- d. Zagadnienia bhp i ppoż
- e. Oszacowanie wielkości aparatury dla skali przemysłowej (harmonogramy czasowe, wielkości szarż i przepływów)
- f. Schemat technologiczny i opis przebiegu procesu (koncepcja instalacji technologicznej dla skali przemysłowej) – opracowanie schematu technologiczno-pomiarowego korzystając z wzorców symboli aparatów chemicznych i elementów aparatury pomiarowej i automatyki

9: PREZENTACJA 2, bloku zagadnień, dyskusja, ocena (w grupach, Lab info).

10–14: Praca własna studentów:

- a. Zestawienie ważniejszych parametrów i wymagania dla aparatury kontrolno-pomiarowej (procesowa baza danych dot. PiA)
- b. Zagadnienia energetyczne
- c. Ocena ekonomiki procesu
- d. Ocena stopnia ryzyka powiększania skali

15: PREZENTACJA 3, całego projektu, dyskusja, ocena – (Lab info).

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Przedsiębiorczość innowacyjna**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>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:**

Zajęcia mają na celu wykształcenie wśród Studentów proaktywnej biznesowo postawy zmierzającej docelowo do bardziej świadomego kształtowania własnej ścieżki zawodowej w tym także zakładania własnych firm.

**Bibliografia:**

R. Cieślak Przedsiębiorczość dla ambitnych. Jak uruchomić własny biznes, WAIP, Warszawa, 2010.  
www.seipa.edu.pl  
bieżące wydawnictwa i periodyki dotyczące życia gospodarczego.

**Efekty kształcenia:**

1. Student posiada wiedzę dotyczącą najważniejszych aspektów związanych z zakładaniem oraz prowadzeniem własnej działalności gospodarczej.
2. 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.
3. Publiczna prezentacja wyników prac grup ma umożliwić studentom sprawdzenie swoich umiejętności w zakresie tworzenia prezentacji multimedialnych i ich prezentacji na szerszym forum.
4. Student będzie potrafił przeprowadzić analizę Wstępnej Koncepcji Biznesu.
5. potrafi współpracować i pracować w grupie

**Kryteria oceny:**

Wykład+konwersatorium - zaliczenie pisemne - test

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Tematy zajęć w formie wykładu: 1. Przedsiębiorczość a skutki globalizacji i konkurencji międzynarodowej; 2. Przedsiębiorczość w Polsce - szanse i bariery rozwoju; 3. Cechy i umiejętności liderów, zespoły założycielskie, specyfika problemów kadrowych, kultura organizacyjna; 4. – Od pomysłu do wstępnej koncepcji biznesu i biznesplanu, fazy realizacji przedsięwzięcia biznesowego; 5. Źródła finansowania, składanie finansowania nowego biznesu, fundusze UE jako źródło finansowania przedsięwzięć biznesowych; 6. Wybór formy prawnej dla nowego przedsięwzięcia; 7. – Księgowość, planowanie podatkowe; 8. – Marketing w firmie, nawiązanie podstawowych kontaktów biznesowych, promocja nowego biznesu; 9. Istota biznesowa franczyzy i jej specyfika; 10. Przedsiębiorczość międzynarodowa; 11. Specyfika nowych przedsięwzięć technologicznych; elementy prawa własności przemysłowej; 12. Specyfika przedsiębiorczości w sektorach związanych z wybraną branżą 13. Rozruch działalności nowej firmy - trudności i zagrożenia, platforma stabilnego biznesu.

Treść części warsztatowej zajęć:

Zajęcia projektowe (warsztaty) - praca studentów w grupach 3-5-osobowych: 1. Praca z narzędziem (tzw. Ewaluatorem) pozwalającym na wyłonienie najlepiej rokującego pomysłu biznesowego w każdej z grup; 2. Stworzenie Wstępnej Koncepcji Biznesu (WKB) dla wybranego pomysłu 3. Praca nad prezentacją wyników prac każdej z grup (stworzenie prezentacji Power Point) i jej publiczne wygłoszenie i ocena na zajęciach końcowych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Przemysłowe zastosowania związków metaloorganicznych**

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.

**Bibliografia:**

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

**Efekty kształcenia:****Kryteria oceny:**

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

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- Definicja, zakres i podstawowe pojęcia chemii metaloorganicznej
- Synteza wiązań węgiel-węgiel w reakcjach związków metaloorganicznych
  - związki metali alkalicznych w reakcjach addycji do wiązań wielokrotnych i w reakcjach alkilowania
  - związki miedziorganiczne w reakcjach alkilowania
  - syntezy z zastosowaniem związków magnezoorganicznych
  - syntezy z zastosowaniem związków boro- i glinoorganicznych
  - związki nikloorganiczne w reakcjach sprzęgania rodników alkilowych i arylowych
  - synteza, izomeryzacja i polimeryzacja alkenów i alkinów w reakcjach z udziałem związków metaloorganicznych,
  - reakcje insercji tlenu węgla z udziałem związków metaloorganicznych
- Synteza wiązań węgiel-wodór, węgiel-azot, węgiel-tlen w reakcjach związków metaloorganicznych
  - protolityczne rozerwanie wiązania metal-węgiel
  - reakcje hydroborowania i hydroaluminowania
  - reakcje uwodornienia z udziałem związków metaloorganicznych
  - synteza amin w reakcjach związków magnezoorganicznych
  - synteza alkoholi, aldehydów i ketonów w reakcjach związków magnezo-, glino- i boroorganicznych
  - synteza halogenków alkilowych i arylowych w reakcjach związków metaloorganicznych
- Teoretyczne aspekty katalizy homogenicznej i projektowanie kompleksów o katalitycznej aktywności
- Otrzymywanie katalizatorów Zieglera, struktura centrum aktywnego, mechanizm reakcji insercji i wzrostu łańcucha, rola nośnika
- 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

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Przygotowanie inżynierskiej pracy dyplomowej**

Odpowiedzialny za przedmiot:	
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:**

Student przedstawia egzemplarz inżynierskiej pracy dyplomowej, do napisania której wykorzystuje: zebraną literaturę, opracowane wyniki pracy laboratoryjnej, konsultacje z kierującym pracą dyplomową.

**Bibliografia:****Efekty kształcenia:**

Student, który zaliczył przedmiot:

- uzyskał wiedzę teoretyczną konieczną do napisania pracy dyplomowej tj. opisu otrzymywania/analizy/działania związku aktywnego biologicznie (grupy takich związków) lub badania wybranego procesu biotechnologicznego lub biochemicznego,
- potrafi pozyskiwać informacje (a także interpretować i oceniać ich wartość) potrzebne do realizacji tematu pracy dyplomowej z literatury, baz danych i innych źródeł,
- potrafi przeanalizować i opracować uzyskane rezultaty,
- potrafi pracować samodzielnie zarówno przy redakcji tekstu, jak i przy opracowaniu wyników badań,
- wykazuje inicjatywę w kierunku poszerzania swojej wiedzy oraz planowaniu przyszłych badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.

**Kryteria oceny:**

Recenzje pracy inżynierskiej

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Reakcje wieloskładnikowe w syntezie organicznej**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Mariola Koszytkowska-Stawińska</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:**

Reakcje wieloskładnikowe (ang. multicomponent reactions) to reakcje zachodzące między co najmniej trzema składnikami znajdującymi się jednocześnie w naczyniu reakcyjnym. Kolejność reagowania składników zależy wyłącznie od ich powinowactwa chemicznego i tworzących się produktów pośrednich. Reakcje te są szeroko stosowane we współczesnej syntezie organicznej, ponieważ umożliwiają: zwiększenie różnorodności strukturalnej finalnych produktów, konstruowanie bibliotek związków organicznych o potencjalnych zastosowaniach w różnych dziedzinach życia, zwiększenie efektywności syntezy, ograniczenie kosztów syntezy, ograniczenie czasu syntezy docelowych związków. Przedmiot obejmuje następujące treści merytoryczne: konstrukcja heteroatomowych układów liniowych i cyklicznych zawierających atomy N i/lub O i/lub S, z wykorzystaniem reakcji wieloskładnikowych (np., r. Ugięgo, Passerinięgo, Povarova, Mannicha, Biginellego), funkcjonalizacja produktów reakcji wieloskładnikowych, znaczenie biologiczne, medyczne i przemysłowe wybranych związków finalnych omawianych przemian chemicznych, porównanie efektywności sekwencyjnego i wieloskładnikowego podejścia do syntezy wybranych związków organicznych.

**Bibliografia:**

1. J. Gawroński, K. Gawrońska, K. Kacprzak, M. Kwit „Współczesna synteza organiczna”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004, s. 332.
2. H. Pellissier

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat współczesnych działań na rzecz zwiększenia efektywności syntezy organicznej,
- nabyć biegłości w korzystaniu z dostępnych źródeł literaturowych i internetowych aby zapoznać się samodzielnie z wybranym zagadnieniem i rozszerzyć wiedzę już nabytą,
- umieć przygotować i wygłosić prezentację, która w sposób rzeczowy i skompensowany przedstawi temat z danego zagadnienia związanego z naukami chemicznymi

**Kryteria oceny:**

Ocena z przedmiotu będzie wystawiona w oparciu o przygotowane i wygłoszone przez studenta seminarium oraz uzyskaną przez niego ocenę z zaliczenia końcowego

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład 1:

1.1 Wprowadzenie.

1.2. Synteza alfa-aminokwasów. Synteza Streckera i modyfikacje.

Wykład 2: Synteza wybranych układów heteroliniowych. Wykorzystanie reakcji Ugi na przykładach dwu-, trzy- i czteroskładnikowych.

Wykład 3: Synteza beta-aminoketonów. Reakcja Mannicha i jej warianty.

Wykład 4: Synteza i wykorzystanie alfa-acyloksykarboksamidów. Reakcja Passerini i jej modyfikacje

Wykład 5: Reakcja Kabachnika-Fieldsa – zastosowanie, modyfikacje i ograniczenia



Wykład 6: Współczesne wykorzystanie reakcji Hantzsch.

Wykład 7: Reakcja Biginelli w syntezie pochodnych 3,4-dihydropirydyn-2(1H)-onu i nie tylko.

Wykład 8: Reakcje multikomponentowe w oparciu o anulację z wykorzystaniem reakcji Michaela, Knoevenagla, Dielsa-Aldera.

Wykład 9: Synteza Petasisa - reakcje wieloskładnikowe z udziałem związków boroorganicznych

Wykład 10: Seminarium

Wykład 11: Seminarium

Wykład 12: Seminarium

Wykład 13: Seminarium

Wykład 14: Seminarium

Wykład 15: Zaliczenie

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Seminarium dyplomowe**

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:**

W ramach seminarium student powinien:

- przygotować i wygłosić prezentację na temat wyników realizowanej przez siebie pracy dyplomowej (magisterskiej),
- zapoznać się z aktualną tematyką prac badawczych prowadzonych w zakładzie dyplomującym.

**Bibliografia:****Efekty kształcenia:**

Student, który zaliczył przedmiot:

- ma ogólną wiedzę teoretyczną z zakresu chemii, fizyki, matematyki i in., a także wiedzę specjalistyczną związaną z tematyką pracy dyplomowej w stopniu umożliwiającym opracowanie wyników badań własnych i przedstawienie prezentacji dla studentów specjalności
- potrafi z literatury, baz danych i innych źródeł pozyskiwać (a także interpretować i oceniać wartość) informacje potrzebne do przygotowania prezentacji związanej z wykonywaną pracą dyplomową
- potrafi wygłosić na forum publicznym prezentację związaną z wykonywaną pracą dyplomową, uzupełniając ją o elementy popularyzujące badaną tematykę, a także poprowadzić dyskusję po prezentacji (w roli specjalisty)
- zapoznaje się z tematyką prac badawczych prowadzonych w zakładzie dyplomującym, aktywnie uczestniczy w dyskusjach w czasie prezentacji innych studentów / zaproszonych gości
- wykazuje krytyczną samoocenę zasobu swojej wiedzy i umiejętności, potrafi określić swoje mocne i słabe strony, wykazuje samodzielność w zakresie rozwijania umiejętności i poszerzania wiedzy, a także wytyczania i realizacji celów w krótkim i długim horyzoncie czasowym.

**Kryteria oceny:**

zaliczenie

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Spektroskopowe metody badania struktury materii**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Janusz Serwatowski</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:**

Omawiane są zagadnienia badania struktury cząsteczek związków chemicznych przy pomocy metod spektroskopowych i spektrometrycznych: UV, IR, Raman, MW, NMR, MS.

Formy energii cząsteczek i związane z nimi rodzaje pobudzeń energetycznych. Kwantowanie energii. Obsadzenie dozwolonych poziomów energetycznych. Reguły wyboru. Widmo. Przewidywanie widma związku o danej strukturze. Określanie struktury związku na podstawie widma.

**Bibliografia:**

1. Zbigniew Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN, Warszawa, 1992.
2. Praca zbiorowa pod redakcją Wojciecha Zielińskiego i Andrzeja Rajcy, Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych, WNT, Warszawa, 1995.
3. Robert Silverstein, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2007.

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student posiada wiedzę na temat metod badania struktury związków chemicznych przy pomocy metod spektroskopowych. Potrafi przewidzieć widmo związku o danej strukturze. Umie określić strukturę związku chemicznego na podstawie jego widma. Potrafi skorzystać z danych literaturowych i zasobów internetowych dla celów porównawczych.

**Kryteria oceny:**

Ocena z przedmiotu jest oceną zintegrowaną (ćwiczenia audytoryjne i wykład łącznie). Nie ma oddzielnego zaliczenia i oceny z ćwiczeń. W czasie semestru w ramach ćwiczeń są dwa kolokwia, każde 25 pkt (razem 50) i kolokwium poprawkowe, na którym można poprawić wybrane kolokwium. Po zakończeniu semestru jest egzamin (50 pkt). Są dwa terminy poprawkowe. Razem (za kolokwia i egzamin) 100 pkt. Aby zaliczyć przedmiot trzeba mieć przynajmniej 50 pkt.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład

## 1. Ogólne podstawy spektroskopii, 2h

Promieniowanie elektromagnetyczne. Energia cząsteczek. Kwantowanie energii. Obsadzenie poziomów energetycznych. Widmo. Pasma 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. Absorpcja promieniowania i reguły wyboru. Widmo elektronowe, zależność widma od struktury. Zastosowania.

## 3. Spektroskopia w podczerwieni, 5h

Energia stanów oscylacyjnych. Absorpcja promieniowania i reguły wyboru. Drgania normalne i częstości grupowe. Rodzaje przejść między poziomami energetycznymi oscylatorów. Nadtony, pasma kombinacyjne, rezonans Fermiego. Interpretacja widm w podczerwieni. Charakterystyczne częstości grupowe w cząsteczkach związków organicznych. Powiązanie widma ze strukturą cząsteczki. Zastosowania.

## 4. Spektroskopia Ramana, 3h

Rozpraszanie promieniowania. Polaryzowalność cząsteczki i reguły wyboru. Widmo Ramana,

składowe widma. Zastosowania.

5. Spektroskopia mikrofalowa, 2h

Energia stanów rotacyjnych. Oddziaływanie promieniowania i reguły wyboru. Zastosowania spektroskopii mikrofalowej.

6. Spektroskopia NMR, 8h

Wiadomości ogólne. Spin, moment pędu i moment magnetyczny jąder. Obsadzenie spinowych poziomów energetycznych. Magnetyczny rezonans jądrowy.

Ekranowanie jądra. Przesunięcie chemiczne, skale i wzorce, zależności strukturalne. Sprzężenie spinowo-spinowe. Układy spinowe. Zjawiska dynamiczne.

Wyznaczanie struktury na podstawie widma. Zastosowania.

7. Spektrometria mas, 6h

Fizyczne podstawy pomiaru widma masowego. Elementy teorii spektrometrii mas. Metody jonizacji.

Aparatura do pomiaru widm masowych. Spektrometria masowa

w badaniach struktury związków chemicznych. Charakterystyczne fragmentacje głównych klas związków. Zastosowania.

### Ćwiczenia

1. Spektroskopia elektronowa. Zagadnienia obliczeniowe, przewidywanie położenia pasma w widmie na podstawie struktury cząsteczki. Obsadzenie poziomów energetycznych na podstawie danych widmowych. 1h.

2. Spektroskopia w podczerwieni. Obliczanie stałych siłowych wiązań na podstawie danych spektroskopowych. Podstawienie izotopowe, określanie składu izotopowego substancji, wpływ budowy atomu na stałą siłową. Widma układów wieloatomowych, struktura cząsteczki a widmo. Cząsteczka jako oscylator harmoniczny i anharmoniczny. Analiza widm IR. 3h.

3. Spektroskopia Ramana. Polaryzowalność cząsteczki, reguły wyboru, widmo. 1h.

4. Spektroskopia mikrofalowa. Obliczanie długości wiązań z widm rotacyjnych. 1h.

5. Spektroskopia NMR. Określanie struktury cząsteczki na podstawie widma  $^1\text{H}$  NMR.

Przewidywanie widma dla cząsteczki o danej strukturze. Analiza przykładowych widm NMR. Zagadnienia obliczeniowe dotyczące spinu i energii oddziaływania momentu magnetycznego protonu z zewnętrznym polem magnetycznym. 3h.

6. Spektrometria mas. Analiza widm masowych w powiązaniu ze strukturą cząsteczki. 2h.

7. Rozwiązywanie zagadnień strukturalnych w oparciu o wyniki badań spektroskopowych. 4h.

### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):

## Statystyka

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr Eugenia Ciborowska-Wojdyga</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (15h) + ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

### Bibliografia:

1. J. Greń

### Efekty kształcenia:

Przedmiot stanowi przygotowanie do planowania i opracowywania wyników doświadczeń

### Kryteria oceny:

2 kolokwia + egzamin pisemny i ustny. Ocena końcowa będąca średnią ważoną z obu części egzaminu. Możliwość zwolnienia z części pisemnej po zaliczeniu ćwiczeń na ocenie co najmniej dobrą.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Wykład :

1. Ogólne wiadomości z podstaw prawdopodobieństwa - definicja prawdopodobieństwa, własności, schemat Bernoulliego
2. Zmienna losowa, rodzaje, własności .  
Przykładowo- zmiennie o rozkładzie Bernoulliego, Poissona, prostokątnym oraz normalnym
3. Dystrybuanta zmiennej losowej
4. Charakterystyki zmiennych losowych - wartość średnia oraz wariancja. Własności charakterystyk oraz przykłady dla poszczególnych rodzajów zmiennych.
5. Twierdzenia graniczne lokalne i integralne: tw Poissona, Moivre'a - Laplace'a oraz centralne tw Lindeberga - Levy'ego
6. Podstawowe pojęcia statystyki
7. Przedział ufności dla wartości średniej ( dwa modele) i wariancji
8. Postulowana liczebność próby przy szacowaniu wartości średniej
9. Parametryczne hipotezy statystyczne dotyczące wartości średniej i wariancji
10. Nieparametryczne hipotezy statystyczne - losowość próby, test zgodności  $\chi^2$
11. Korelacja i test dot. współczynnika korelacji
12. Liniowa funkcja regresji
13. Sprowadzanie funkcji regresji do przypadku liniowego
14. Wstęp do opracowywania wyników doświadczalnych

Ćwiczenia są praktycznym zastosowaniem teorii z wykładu.

### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):

**Statystyka dla Chemika**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Patrycja Ciosek-Skibińska</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</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. 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.

W ramach ćwiczeń komputerowych na podstawie rozwiązywanych zadań problematycznych studenci zapoznają się z praktycznymi aspektami zagadnień omówionych na wykładzie.

Program wykładu i ćwiczeń jest specjalnie dostosowany dla studentów chemii. Rozwiązywane zadania obejmują tematykę doświadczeń chemicznych, biologicznych, medycznych, rolniczych i biotechnologicznych w celu jak największego dostosowania do potrzeb analizy wyników na kolejnych etapach studiów inżynierskich, magisterskich i doktoranckich dotyczących nauk przyrodniczych

**Bibliografia:**

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

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat metodyki planowania doświadczeń badawczych, prezentowania wyników badań i rozwiązywania problemów rachunkowych dotyczących statystycznego opracowania wyników pomiarów.

**Kryteria oceny:**

egzamin pisemny (wykład), 3 kolokwia komputerowe w trakcie semestru (laboratorium komputerowe)

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. STATYSTYKA
  - 1.1. Podstawowe pojęcia
  - 1.2. Etapy postępowania statystycznego
  - 1.3. Cechy statystyczne i ich rodzaje, pomiar i skale pomiaru
  - 1.4. Zmienna losowa ciągła i dyskretna, przykłady rozkładów zmiennych losowych, dystrybuanta
2. STATYSTYKA OPISOWA
  - 2.1. Miary położenia
  - 2.2. Miary zmienności
  - 2.3. Miary asymetrii i koncentracji
3. ELEMENTY WNIOSKOWANIA STATYSTYCZNEGO
  - 3.1. Przedział ufności
  - 3.2. Weryfikacja hipotez statystycznych
  - 3.3. Podstawowe testy istotności dla średniej i średnich, algorytm wyboru testu
4. BŁĘDY POMIAROWE
  - 4.1. Rodzaje błędów
  - 4.2. Testy statystyczne dotyczące błędów pomiarowych
5. ANALIZA KORELACJI
6. MODELOWANIE ZALEŻNOŚCI – regresja liniowa

**Technologia chemiczna - laboratorium**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Marek Marczewski</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 zapoznanie studentów z chemicznymi i fizykochemicznymi podstawami wybranych procesów technologii chemicznej oraz praktyczne przygotowanie studentów do prac technologicznych jak prowadzenie instalacji, projektowanie procesów i operacji czy doskonalenie technologii. Na program laboratorium składa się sześć wybranych ćwiczeń spośród kilkunastu realizowanych w ramach laboratorium.

**Bibliografia:**

1. Instrukcje do ćwiczeń.

**Efekty kształcenia:**

zna najważniejsze procesy służące do otrzymywania paliw z frakcji ropy naftowej, węgla oraz gazu ziemnego oraz najważniejsze procesy technologiczne otrzymywania i przetwarzania olefin i związków aromatycznych

**UMIEJĘTNOŚCI**

potrafić zinterpretować i uogólnić uzyskane wyniki tak by pozwoliły na rozwiązanie postawionego problemu technologicznego

potrafi zdefiniować chemiczne podstawy technologii otrzymywania wybranych produktów i

zapropozować modyfikacje prowadzące do poprawy efektywności instalacji

**KOMPETENCJE SPOŁECZNE**

potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienie przygotowując i uzasadniając

elementy analizy możliwości realizacji procesu chemicznego w określonych warunkach oraz potrafi pracować w zespole przy realizacji bardziej złożonych celów

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie sześciu ćwiczeń.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykaz ćwiczeń:

1. technologia nieorganiczna

- 1.1 piec obrotowy

- 1.2. generator

- 1.3. mielenie i granulacja

- 1.4. spiekanie i ceramika

- 1.5. spiekanie metali

- 1.6. utlenianie  $\text{nh}_3$

- 1.7. utlenianie  $\text{so}_2$

- 1.8. ozon

- 1.9. równowagi fazowe

- 1.10. otrzymywanie  $\text{kcl}$  z sylwitu

2. technologia organiczna

- 2.1. selektywność katalizatorów

- 2.2. kataliza w zielonej chemii

- 2.3. kataliza związkami metali

- 2.4. reakcje ciec-ciało stałe

- 2.5. redukcja acetylooctanu etylu przy pomocy drożdży *sacharomyces*

- 2.6. kataliza przeniesienia międzyfazowego (PTC)

- 2.7. synteza żywic poliestrowych

- 2.8. napełniacze i kompozyty na osnowie chemoutwardzalnej żywicy polimerowej: synteza i

właściwości

2.9. flegmatyzacja materiałów wysokoenergetycznych

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Technologia chemiczna 1**

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:**

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z technologicznymi zasadami stosowanymi przy organizacji procesów przemysłu chemicznego na trzech poziomach oraz zagadnieniami ekonomiki produkcji przemysłowej, gospodarki surowcami i energią, powstawania i wykorzystywania odpadów produkcyjnych, ochrony środowiska przed skażeniami chemicznymi i bezpieczeństwa procesowego.

Przedstawiona będzie również analiza układów reagujących obejmująca podstawowe zjawiska występujące w toku reakcji zachodzących w reakcjach zachodzących w układach jednorodnych i niejednorodnych, egzo- i endotermicznych, wysokotemperaturowych, wysokociśnieniowych i katalitycznych.

Celem ćwiczeń jest analiza układów technologicznych i wyznaczanie istotnych dla danego procesu zależności, wynikających z bilansu masy i bilansu entalpii. Jako przykłady służą wybrane procesy technologiczne z dziedziny przemysłu organicznego i nieorganicznego.

**Bibliografia:**

1. S. Bretsznajder, W. Kawecki; Podstawy Ogólne Technologii Chemicznej, W-wa 1973
2. J. Kępiński; Technologia Chemiczna Nieorganiczna, W-wa 1984
3. K. Schmidt-Szałowski, J. Sentek; Podstawy Technologii Chemicznej. Organizacja procesów produkcyjnych, W-wa 2001
4. K. Schmidt-Szałowski, J. Sentek; Podstawy Technologii Chemicznej. Bilanse procesów technologicznych; W-wa 1997

**Efekty kształcenia:**

Student po zaliczeniu przedmiotu będzie znał organizację procesów przemysłu chemicznego na trzech poziomach, zasady organizacji procesów technologicznych oraz posiadał wiedzę dotyczącą produkcji związków nieorganicznych, wytwarzania materiałów wiążących oraz zastosowania procesów elektrochemicznych. Posiadał będzie również wiedzę dotyczącą analizy zjawisk występujących w układach jednorodnych i niejednorodnych, egzo- i endotermicznych, wysokotemperaturowych, wysokociśnieniowych, katalitycznych oraz umiejętność wyznaczania podstawowych zależności wynikających z bilansu masy i entalpii w wybranych układach technologicznych. Student będzie również posiadał umiejętność analizy zjawisk występujących w reakcjach zachodzących w różnych warunkach oraz przedstawienia głównych problemów dotyczących produkcji związków nieorganicznych.

**Kryteria oceny:**

Egzamin pisemny i ustny.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z technologicznymi zasadami stosowanymi przy organizacji 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.

Zaprezentowane zostaną również zagadnienia ekonomiki produkcji przemysłowej, gospodarki surowcami i energią, powstawania i wykorzystywania odpadów produkcyjnych, ochrony środowiska przed skażeniami chemicznymi i bezpieczeństwa procesowego oraz rozwój i stan polskiego przemysłu chemicznego.

W trakcie wykładu zostanie przedstawiona analiza układów reagujących obejmująca podstawowe zjawiska występujące w toku reakcji zachodzących w układach jednorodnych i niejednorodnych, egzo- i endotermicznych, wysokotemperaturowych, wysokociśnieniowych i katalitycznych. Główne problemy organizacji procesów technologicznych zostaną przedstawione na podstawie produkcji związków azotowych, przetwarzania surowców siarkowych i fosforowych, otrzymywania sody, wytwarzania materiałów wiążących oraz zastosowania procesów elektrochemicznych i elektropłazmowych.

Ćwiczenia zawierają analizę układów technologicznych i mają charakter rachunkowo-analityczny, który polega na wyznaczaniu i dyskusji istotnych dla danego procesu zależności, wynikających z bilansu masy i bilansu entalpii. Jako przykłady służą wybrane procesy technologiczne z dziedziny przemysłu organicznego i nieorganicznego. W trakcie ćwiczeń obliczane będą zależności wynikające z:

1. bilansu masy (zasady układania równań bilansowych; obliczanie stopnia przemiany i wydajności surowcowej; bilans strumieni masy prostego procesu ciągłego w warunkach stacjonarnych; właściwości układu z obiegiem zamkniętym strumienia masy),
2. bilansu entalpii (entalpia ogrzania, entalpia tworzenia, ciepło reakcji; bilans strumieni entalpii; równanie operacyjne procesu w układzie stopień przemiany – temperatura).

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Technologia chemiczna 2**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Marek Marczewski</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:**

Celem wykładu jest przedstawienie podstawowych źródeł surowców przemysłu chemicznego (rozmieszczenie, dostępność, prognozowane zasoby); przedstawienie właściwości fizycznych i chemicznych ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla kamiennego decydujących o możliwościach ich dalszego przerobu; przedstawienie podstawowych technologii przetwarzania surowców chemicznych w gotowe produkty i półprodukty do dalszych syntez; zapoznanie studentów z najważniejszymi procesami otrzymywania polimerów; przedstawienie możliwości projektowania syntez polimerów o z góry określonych właściwościach użytkowych; omówienie problemów związanych oddziaływaniem odpadów polimerowych na środowisko naturalne.

Celem ćwiczeń jest zapoznanie studentów z metodami analizy danych fizykochemicznych istotnych dla oceny możliwości realizacji przemysłowej wybranych reakcji chemicznych. Na podstawie przeprowadzonych analiz studenci określają warunki (ciśnienie, temperaturę, stosunki substratów, zawroty strumieni, czas reakcji, rodzaj katalizatora) oraz gospodarkę cieplną wybranych procesów technologii chemicznej.

**Bibliografia:**

1. Technologia chemiczna organiczna. R. Bogoczek, E. Kociłek-Balawejder, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1992.
2. Industrial organic chemicals. H.B. Witcoff, B.G. Reuben, John Wiley&Sons, New York 1996.
3. Industrial organic chemistry. K. Weissmermel, H.J. Arpe, VCH, New York 1993.

**Efekty kształcenia:**

Student:

1. zna najważniejsze surowce przemysłu chemicznego oraz najważniejsze procesy służące do ich wstępnego przetwarzania;
2. zna najważniejsze procesy służące do otrzymywania paliw z frakcji ropy naftowej, węgla oraz gazu ziemnego oraz najważniejsze procesy technologiczne otrzymywania i przetwarzania olefin i związków aromatycznych;
3. zna podstawowe metody otrzymywania różnych polimerów;
4. potrafi znaleźć w źródłach dane fizykochemiczne konieczne do analizy termodynamicznej procesów chemicznych;
5. potrafi określić warunki w jakich należy prowadzić wybrane procesy chemiczne oraz potrafi przeprowadzić analizę kinetyczną reakcji prowadzonych w reaktorach periodycznych;
6. potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienie przygotowując i uzasadniając elementy analizy możliwości realizacji procesu chemicznego w określonych warunkach.

**Kryteria oceny:**

Wykład: egzamin pisemny.

Ćwiczenia: kolokwium

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład:

1. Surowce przemysłu chemicznego: ropa naftowa, węgiel, gaz ziemny. Pochodzenie, skład chemiczny, rozmieszczenie złóż, rezerwy.
2. Przetwarzanie ropy naftowej na frakcje. zastosowanie poszczególnych frakcji. Schemat rafinerii.
3. Procesy petrochemiczne. Hydroodsarczenie. Proces Clausa.
4. Procesy petrochemiczne. Krawing, reforming, hydrokrawing, izomeryzacja.
5. Procesy petrochemiczne. Alkilowanie olefin izobutanem, oligomeryzacja olefin.
6. Otrzymywanie lekkich olefin. Piroliza.

7. Otrzymywanie długołańcuchowych olefin. Proces SHOP.
8. Przetwarzanie węgla. Koksowanie, zgazowanie. Wydzielanie związków aromatycznych.
9. Przetwarzanie gazu ziemnego. Reforming parowy.
10. Syntezy z udziałem gazu syntezowego. Procesy otrzymywania i karbonylowania metanolu, hydroformylowania olefin, Fischera-Tropscha, Mobil.
12. Syntezy z udziałem etylenu.
13. Syntezy z udziałem propylenu.
14. Otrzymywanie i zastosowanie acetylenu.
14. Syntezy z udziałem benzenu.
15. Syntezy z udziałem ksylenów, naftalenu i antracenu.

Ćwiczenia:

1. Analiza termodynamiczna przebiegu prostych i złożonych reakcji chemicznych.
2. Analiza kinetyczna przebiegu elementarnych, następczych i równoległych reakcji chemicznych.
3. Bilanse materiałowe i cieplne.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Technologia informacyjna**

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:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z obsługą podstawowych programów służących do edycji tekstów, obróbki danych pomiarowych i prezentacji danych w postaci graficznej. Tematyka zajęć obejmuje: obsługę edytora tekstu, arkusza kalkulacyjnego, baz danych, programów do numerycznej obróbki danych pomiarowych, programów do przygotowania prezentacji, wyszukiwanie informacji w sieci www korzystając z baz literaturowych czasopism i książek w wersji elektronicznej.

**Bibliografia:**

G. Kowalczyk „MS Word 2003. Ćwiczenia praktyczne” Wyd. Helion 2004  
 J. Walkenbach „Excel 2003 PL. Biblia” Wyd. Helion 2004  
 W. Ufnalski „Excel dla chemików i nie tylko” WNT 2000  
 R. Zimek „PowerPoint 2003 PL. Ćwiczenia” Wyd. Helion 2004

**Efekty kształcenia:**

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 prezentację.

**Kryteria oceny:**

2 kolokwia w trakcie semestru

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Edytor tekstu: formatowanie tekstu obejmujące ustawienia akapitów, marginesów, czcionki, znaków specjalnych, umieszczanie elementów graficznych w tekście, formatowanie tabeli.

Arkusz kalkulacyjny: wprowadzanie danych, wprowadzanie formuł (funkcji), automatyczne wypełnianie bloków danymi, tworzenie wykresów i ich formatowanie, edycja wykresów dla kilku serii danych, obliczenia szukaj wyniku.

Przygotowanie prezentacji: układ i sortowanie slajdów, typy slajdów, tworzenie slajdów z grafiką, modyfikacja rysunku (przycinanie, rozjaśnianie), sadzanie multimediów/obiektów w prezentacji, animacje tekstu, grafiki. sterowanie prezentacją, animacja slajdów.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Termodynamika molekularna**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Tadeusz Hofman, prof.PW</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 zajęć jest rozszerzenie wiadomości z termodynamiki oraz wprowadzenie podstaw termodynamiki statystycznej. Wykład ukierunkowany jest przede wszystkim na opis i przewidywanie właściwości termodynamicznych rzeczywistych mieszanin cieczy i gazów.

**Bibliografia:**

1. T. Hofman, Termodynamika molekularna, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2002.
2. T. Hofman, Materiały pomocnicze, [http://www.ch.pw.edu.pl/~hof/termo\\_mole.htm](http://www.ch.pw.edu.pl/~hof/termo_mole.htm).
3. H. Buchowski, Elementy termodynamiki statystycznej, WNT, Warszawa 1998.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu przedmiotu student powinien

1. Znać podstawy termodynamiki statystycznej.
2. Znać podstawowe modele opisujące właściwości cieczy i gazów.
3. Umieć wyjaśnić związki pomiędzy właściwościami cząsteczkowymi a makroskopowymi.
4. Umieć znaleźć w źródłach dane termodynamiczne i krytycznie zweryfikować ich dokładność.
5. Potrafić zastosować podstawowe modele termodynamiczne do opisu i przewidywania właściwości.

**Kryteria oceny:**

1. Końcowa ocena opiera się na kolokwium zaliczeniowym i ewentualnie na nieobligatoryjnej pracy semestralnej.
  2. Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie przynajmniej 50/100 punktów z kolokwium zaliczeniowego, na którym trzeba pisemnie odpowiedzieć na 3 pytań spośród około 30 z udostępnionej wcześniej listy.
  4. Kolokwium może być poprawiane jeden raz.
  5. Maksymalna ocena, którą można w ten sposób uzyskać to 4,5 (dobry i pół).
  6. Ambitni i pracowici studenci mają możliwość otrzymania wyższego stopnia, ale pod warunkiem wykonania pracy semestralnej.
- Więcej szczegółów znajduje się na stronie internetowej <http://www.ch.pw.edu.pl/~hof>.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Podstawowe dane na temat przedmiotu można znaleźć w informatorze wydziałowym i we wstępie do skryptu [1]. Zajęcia składają się z wykładów, mających częściowo charakter ćwiczeń audytoryjnych. Ich plan przedstawia się następująco

1. Elementy termodynamiki statystycznej -12 h
  - 1.1 Podstawowe pojęcia
  - 1.2 Oddziaływania międzycząsteczkowe
  - 1.3 Symulacje komputerowe - dynamika molekularna i metoda Monte Carlo
2. Modele cieczy i gazów -10 h
  - 2.1 Równania stanu
  - 2.2. Koncepcja udziałów grupowych
  - 2.3 Modele siatkowe (atermalny, modele nadmiarowej entalpii swobodnej, model regularny, komórkowy, Flory'ego, dziurowy)
3. Ilościowy opis właściwości mechanicznych i termodynamicznych-6 h
  - 3.1 Właściwości pVT i pochodne
  - 3.2 Funkcje mieszania

3.3 Równowagi fazowe

4. Kolokwium zaliczeniowe 4 h

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Wprowadzenie do chemii materiałów - preparatyka i metody badawcze**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Adam Proń</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 studenta z podstawowymi rodzajami materiałów funkcjonalnych (molekularnych, polimerowych, węglowych, ceramicznych i tlenkowych), oraz ich kompozytów. Omawiane są również podstawowe metody badania tych materiałów i przykłady ich zastosowań technologicznych.

**Bibliografia:**

Ponieważ jest to wykład autorski, to nie ma jednego podręcznika omawiającego wszystkie aspekty przedmiotu. Część zagadnień można znaleźć w podręczniku:

William D. Callister  
Materials science and engineering. An introduction.  
wyd 6., Wiley Student Ed.

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien:

mieć ogólną wiedzę dotyczącą klasyfikacji materiałów stosowanych w technologii, metod ich otrzymywania i badania

mieć podstawową wiedzę na temat specyficznych właściwości nanomateriałów i ich zastosowań

potrafić określić zależność pomiędzy strukturą materiału a jego właściwościami

potrafić zaproponować metodę funkcjonalizacji składników konstytutywnych materiałów w celu modyfikacji ich właściwości

umieć dobrać metody badawcze do charakteryzacji poszczególnych materiałów

znać specjalistyczne słownictwo zarówno polskie jak i angielskie z zakresu chemii i inżynierii materiałów

**Kryteria oceny:**

Egzamin pisemny + aktywność na wykładach (do 10% punktów z egzaminu)

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Wprowadzenie do nanotechnologii**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Sławomir Podsiadło</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 zapoznanie studentów z właściwościami materii w fazie stałej w skali nanometrycznej. Przedstawione zostaną metody wytwarzania oraz badania właściwości nanokropek, nanoproszków, nanorurek, nanodrutów oraz nanowarstw azotków, siarczków, selenków czy tellurków wybranych metali, a więc substancji stosowanych w optoelektronice, spintronice i fotowoltaice. Szczególny nacisk zostanie położony na prezentację możliwości świadomego sterowania właściwościami nanomateriałów w nowych obszarach technologii.

**Bibliografia:**

1. R. W. Kelsall et. al., Nanotechnologie, WN PWN, Warszawa, 2008
2. S. Podsiadło, Nitrides, WN PWN, Warszawa, 2014

**Efekty kształcenia:**

- zna podstawowe metody syntezy oraz charakteryzacji nanomateriałów
- posiada umiejętność wstępnego zaprojektowania drogi otrzymywania wybranego nanomateriału o zadanych nanorozmiarach

**Kryteria oceny:**

Podstawą zaliczenia jest pisemne kolokwium na zakończenie semestru.

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Współczesna analityka procesowa w technologii chemicznej**

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. Omawiane są sposoby pobierania próbek z instalacji technologicznej, automatyczne i półautomatyczne metody przygotowania próbki do pomiaru, metody analityczne oraz czujniki i analizatory najczęściej wykorzystywane do kontroli procesu, monitoringu oraz automatycznego sterowania technologią. Przedstawione są kryteria oceny urządzeń analitycznych i wyboru urządzenia odpowiedniego do realizacji konkretnego zadania analitycznego. Dokładniej omawiane są instrumentalne metody rozdzielania i oznaczania powszechnie stosowane w praktyce analizy przemysłowej i nanotechnologiach oraz metody specjalne (analiza powierzchni, teledetekcja, radiochemia) i miniaturowe systemy analityczne do obsługi mikroreaktorów i nanotechnologii. 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. Przedstawione są zasady walidacji metody analitycznej, wewnątrzlaboratoryjne metody oceny jakości pracy oraz znaczenie udziału laboratorium w porównaniach międzylaboratoryjnych.

**Bibliografia:**

Literatura podstawowa:

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.

Literatura uzupełniająca:

1. J. Dojlido, J. Zerbe, Instrumentalne metody badania ścieków, Arkady, 1997.
2. W. Torbic, Z. Brzózka, Czujniki chemiczne i bioczujniki, PTTS 1995.

Materiały pomocnicze (adres internetowy odpowiedniego uzupełnienia do informatora)

**Efekty kształcenia:****Kryteria oceny:**

2 kolokwia pisemne w trakcie semestru. Kolokwium 1 - max 13 pkt; kolokwium 2 - max15pkt; aktywność na zajęciach max2pkt. Ocena końcowa wystawiana jest na podstawie sumy zdobytych punktów za 2 kolokwia i aktywność. Zaliczenie min16pkt

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

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 nanoanalitka	
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	

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Wychowanie fizyczne 1**

Odpowiedzialny za przedmiot:	
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>0</b>

**Cele przedmiotu:**

**Bibliografia:**

**Efekty kształcenia:**

**Kryteria oceny:**

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Wychowanie fizyczne 2**

Odpowiedzialny za przedmiot:	
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>0</b>

**Cele przedmiotu:**

**Bibliografia:**

**Efekty kształcenia:**

**Kryteria oceny:**

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Wychowanie fizyczne 3**

Odpowiedzialny za przedmiot:	
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>0</b>

**Cele przedmiotu:**

**Bibliografia:**

**Efekty kształcenia:**

**Kryteria oceny:**

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Zarządzanie biznesem technologicznym**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Marek Marcinek</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>0</b>

**Cele przedmiotu:**

Wykład jest realizowany jako wspólna inicjatywa Firmy BASF Polska i Wydziału Chemicznego. Zakłada współrealizowanie części zajęć przez pracowników BASF i przekazanie Studentom treści, umiejętności przydatne podczas etapów rekrutacji oraz później w pracy w firmie chemicznej.

**Bibliografia:****Efekty kształcenia:****Kryteria oceny:**

W zależności od liczby Studentów. Priorytetowo projekt/prezentacja analizy rynku ewentualnie test.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Technologia w biznesie.
2. Ścieżka od pomysłu do biznesu opartego na technologii.
3. Strategiczna analiza rynku technologicznego.
4. Zasady analizy potencjału dla danego produktu lub usługi.
5. Metody analityczne (dane statystyczne, benchmarking, SWOT).
6. Przykłady wdrożeń zrównoważonego biznesu.
7. Techniki komunikacji i prezentacji w technobiznesie.
8. Negocjacje biznesowe.
9. Elementy zarządzania kadrami techniki rekrutacyjne.
10. Zasady zrównoważonego biznesu.
11. Ochrona własności intelektualnej.
12. Finansowanie biznesu.
13. Formy prawne prowadzenia biznesu.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Zarządzanie jakością i produktami chemicznymi**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Paweł Ruśkowski</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:**

Podstawowe pojęcia dotyczące jakości, systemów zarządzania jakością oraz regulacji dotyczących produkcji i obrotu chemikaliami. System zarządzania jakością zgodny z wymaganiami normy ISO 9001, systemy zarządzania środowiskiem (SZŚ) oraz bezpieczeństwem i higieną pracy (SZBHP). Przebieg procesów certyfikacji SZJ i akredytacji. Dobra praktyka wytwarzania (GMP) specyficzny system jakości wytwarzania produktów dla przemysłu farmaceutycznego, weterynaryjnego oraz kosmetycznego. Regulacje prawne i zasady bezpieczeństwa w zakresie zarządzania chemikaliami (REACH)

**Bibliografia:**

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-Zasadzień – Zarządzanie jakością dla inżynierów, Wyd. Pol. Śl., Gliwice, 2010

**Efekty kształcenia:**

Znajomość najważniejszych systemów zarządzania z rodziny ISO oraz GMP z uwzględnieniem specyfiki przemysłu chemicznego.

Znajomość podstawowych regulacji prawnych dotyczących obrotu, składowania i transportu chemikaliów oraz zagadnień związanych z BHP i ochroną środowiska.

**Kryteria oceny:**

Test zaliczeniowy wielokrotnego wyboru

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Od kontroli jakości do TQM
2. System zarządzania jakością wg wymagań normy ISO 9001
3. Dobra praktyka wytwarzania (GMP)
4. Walidacja procesu wytwarzania
5. Proces certyfikacji systemu
6. System zarządzania środowiskiem wg normy ISO 14001
7. System zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy PN 18001
8. Wewnętrzny system kontroli
9. Regulacje prawne w zakresie obrotu chemikaliami

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Zasady zrównoważonego rozwoju w chemii**

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Wanda Ziemkowska, prof.PW</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 ma na celu przekazanie studentowi interdyscyplinarnej wiedzy dotyczącej działań chemików w kierunku zrównoważonego rozwoju cywilizacyjnego. Pojęcie "zrównoważonej chemii" jest przedstawione jako pojęcie "zrównoważonego rozwoju" Wykład pokazuje nowe podejście chemików do działalności w nauce i praktyce polegające na poszukiwaniu technologii przyjaznych środowisku i bezpiecznych biodegradowalnych produktów.

**Bibliografia:**

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.

**Efekty kształcenia:**

Świadomość potrzeby kierowania się w swoich działaniach zawodowych chemika zasadą zrównoważonego rozwoju. Umiejętność analizy czynników technologicznych a także ekonomicznych i społecznych produktu i procesu chemicznego pod kątem minimalizowania niekorzystnego wpływu na środowisko.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie dwóch kolokwium pisemnych:

- I kolokwium obejmuje treści wykładane przez dr hab. inż. Wandę Ziemkowską (15 godzin wykładu)  
 II kolokwium obejmuje treści wykładane przez prof. dr hab. inż. Marka Marczewskiego (15 godzin wykładu)

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Pojęcie "zrównoważonej chemii" powstało na przełomie XX i XXI wieku jako rozwinięcie pojęcia "zrównoważonego rozwoju". Oznacza ono projektowanie, wytwarzanie i wykorzystywanie w procesach chemicznych produktów pozwalających na osiągnięcie dużych korzyści ekonomicznych i jednocześnie przyjaznych środowisku.

Pojęcie „zrównoważonej chemii” obejmuje dodatkowo analizę czynników ekonomicznych i społecznych produktu i procesu chemicznego w odróżnieniu od „zielonej chemii”, której zakres obejmuje właściwie opracowanie przyjaznego środowisku procesu lub produktu. Celem wykładu jest pokazanie, że istotna stała się analiza całego cyklu życia produktu, jego wytworzenie, użytkowanie przez konsumenta i proces utylizacji zużytego produktu.

Przeprowadzona zostanie analiza procesów technologicznych stosowanych powszechnie na świecie (np. uzdatnianie wody pitnej, konserwacja żywności) 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).

W wykładzie zostaną przedstawione metody dzięki, którym można ograniczyć powstawanie odpadów w procesach technologicznych. Zaprezentowane zostaną też technologie, których zastosowanie pozwala na zastąpienie ropy naftowej jako źródła produkcji paliw oraz węglowodorowych surowców chemicznych.

Omówione zostaną następujące zagadnienia: powstawanie odpadów w procesach technologicznych, dobór organizacji procesu, katalizatora i rodzaju reaktora pozwalającego ograniczyć produkcję odpadów, synteza Fischera-Tropscha, procesy Mobil, dodatki do paliw. etery

metylowo (etylowo)-tertbutylowe i uzasadnienie ich stosowania, dodatki do paliw i biodiesel (historia, chemizm przemian, stosowane katalizatory, rozwiązania przemysłowe).

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Wykład składa się z dwóch części: pierwsza (15 godzin) prowadzona jest przez dr hab. inż. Wandę Ziemkowską, druga prowadzona jest przez prof. dr hab. inż. Marka Marczewskiego.