



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ CHEMICZNY



# INFORMATOR

**Technologia Chemiczna**

**Studia I stopnia -  
profil praktyczny**

WARSZAWA listopad 22

## Kierunek Technologia Chemiczna

<b><i>Program studiów:</i></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>

Dodatkowo podczas toku studiów studenci zobowiązani są do odbycia Praktyki zawodowej. Więcej informacji można uzyskać u Pełnomocnika ds. Praktyk.  
<http://www.ch.pw.edu.pl/Studenci/Praktyki-obowiazkowe-i-dodatkowe>

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 1

#### Lista przedmiotów:

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

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 2

#### Lista przedmiotów:

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

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

#### Lista przedmiotów obieralnych:

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

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

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 3

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Wt/ ct	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR30</a>	Automatyka i pomiary w przemyśle	15	-	15	-	-	15	3
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR31</a>	Bezpieczeństwo pracy i techniczne	-	-	-	30	-	-	2
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR34</a>	Informatyka przemysłowa	-	-	30	-	-	-	2
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR33</a>	Podstawy analizy chemicznej i instrumentalnej	30	-	60	-	-	15	8
5	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR37</a>	Przemysł chemiczny w Polsce i na świecie	15	-	-	-	15	-	2
6	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR36</a>	Standaryzacja i normy techniczne	-	-	-	15	-	-	1
7	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR35</a>	Statystyka dla inżynierów	15	-	30	-	-	-	3
8	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR32</a>	Synteza organiczna	30	-	-	45	-	-	5
9		<a href="#">Język Obcy*</a>	-	60	-	-	-	-	4
10		Wychowanie fizyczne*	-	30	-	-	-	-	0

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

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 4

#### Lista przedmiotów :

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Wt/ ct	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR42</a>	Inżynieria chemiczna i procesowa	45	-	-	30	-	30	7
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR43</a>	Laboratorium z preparatyki organicznej	-	-	90	-	-	-	7
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR44</a>	Ochrona środowiska w przemyśle chemicznym	15	-	-	15	-	-	2
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR40</a>	Termodynamika i kinetyka chemiczna	30	30	-	-	-	-	4
5	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR41</a>	Stosowana chemia fizyczna – laboratorium	-	-	45	-	-	-	4
6	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR45</a>	Zarządzanie jakością i prawodawstwo w przemyśle chemicznym	-	-	-	30	-	-	2
7		<a href="#">Język Obcy*</a>	-	60	-	-	-	-	4
8		Wychowanie fizyczne*	-	30	-	-	-	-	0

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

#### Praktyka zawodowa:

Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Wt/ ct	Punkty ECTS
<a href="#">1020-TC000-ISP-PR00</a>	Praktyka projektowa	1,5 miesiąca w czasie wakacji po IV semestrze						15

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 5

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Wt/ ct	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR50</a>	Aparatura przemysłu chemicznego	30	-	-	-	-	-	2
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR51</a>	Aparatura przemysłu chemicznego – laboratorium	-	-	45	-	-	-	3
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR52</a>	Elektrochemia stosowana	30	-	-	-	-	-	2
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR53</a>	Materiałoznawstwo	30	-	-	-	-	-	2
5	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR54</a>	Materiałoznawstwo - laboratorium	-	-	45	-	-	-	3
6	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR55</a>	Podstawy chemii i technologii polimerów	30	-	-	-	-	-	2
7	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR56</a>	Projektowanie procesów technologicznych 1	30	-	-	30	-	-	5
8	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR57</a>	Techniki menadżerskie dla inżynierów chemików	15	-	-	-	15	-	2
9	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR58</a>	Technologie przemysłu nieorganicznego i ceramicznego	30	-	-	30	-	-	4
10	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR59</a>	Kurs/szkolenie	30	-	-	-	-	-	3
11		<a href="#">Przedmiot obieralny</a>	30	-	-	-	-	-	2

## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 6

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Wt/ ct	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR60</a>	Analityka przemysłowa	30	-	-	-	15	-	3
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR61</a>	Inżynieria reaktorów chemicznych - projekt	-	-	-	45	-	-	4
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR62</a>	Projektowanie procesów technologicznych 2	-	-	-	60	-	-	5
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR63</a>	Przetwórstwo i modyfikacja materiałów	30	-	-	-	15	-	3
5	<a href="#">1020-TC000-ISP-PR64</a>	Technologie przemysłu organicznego z elementami biotechnologii	30	-	-	45	-	-	5
6		<a href="#">Przedmiot obieralny 1</a>	-	-	-	60	-	60	8
7		<a href="#">Przedmiot obieralny 2</a>	-	-	-	30	-	-	2

#### Praktyka zawodowa:

Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Wt/ ct	Punkty ECTS
<a href="#">1020-TC000-ISP-PR01</a>	Praktyka przeddyplomowa	1,5 miesiąca w czasie wakacji po VI semestrze						15



## Kierunek Technologia Chemiczna

### Semestr 7

#### Lista przedmiotów:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Wt/ ct	Punkty ECTS
1	1020-TCLAB- ISP-PR #	Inżynierska praktyka dyplomowa*	-	-	24*		-	-	18
2	1020-TC000- ISP-PR70	Przygotowanie inżynierskiej pracy dyplomowej	-	-	75	-	-	-	11
3	1020-TCSEM- ISP-PR #	Seminarium dyplomowe	-	-	-	-	15	-	1

\* - 3 miesiące w trakcie VII semestru

#	kierownik zakładu/katedry realizacji pracy	zakład/katedra
01	prof. dr hab. inż. Maciej Jarosz	Katedra Chemii Analitycznej
02	prof. dr hab. inż. Marek Marcinek	Katedra Chemii Nieorganicznej
03	dr hab. Joanna Cieśla, prof. Uczelni	Katedra Biotechnologii Środków Leczniczych i Kosmetyków
04	dr hab. inż. Tadeusz Hofman, prof. Uczelni	Katedra Chemii Fizycznej
05	dr hab. inż. Paweł Maksimowski, prof. Uczelni	Zakład Materiałów Wysokoenergetycznych
06	prof. dr hab. inż. Stanisław Ostrowski	Katedra Chemii Organicznej
07	prof. dr hab. inż. Janusz Lewiński	Zakład Katalizy i Chemii Metaloorganicznej
08	prof. dr hab. inż. Krzysztof Krawczyk	Katedra Technologii Chemicznej
10	prof. dr hab. inż. Michał Chudy	Katedra Biotechnologii Medycznej
11	prof. dr hab. inż. Paweł Parzuchowski	Katedra Chemii i Technologii Polimerów

## Lista przedmiotów obieralnych:

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Wt/ ct	Punkty ECTS
1	<a href="#">1020-TC000-ISP-PROB1</a>	Metody elektroanalityczne i sensory (obieralny na 5. semestrze)	30	-	-	-	-	-	2
2	<a href="#">1020-TC000-ISP-PROB2</a>	Recykling polimerów (obieralny na 5. semestrze)	15	-	-	-	-	15	2
3	<a href="#">1020-TC000-ISP-PROB3</a>	Technologie ochrony przed korozją (obieralny na 5. semestrze)	30	-	-	-	-	-	2
4	<a href="#">1020-TC000-ISP-PROB4</a>	Projektowanie i nadzór nad zabezpieczeniami antykorozyjnymi stali i betonu	-	-	-	30	-	-	2
5	<a href="#">1020-TC000-ISP-PROB5</a>	Projektowanie kontroli analitycznej	-	-	-	60	-	60	8
6	<a href="#">1020-TC000-ISP-PROB6</a>	Przetwórstwo i modyfikacja materiałów – projekt	-	-	-	60	-	60	8
7	<a href="#">1020-TC000-ISP-PROB7</a>	Analityka w kontroli odpadów przemysłowych i ratownictwie chemicznym	-	-	-	30	-	-	2

## Analityka przemysłowa

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Krzysztof Jankowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (30 h) + seminarium (15 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

Wykład przedstawia dziedzinę chemii analitycznej procesowej oraz praktykę i zasady analityki przemysłowej w technologii chemicznej. Seminarium jest uzupełnieniem wykładu i stanowi wprowadzenie do projektowania nowoczesnej kontroli procesowej.

### Bibliografia:

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
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. 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.
7. M. Dobecki, Zapewnienie jakości analiz chemicznych, Instytut Medycyny Pracy, Łódź 2004.

### Efekty kształcenia:

- Posiada podstawową wiedzę z chemii analitycznej procesowej, w tym znajomość technik analitycznych i zasad organizacji kontroli analitycznej procesów technologii chemicznej
- Ma wiedzę z zakresu technik i metod identyfikowania i charakteryzowania materiałów i substancji chemicznych w warunkach procesu przemysłowego, w tym oceny jakości produktów chemicznych
- Potrafi dobrać i zastosować metody analityczne i aparaturę do jakościowego i ilościowego oznaczania związków chemicznych istotnych dla kontroli procesu technologicznego
- Potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań analityki przemysłowej – dostrzegać ich aspekty społeczne, ekonomiczne i prawne
- Potrafi dokonać analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania technologiczne, aparaturowe i procesowe w zakresie kontroli analitycznej technologii chemicznej
- Potrafi rozwiązywać praktyczne zadania inżynierskie z zakresu analityki przemysłowej, w tym także poprzez korzystanie ze standardów i norm inżynierskich

- Potrafi monitorować za pomocą urządzeń analitycznych i zwiększać efektywność procesów technologicznych w obszarze przemysłu chemicznego
- Potrafi formułować problemy kontroli analitycznej w celu pogłębienia rozumienia zagadnienia lub uzupełnienia luk w rozumowaniu
- Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w tym: przestrzegania zasad etyki zawodowej w zakresie przestrzegania norm jakości produkcji i wymagania tego od innych

**Kryteria oceny:**

egzamin pisemny + ocena prezentacji

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Zasady analityki przemysłowej
  - 1.2. Zakres chemii analitycznej procesowej
  - 1.3. Cele analityki w prowadzeniu procesu technologicznego
  - 1.4. Pobieranie próbek w warunkach stacjonarnych i dynamicznych
  - 1.5. Automatyzacja etapu przygotowania próbki do pomiaru
2. Aparatura w analityce przemysłowej
  - 2.1. Czujniki i pomiary in-situ
  - 2.2. Kryteria oceny i wyboru czujnika
  - 2.3. Analizatory i ich zastosowanie
  - 2.4. Kryteria oceny i wyboru analizatora
  - 2.5. Techniki nieinwazyjne w kontroli analitycznej
  - 2.6. Techniki i urządzenia do pomiarów polowych i poza linią produkcyjną
3. Metody analityczne stosowane w analityce przemysłowej
  - 3.1. Procesowa chromatografia gazowa i cieczerwowa
  - 3.2. Spektrofotometria procesowa
  - 3.3. Inne techniki spektroskopowe i teledetekcja
  - 3.4. Zastosowanie przepływowej analizy wstrzykowej w monitoringu
  - 3.5. Zastosowanie metod badania powierzchni w kontroli analitycznej

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Analityka w kontroli odpadów przemysłowych i ratownictwie chemicznym

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Krzysztof Jankowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>ocena prezentacji i dyskusji dot. projektu</b>
rodzaj zajęć:	<b>projekt (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

W projekcie uwaga zostanie zwrócona na: zdefiniowanie zadań analitycznych i zakresów kontrolowanych parametrów a także omówienie wymagań dla metod analitycznych, monitorów, czujników, urządzeń do ochrony osobistej, rozmieszczenie zadań analitycznych w schemacie organizacyjnym akcji ratowniczej, rozwiązanie zagadnień bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska. Dwuosobowa grupa studentów wykonuje projekt systemu kontroli analitycznej dla wybranego rodzaju odpadu lub wsparcia akcji ratowniczej po spodziewanej awarii/wycieku substancji niebezpiecznej.

### Bibliografia:

1. Industrial processes and waste stream management, ed. H. H Guyer, John Wiley and Sons, New York, 1998
2. B. Klepaczek-Filipiak, E. Faron-Lewandowska, Pracownia chemiczna, Analiza wody i ścieków, wyd.2, W S i P, Warszawa 2010
3. E. Mieczkowska, Wytyczne pobierania próbek odpadów przemysłowych do badań, Bibl. Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1993.
4. W. Hermanowicz, J. Dojlido, W. Dożańska, B. Koziorowski, J. Zerbe, Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków, wyd. 2, Arkady, Warszawa 1999.
5. Fizykochemiczne metody kontroli zanieczyszczeń środowiska (Red.) J. Namieśnik, Z. Jamrógiewicz, WNT, Warszawa, 1998.
6. J. Konieczny, Ratownictwo chemiczno-medyczne, Garmond Oficyna Wydawnicza, Poznań – Warszawa, 2007.
7. S.Kostka-Jałoszyński (Red.) Ratownictwo chemiczne w Polsce, Wydawnictwo NOT, Gdańsk 1986.
8. materiały otrzymane od prowadzącego.

### Efekty kształcenia:

- Posiada wiedzę z chemii analitycznej instrumentalnej, w tym znajomość technik analitycznych stosowanych do permanentnej i incydentalnej kontroli odpadów przemysłowych i projektowania systemów kontroli analitycznej odpadów
- Posiada wiedzę z zakresu technik i metod identyfikowania i charakteryzowania niebezpiecznych substancji chemicznych w warunkach akcji ratowniczej
- Potrafi dobrać i zastosować metody analityczne i aparaturę do jakościowego i ilościowego oznaczania związków chemicznych istotnych dla kontroli odpadów przemysłowych

- Potrafi – przy projektowaniu analityki odpadów i substancji niebezpiecznych – dostrzegać aspekty społeczne, ekonomiczne i prawne
- Potrafi dokonać analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne i aparaturowe w zakresie kontroli analitycznej odpadów przemysłowych
- Potrafi rozwiązywać praktyczne zadania inżynierskie z zakresu projektowania analityki odpadów i substancji niebezpiecznych, w tym także poprzez korzystanie ze standardów i norm inżynierskich
- Potrafi formułować problemy kontroli analitycznej odpadów i substancji niebezpiecznych w celu pogłębienia rozumienia zagadnienia lub uzupełnienia luk w rozumowaniu
- Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w tym: przestrzegania zasad etyki zawodowej w zakresie przestrzegania norm bezpieczeństwa w zakresie ochrony zdrowia i ochrony środowiska i wymagania tego od innych

**Kryteria oceny:**

ocena prezentacji i dyskusji dot. projektu

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Omówienie zasad realizacji projektu
2. Przedstawienie przykładowych rozwiązań dla kontroli odpadów i substancji niebezpiecznych wraz ze wskazaniem istotnych aspektów tej kontroli. Wybór tematu przez grupy studentów
3. Przegląd literatury w zakresie tematyki projektu

Przykłady tematów:

Kontrola analityczna osadów ściekowych

Całoroczny monitoring składowiska odpadów w produkcji superfosfatu

Kontrola analityczna podczas akcji ratowniczej po wycieku amoniaku

4. Istotne etapy projektowania kontroli odpadów i skutków awarii
  - 4.1. Wybór stosowanych technik i urządzeń analitycznych, określenie celu wykonywania pomiarów kontrolnych
  - 4.2. Określenie rodzaju i zakresu kontrolowanych parametrów
  - 4.3. Ocena parametrów metod analitycznych zastosowanych do kontroli odpadów i skutków awarii
5. Konsultacje z prowadzącym najistotniejszych etapów wybranego projektu
6. Przygotowanie projektu kontroli analitycznej
7. Przedstawienie projektów przez grupy studenckie
  - 7.1. Wygłoszenie prezentacji (ok. 20 minut na grupę)
  - 7.2. Dyskusja nad poprawnością określenia zadań analitycznych i sposobów kontroli wybranych parametrów

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Aparatura przemysłu chemicznego

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Michał Młotek</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 ma na celu przedstawienie ogólnej charakterystyki aparatów i urządzeń stosowanych w przemyśle chemicznym. Główny nacisk położony będzie na zasadę działania, budowę i bezpieczną eksploatację aparatów najczęściej stosowanych w przemyśle. Obejmuje to m.in. aparaty do magazynowania, rozdrabniania, mieszania i transportu substancji. Omówione zostaną także urządzenia do rozdzielania i procesów wymiany ciepła i masy oraz budowa niektórych reaktorów.

### Bibliografia:

1. J. Warych „Aparatura chemiczna i procesowa”, OWPW 2004
2. Wesołowski P., Borowski J., Aparatura chemiczna i procesowa. Cz.1. Wymienniki ciepła i masy, Wydawnictwo PP, Poznań 2002
3. Wesołowski P., Borowski J., Szaferski W., Aparatura chemiczna i procesowa. Cz.2. Mieszalniki i separatory, Wydawnictwo PP, Poznań 2005.
4. J. Ciborowski „Inżynieria chemiczna”, PWT.
5. Selecki A., Gradoń L., Podstawowe procesy przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa 1985
6. Błasiński H., Młodziński B., Aparatura przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa 1983

### Efekty kształcenia:

- Znajomość budowy, zasady działania i bezpiecznej eksploatacji najważniejszych urządzeń i aparatów przemysłu chemicznego.
- Umiejętność doboru odpowiednich aparatów oraz parametrów ich pracy do przeprowadzenia procesów przemysłu chemicznego
- Znajomość związków i zależności między działaniem i konstrukcją urządzeń przemysłu chemicznego. Posiada ogólną orientację w aktualnych kierunkach rozwoju technologii chemicznej i przemysłu chemicznego
- Posiada podstawową wiedzę z inżynierii chemicznej, aparatury przemysłu chemicznego

### Kryteria oceny:

Egzamin pisemny

### Szczegółowe treści merytoryczne:

- |                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 1. Informacje ogólne                                | 1 h |
| 2. Elementy maszynoznawstwa i materiałoznawstwa     | 1 h |
| 3. Podstawowe informacje o instalacjach chemicznych | 3h  |

- 3.1. Aparaty chemiczne, typy aparatów
- 3.2. Aparatura kontrolno-pomiarowa
- 4. Aparaty do magazynowania substancji 2h
- 5. Aparaty do rozdrabniania substancji 2h
- 6. Aparaty do transportu substancji 4h
- 6.1. Urządzenia do transportu ciał stałych
- 6.2. Urządzenia do transportu cieczy i gazów - pompy i sprężarki
- 7. Urządzenia do mieszania i klasyfikacji substancji 1h
- 8. Urządzenia do rozdzielania mieszanin, suszenia i filtracji. 4 h
- 9. Urządzenia do prowadzenia procesów wymiany ciepła 2 h
- 10. Urządzenia do prowadzenia procesów wymiany ciepła i masy 6 h
- 10.1. Urządzenia do destylacji i rektyfikacji
- 10.2. Absorbery i adsorbery
- 10.3. Ekstraktory
- 11. Reaktory chemiczne 2h
- 12. Urządzenia i reaktory specjalne 2h

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## Aparatura przemysłu chemicznego - laboratorium

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Michał Młotek</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 ma na celu poznanie ogólnej charakterystyki aparatów i urządzeń stosowanych w przemyśle chemicznym. Studenci poznają zasadę działania, budowę i bezpieczną eksploatację aparatów wybranych, stosowanych w przemyśle urządzeń. Laboratorium obejmie aparaty do, rozdrabniania mieszania, urządzenia do rozdzielania i procesów wymiany ciepła i masy .

### Bibliografia:

1. J. Warych „Aparatura chemiczna i procesowa”, OWPW 2004
2. Wesołowski P., Borowski J., Aparatura chemiczna i procesowa. Cz.1. Wymienniki ciepła i masy, Wydawnictwo PP, Poznań 2002
3. Wesołowski P., Borowski J., Szaferski W., Aparatura chemiczna i procesowa. Cz.2. Mieszalniki i separatory, Wydawnictwo PP, Poznań 2005.
4. J. Ciborowski „Inżynieria chemiczna”, PWT.
5. Selecki A., Gradoń L., Podstawowe procesy przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa 1985
6. Błasiński H., Młodziński B., Aparatura przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa 1983

### Efekty kształcenia:

- Znajomość budowy, zasady działania i bezpiecznej eksploatacji najważniejszych urządzeń i aparatów przemysłu chemicznego.
- Umiejętność doboru odpowiednich aparatów oraz parametrów ich pracy do przeprowadzenia procesów przemysłu chemicznego
- Znajomość związków i zależności między działaniem i konstrukcją urządzeń przemysłu chemicznego Posiada ogólną orientację w aktualnych kierunkach rozwoju technologii chemicznej i przemysłu chemicznego
- Posiada podstawową wiedzę z inżynierii chemicznej, aparatury przemysłu chemicznego

### Kryteria oceny:

Sprawozdania z wykonanych ćwiczeń

### Szczegółowe treści merytoryczne:

- |                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Informacje ogólne i BHP                                     | 3 h |
| 1. Aparaty do rozdrabniania substancji                         | 6h  |
| 2. Urządzenia do mieszania i klasyfikacji substancji           | 6h  |
| 3. Urządzenia do rozdzielania mieszanin, suszenia i filtracji. | 6 h |

6. Aparaty do transportu substancji	6h	
4. Urządzenia do prowadzenia procesów wymiany ciepła		6 h
5. Urządzenia do prowadzenia procesów wymiany ciepła i masy		6 h
5.1. Urządzenia do destylacji i rektyfikacji		
5.2. Absorbery i adsorbery		
6. Urządzenia i reaktory specjalne	6h	

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Automatyka i pomiary w przemyśle

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Paweł Domański</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (15h) + laboratorium (15h) + warsztaty terenowe (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat metod automatyzacji procesów przetwórczych w zakresie występującym w przemyśle chemicznym, podstawowych urządzeń wykonawczych (w głównej mierze zaworów) 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

### 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:

- zna podstawowy, przykładowy sprzęt automatyki przemysłowej (sterowniki PLC, systemy DCS/SCADA/MES, regulatory programowalne, elementy pomiarowe i wykonawcze)
- zna podstawowy algorytm regulacji typu PID oraz podstawowe przemysłowe architektury sterowania go wykorzystujące
- zna przykładowe warianty układów pomiarowych takich wielkości fizycznych jak temperatura, natężenie przepływu, ciśnienie, itp.
- posiada umiejętność zaprogramowania prostego układu ze sterownikiem PLC dla potrzeb sygnalizacji, blokad i zabezpieczeń technologicznych
- posiada umiejętność doboru struktury i parametrów w układzie regulacji z regulatorem programowalnym, a w szczególności algorytmem PID
- posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych, w których występują schematy automatyki przemysłowej

- potrafi pracować w sterowni, w której są zgromadzone różne środki automatyki, w zespole osób nadzorujących przebieg procesu technologicznego
- Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

**Kryteria oceny:**

Punkty za zaliczenie wykładu: 55

Punkty za laboratoria (5 x 4 pkt): 20

Punkty za sprawozdania z warsztatów terenowych/wizyt studyjnych: 20

Punkty za aktywność oraz obecność: 5

Punkty są przeliczane na ocenę wg algorytmu:

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

Do zaliczenia przedmiotu konieczne jest:

- Zaliczenie wszystkich 5 ćwiczeń laboratoryjnych i uzyskanie z nich przynajmniej 11 punktów (maksymalna ocena za ćwiczenie = 4 pkt). Nieobecność może zostać usprawiedliwiona (zwolnienie lekarskie, udokumentowane szczególne przypadki losowe). Liczba punktów wynosząca 10 lub mniej, lub też przynajmniej jedna nieusprawiedliwiona nieobecność skutkuje niezaliczeniem przedmiotu.
- Dostarczenie sprawozdań z warsztatów/wizyt studyjnych do dnia ostatnich zajęć wykładowych. Warsztaty/wizyty studyjne są obowiązkowe. Nieobecność może zostać usprawiedliwiona (zwolnienie lekarskie, udokumentowane szczególne przypadki losowe). Brak sprawozdań do ww. terminu skutkuje niezaliczeniem przedmiotu.
- Oraz uzyskanie z zaliczenia wykładu minimum 23 punktów. W semestrze są maksymalnie dwa terminy. Sprawdzian zaliczeniowy odbywa się na przedostatnich zajęciach. W przypadku niezaliczenia sprawdzianu wykładowego w terminie podstawowym istnieje możliwość jego poprawy w terminie poprawkowym, który odbędzie się w czasie planowych ostatnich zajęć. Niezaliczenie sprawdzianu w żadnym z dwu powyższych terminów skutkuje niezaliczeniem przedmiotu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Streszczenie. 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.

Szczegółowo 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, siłowniki, wentylatory, klapy,...). 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. Struktura funkcjonalna systemu automatyki oraz występujące systemy PLC/DCS/SCADA/MES. Typowe wyposażenie sterowni oraz przykładowe zadania wykonywane w sterowniach. Język opisu struktur automatyki SAMA.
7. Zaprezentowane są przykłady zastosowań z przemysłu chemicznego.

Zakres laboratorium:

Zadaniem ćwiczeń 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.

Zakres warsztatów terenowych

Część warsztatowa/studyjna przedmiotu (ok. 15h) obejmować będzie zapoznanie się studentów z praktyczną stroną realizacji wybranych przykładów omawianych rozwiązań związanych z identyfikacją obiektów sterowania, strukturami regulacji oraz metodami ich projektowania oraz urządzeniami automatyki. W jej trakcie, studentom przybliżone zostaną szczegółowe rozwiązania techniczne stosowane przez wybrane firmy z otoczenia gospodarczego Uczelni.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Bezpieczeństwo pracy i techniczne

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. Waldemar Tomaszewski, prof. Uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Projekt (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Celem pierwszej części zajęć jest zapoznanie studentów z podstawowymi zasadami bezpiecznej pracy w laboratorium/zakładzie chemicznym oraz bezpiecznego prowadzenia procesów technologicznych, z szczególnym uwzględnieniem procesów polimeryzacji. W tej części zajęć studenci zostaną również zapoznani z technologiami otrzymywania HTPB – polibutadienu zakończonymi grupami hydroksylowymi. HTPB i jego pochodne to współcześnie materiały o dużym znaczeniu aplikacyjnym m.in. w przemyśle zbrojeniowym oraz w przemyśle cywilnym jako składniki klejów, powłok ochronnych i izolacyjnych. Celem drugiej części zajęć jest wykonanie przez studentów projektu procesowego otrzymywania HTPB na podstawie wiadomości z wykładu. W utworzonych grupach studenci będą opracowywać elementy projektu, m.in. operacje jednostkowe, schemat ideowy, bilans masowy z uwzględnieniem odpadów, dobór aparatów, schemat technologiczny i ekonomikę procesu. Wykonanie projektów nadzorują pracownicy ZMW WCh, we współpracy z partnerem przemysłowym (ECO in).

### Bibliografia:

1. Robert H. Hill, David C. Finster, Laboratory Safety for Chemistry Students, 2nd edition, Wiley, Hoboken, 2016.
2. T. Grever. Thermal Hazards of Chemical Reactions. Elsevier, Amsterdam, 1994.
3. D.Tuhtar. Fire and Explosion Protection: A System Approach., Halsted Press, Toronto, 1988.
4. M. Chmielarek, Badania nad otrzymywaniem i zastosowaniem  $\alpha,\omega$ -dihydroksy-polibutadienu (HTPB) oraz jego pochodnych, Rozprawa doktorska, Wydział Chemiczny Politechnika Warszawska, 2017.

### Efekty kształcenia:

Po zakończeniu zajęć student:

- Zna ogólne podstawy chemiczne i fizykochemiczne procesów technologicznych stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych.
- Rozumie podstawowe operacje jednostkowe i procesy technologiczne oraz zasady działania podstawowych urządzeń i instalacji stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych.
- Potrafi uwzględnić aspekty systemowe, pozatechniczne i ekonomiczne przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich związanych z technologią chemiczną.
- Potrafi monitorować i zwiększać efektywność operacji jednostkowych i procesów technologicznych w obszarze przemysłu chemicznego.

- Potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – typowy dla technologii chemicznej proces technologiczny oraz instalację do jego realizacji, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów.
- Potrafi rozwiązywać praktyczne zadania inżynierskie z zakresu technologii chemicznej, w tym także poprzez korzystanie ze standardów i norm inżynierskich.
- Potrafi wykorzystać zdobyte w środowisku zajmującym się zawodowo działalnością inżynierską doświadczenie związane z realizacją procesów technologicznych oraz utrzymaniem urządzeń i linii technologicznych typowych dla przemysłu chemicznego.
- Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich w zakresie technologii chemicznej poprzez właściwy dobór źródeł informacji oraz ocenę i krytyczną analizę pozyskanych informacji z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł.
- Potrafi dobrać i zastosować metody i narzędzia chemiczne, fizyczne, matematyczne, informatyczne do rozwiązywania złożonych problemów w dziedzinie technologii chemicznej.
- Potrafi pracować w zespole, organizować pracę zespołową oraz zarządzać swoim czasem.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie testu dot. podstawowych zasad bezpiecznej pracy w laboratorium/zakładzie chemicznym oraz bezpiecznego prowadzenia procesów technologicznych (40% oceny) oraz opracowanie projektu procesowego (60% oceny).

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Prezentacja przedmiotu, podział na zespoły. I wykład dot. zasad bezpiecznej pracy w laboratorium/zakładzie chemicznym.
- 2 - 3. II, III wykład dot. jw.
- 4 – 6. I, II i III wykład dot. bezpiecznego prowadzenia procesów technologicznych.
- 7 – 9. I, II i III wykład dot. technologii otrzymywania HTPB
  - a. podstawy procesu technologicznego (reakcje, koncepcje)
  - b. opis surowców, półproduktów,
  - c. opis poszczególnych faz procesu m.in. wydajności, możliwych odpadów
- 10 – 12. Wizyta w zakładzie wytwarzającym HTPB (ECO in) (3 x 2 godziny).
- 14 – 15. Omówienie wizyty z zajęć 10 -12. Prezentacja projektów technologicznych otrzymywania HTPB dla poszczególnych grup studenckich.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Chemia

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

### Cele przedmiotu:

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.
  7. E. Skrzypczak, Z. Szepliński: Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych. WN PWN, 2002.
  3. 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



jednordzeniowych 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 d 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. Elektryczność pierwiastków - skala Paulinga, Allreda-Rochowa. Elektryczność Mullikena, zjawisko wyrównywania elektryczności a dystrybucja ładunku. Promienie rdzeni, polaryzowalność, elektryczność. 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. Drobiny 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 Borna-Habera, układy krystalograficzne, sieci Bravais'a, komórka elementarna. Struktury najgęstsze 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 Koziół</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>laboratorium (60h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu prowadzonego w formie laboratorium jest zapoznanie studentów z podstawowymi czynnościami oraz sprzętem stosowanym w laboratorium chemicznym, które stanowią nieodzowną część wiedzy teoretycznej i praktycznej inżyniera chemika. Celem pośrednim jest wykonanie szeregu ćwiczeń eksperymentalnych, które pozwolą zapoznać studentów z podstawowymi zagadnieniami z chemii ogólnej oraz nieorganicznej, takimi jak: równowagi kwasowo – zasadowe ustalające się w roztworze wodnym, reakcje kompleksowania, procesy utleniania i redukcji, procesy zachodzące w układzie sól trudnorozpuszczalna – roztwór, właściwości i zasada działania roztworów buforowych. Zajęcia mają na celu przedstawienie podstawowych metod pomiarów fizykochemicznych, m.in.: pH, przewodnictwa elektrolitycznego oraz siły elektromotorycznej ogniw galwanicznych. Celem zajęć jest również nabranie umiejętności praktycznych z zakresu syntezy związków nieorganicznych. Zajęcia pozwolą również nabyć umiejętność planowania doświadczeń oraz sporządzania notatek z wykonanych eksperymentów, co jest istotną i nieodzowną częścią każdego laboratorium badawczo-rozwojowego.

### Bibliografia:

1. Praca zbiorowa, Laboratorium chemii ogólnej i nieorganicznej, Wydział Chemiczny PW,
2. K. Juszczyk, J. Nieniewska, Ćwiczenia rachunkowe z chemii ogólnej, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, 1996r.
3. Z. Gontarz, Związki tlenowe pierwiastków bloku sp, WNT, 1993
4. A. Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, PWN, 1994 i wydania późniejsze.
5. J. Minczewski, Z. Marczenko, Chemia analityczna, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2001
6. A. Hulanicki, Reakcje kwasów i zasad w chemii analitycznej, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1992
7. Z. Galus (red.), Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej, PWN Warszawa 2005
8. E. Schweda, Chemia nieorganiczna, t. 1-2, MedPharm 2014

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu zajęć student powinien posiadać wiedzę i umiejętności:

- posiada ogólną wiedzę teoretyczną na temat podstawowych zagadnień chemii ogólnej i nieorganicznej;
- posiada umiejętność wykonywania podstawowych obliczeń chemicznych stosowanych w praktyce laboratoryjnej;

- posiada umiejętność wykonywania podstawowych prac laboratoryjnych;
- na podstawie dostępnych źródeł literaturowych oraz internetowych potrafi rozwiązać prosty problem badawczy, potrafi opracować metodę otrzymywania związku nieorganicznego oraz umie zbadać i scharakteryzować otrzymany produkt pod kątem jego właściwości chemicznych;
- posiada umiejętność samodzielnej oraz zespołowej pracy w laboratorium;
- posiada umiejętność prowadzenia dziennika laboratoryjnego oraz umie opracowywać wyniki doświadczalne w formie sprawozdania, umie sformułować wnioski z przeprowadzonego doświadczenia.

**Kryteria oceny:**

Ocena pracy w semestrze – krótkie sprawdziany (na początku lub na zakończenie zajęć), sprawozdania, kolokwium podsumowujące z zagadnień teoretycznych oraz sprawdzian praktyczny.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Program przedmiotu obejmuje:

- Podstawowe czynności laboratoryjne, zasady BHP, prowadzenie dziennika laboratoryjnego.
- Przygotowywanie roztworów o określonym stężeniu ze stałej soli oraz poprzez rozcieńczenie roztworów.
- Równowagi w roztworach wodnych: jony w roztworze (proste reakcje wymiany jonowej, reakcji zobojętnienia, hydrolizy); elektrolity i nieelektrolity oraz elektrolity mocne i słabe.
- Równowagi w reakcjach kwasowo-zasadowych: zasada działania i 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 rozcieńczenie, reakcje strącania trudno rozpuszczalnych soli); badania porównawcze trwałości kompleksów, badanie 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 trudnorozpuszczalnych; badanie strącania trudnorozpuszczalnych osadów w zależności od stężenia reagentów, rozpuszczanie osadów wodorotlenków amfoterycznych w kwasach i zasadach.
- Reakcje utleniania i redukcji; potencjał reakcji redukcji; wpływ odczynu środowiska na przebieg reakcji red-ox; ogniwa galwaniczne.
- Aktywność jonów w roztworze wodnym, siła jonowa.
- Pomiar pH, przewodnictwa elektrolitycznego oraz siły elektromotorycznej ogniwa galwanicznych.
- Preparatyka nieorganiczna: synteza szczawianów wapnia i magnezu, otrzymywanie dwutlenku(IV) siarki oraz dwusiarczynu(IV) sodu; otrzymywanie aktywnej mieszaniny związków żelaza opartej na ferrocenie mającej zastosowanie w oczyszczaniu wody.
- Rozdzielania mieszaniny związków metodą krystalizacji.
- Podstawy dyfrakcji rentgenowskiej na materiałach polikrystalicznych i zastosowanie tej metody do identyfikacji faz krystalicznych.

## Chemia nieorganiczna

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

### Cele przedmiotu:

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.
7. 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, chlorowodór.

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 +7 i +5 stopniu utlenienia. Tlenki antymonu.

5. Cyna, ind - tlenowe związki oraz kationy, ich reakcje.

VII PIERWIASTKI VI OKRESU RDZENIOWEGO 7 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):**

## Elektrochemia stosowana

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

### Cele przedmiotu:

- Przekazanie podstawowej wiedzy o praktycznej realizacji reakcji elektrochemicznych.
- Zapoznanie studentów z różnymi obszarami zastosowań elektrochemicznych procesów technologicznych jak: powłoki konwersyjne; elektro osadzanie; procesy hydrometalurgiczne; elektrorafinacja; reakcje ze stopionych soli; podstawowe procesy elektrolizy; oczyszczanie wody; ogniwa galwaniczne.
- Zapoznanie studentów z podstawowymi konstrukcjami reaktorów elektrochemicznych w tym dobór elementów reaktora pod kątem prowadzonego procesu.
- Zapoznanie studentów z wpływem podstawowych parametrów procesu na przebieg reakcji elektrochemicznych.

### Bibliografia:

- A. Kisza "Elektrochemia" t 1 i 2, WNT 2001
- C. Lefrou et al "Electrochemistry – The Basics, with Examples", Springer Verlag 2012 3.
- J. Bockris, A. Reddy "Modern Electrochemistry 2b", Kluwer 2000
- D. Plecher, F. C. Walsh "Industrial electrochemistry" Springer Science + Business Media, LLC Second edition 1990
- A. Czerwiński „Akumulatory, baterie, ogniwa” Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ

### Efekty kształcenia:

- Ma ugruntowane podstawy wiedzy o procesach elektrochemicznych i przemysłowych.
- Zna podstawowe przemysłowe procesy elektrochemiczne.
- Zna podstawy ogniw galwanicznych.
- Potrafi określić parametry technologiczne i cechy materiałów oraz urządzeń dla wybranych procesów produkcji elektrochemicznej.
- Potrafi analizować proces elektrochemiczny pod kątem jego praktycznego zastosowania.
- Potrafi w sposób popularny przedstawić najnowsze osiągnięcia w zakresie elektrochemii stosowanej
- Rozumie potrzebę ciągłego doskazywania się, potrafi realizować proces samokształcenia

### Kryteria oceny:

Zaliczenie, aktywność na wykładach

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład prezentuje zagadnienia z: 1. Podstaw kinetyki procesów elektrodowych w tym analiza zależności prąd - napięcie głównie w oparciu o wykresy Butlera-Volmera; typy reakcji elektrodowych i wpływ podstawowych parametrów procesu na ich przebieg. 2. Zasady prowadzenia technologicznych procesów elektrodowych, obszary produkcji stosujące techniki elektrochemiczne. 3. Elektrochemiczne techniki pomiarowe jako element projektowania procesów, sterowania i kontroli jakości. 4. Inżynieria reaktorów elektrochemicznych wpływ konstrukcji reaktora na prowadzenie procesu. 5. Przemysłowe procesy elektrochemiczne, analiza na podstawie wybranych przykładów: elektrometalurgia, przemysł chlorowy, powłoki ochronne galwaniczne, elektrosynteza, oczyszczanie wody, 6. Ogniwa galwaniczne, typy ogniw oraz wpływ doboru komponentów na właściwości użytkowe baterii.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## Elektrotechnika i elektronika

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

### Cele przedmiotu:

Opanowanie podstawowych wiadomości o:

- elementach RLC,
- metodach analizy obwodów prądu stałego,
- pojęciu impedancji,
- sygnałach elektrycznych.

Zapoznanie studentów z pracą w laboratorium. W szczególności zdobycie umiejętności:

- dokumentowania wyników pomiarów,
- obsługi podstawowych przyrządów pomiarowych,
- opracowania i analizy wyników

### Bibliografia:

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

### Kryteria oceny:

Ocena ostateczna wynika z sumy punktów uzyskanych z testu wykładowego (max. 26 pkt.) oraz punktów za 4 ćwiczenia laboratoryjne (max. 24 pkt.). Warunkiem koniecznym jest uzyskanie min. 13 pkt. z laboratorium.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

#### Program wykładu (7 x 2h +1h test)

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

#### Program laboratorium (5 x 3h)

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

## 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 1

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

### Cele przedmiotu:

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 inż. Arkadiusz Gertych</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>wykład (30h) + ćwiczenia (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

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?

Obciążenie Greisena-Zacepina-Kuźmina.

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

Obserwacje wielkich ęków atmosferycznych – eksperyment AUGER. Zasada zachowania energii

pola elektromagnetycznego - 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):**

## Fizyka - laboratorium

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

### Cele przedmiotu:

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):



## Grafika inżynierska

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Antoni Rozeń, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>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.

## Inżynieria chemiczna i procesowa

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Arkadiusz Moskal</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (45 h) + projekt (30 h) + ćwiczenia terenowe (30 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>7</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studenta z podstawami inżynierii chemicznej i procesowej opartej o podstawy przenoszenia masy pędu i energii. Student zapozna się z podstawą bilansowania procesów ustalonych i nieustalonych w czasie. Zapozna się z wpływem parametrów procesowych oraz geometrii aparatu na globalną efektywność procesu, poprzez wpływ na lokalne wartości współczynników kinetycznych wymiany masy i energii. W czasie wykładu, przedstawiony zostanie przegląd podstawowych procesów jednostkowych które student nauczy się bilansować oraz tworzyć ich proste modele matematyczne. Student zapoznany zostanie z problemami zmiany skali prowadzenia procesów. Zapozna się również z wybranymi procesami rozdzielania wykorzystywanymi do otrzymywania produktów o określonej czystości.

### Bibliografia:

- Podstawy Inżynierii Chemicznej, J. Ciborowski, WNT, 1980
- Podstawy Inżynierii Chemicznej i procesowej. Zadania z elementami teorii., A. Moskal, A. Jackiewicz – Zagórska, A. Penconek, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2016

### Efekty kształcenia:

Student po zakończonym kursie przedmiotu powinien znać ogólne podstawy chemiczne i fizykochemiczne prowadzenia procesów technologicznych prowadzonych w przemyśle. Powinien również rozumieć podstawowe operacje jednostkowe i procesy technologiczne oraz zasady działania podstawowych urządzeń i instalacji stosowanych w przemyśle. Powinien umieć na podstawie bilansu masy pędu i energii procesu wskazać główne parametry procesowe wpływające na jego efektywność.

### Kryteria oceny:

Ocena zintegrowana obejmuje ocenę z ćwiczeń, projektu i wykładu. Wykłady kończą się egzaminem pisemnym. Ćwiczenia zaliczane są w formie kolokwium obliczeniowych.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Podczas zajęć studenci poznawac będą następujące zagadnienia:

1. Podstawy bilansowania procesów.
2. Przepływ płynów jednorodnych. Płyny Idealne.
3. Płyny rzeczywiste.
4. Opory przepływów i różne problemy przepływu w rurociągach.
5. Procesy ruchu ciał stałych w płynach.

6. Rozdzielanie w polu sił odśrodkowych. Filtracja aerozoli.
7. Filtracja jako metoda rozdzielania zawiesin.
8. Sposoby kontaktowania faz w jednym aparacie.
9. Filtracja Membranowa.
10. Proces mieszania cieczy.
13. Wymiana ciepła – Pojęcia podstawowe.
14. Obliczanie wymienników ciepła i procesów cieplnych.
15. Zatężanie roztworów ciała stałego – wyparka.
16. Krystalizacja – sposoby realizacji procesu.
17. Destylacja.
18. Rektyfikacja.
19. Teoria procesów wymiany masy.
20. Absorpcja.
21. Ekstrakcja.
22. Procesy ciągłe – destylacja absorpcja i ekstrakcja w kolumnach wypełnionych.
23. Wstęp do Inżynierii reaktorów chemicznych
24. Wprowadzenie do bio-procesów i biotechnologii.
25. Bioinżynieria. Wyzwanie na przyszłość.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Inżynieria reaktorów chemicznych - projekt

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Wioletta Raróg-Pilecka, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>projekt (45h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z:

- ✓ zagadnieniami z obszaru inżynierii reaktorów chemicznych – typy reaktorów, ich opis matematyczny i klasyfikację opartą na kryteriach technologicznych,
- ✓ zagadnieniami związanymi z czasem przebywania reagentów w przestrzeni reakcyjnej,
- ✓ bilansem materiałowym dla określonego typu reaktora,
- ✓ sposobem 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. J. Szarawara, J. Skrzypek, A. Gawdzik, Podstawy inżynierii reaktorów chemicznych, WNT Warszawa 1991
3. B. Tabiś, Zasady inżynierii reaktorów chemicznych, WNT Warszawa 2000
4. A. Burghardt, G. Bartelmus, Inżynieria reaktorów chemicznych, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2001

### Efekty kształcenia:

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

### Kryteria oceny:

Praca semestralna + projekt

### Szczegółowe treści merytoryczne:

W ramach przedmiotu przedstawione zostaną podstawowe zależności z zakresu inżynierii reaktorów. Zajęcia obejmą 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. Rozpatrzony 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.

Zajęcia będą miały charakter obliczeń projektowo- optymalizacyjnych. Dotyczyć one będą między innymi wyboru optymalnego typu reaktora przy określonym kryterium optymalizacji i zadanym 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):**

Zajęcia prowadzone będą z udziałem pracowników Anwil S.A i PKN Orlen S.A.

## Informatyka przemysłowa

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Kamil Paduszyński</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:

Laboratorium komputerowe wprowadza studentów w ogólne podstawy programowania, w oparciu o narzędzia dostępne w zintegrowanym środowisku Matlab/Simulink. Szczególny nacisk położony zostanie na zastosowanie zdobytych umiejętności do opisu i modelowania problemów istotnych z punktu widzenia chemii oraz inżynierii chemicznej.

### Bibliografia:

1. R. Pratap: „MATLAB 7 dla naukowców i inżynierów”, Wyd. Mikom, Warszawa 2007
2. J. Brzózka, L. Dorobczyński: „MATLAB : środowisko obliczeń naukowo-technicznych”, Wyd. Mikom, Warszawa 2005.
3. Materiały udostępnione przez prowadzącego (slajdy, pliki, itp.).

### Efekty kształcenia:

#### Po ukończeniu przedmiotu student powinien:

1. Pisać programy (skrypty i funkcje) z wykorzystaniem podstawowych elementów każdego języka programowania, tj. instrukcji warunkowych, pętli, obsługi wyjątków, import/eksport/wizualizacja danych itp.
2. Potrafić zastosować umiejętność programowania w rozwiązywaniu inżynierskich problemów obliczeniowych o umiarkowanym stopniu złożoności.
3. Potrafić przełożyć problem zdefiniowany w ramach podstawowych dziedzin chemii (np. termodynamika lub kinetyka chemiczna) na algorytm, a następnie na kod i odpowiednie funkcje dostępnych narzędziach programistycznych.

### Kryteria oceny:

1. Formą zaliczenia jest kolokwium, które odbędzie się w jednej z form:
  - a. w pracowni komputerowej w czasie ostatnich zajęć;
  - b. zdalnie, w godzinach wspólnie ustalonych przez prowadzącego i studentów poprzez platformę internetową – wówczas każdy ze studentów otrzyma inny zestaw tematów.
2. Kolokwium będzie trwało 1 h 45 min.
3. Na kolokwium składać się będzie kilka tematów, które sprawdzą czy zostały osiągnięte założone efekty kształcenia, tj. czy student:
  - a. zna podstawowe pojęcia związane z samym programowaniem i składnią przedstawionego narzędzia programistycznego;

- b. potrafi przetłumaczyć rzeczywisty problem inżynierski na język abstrakcji, tj. na kod programu.
4. Lista wszystkich tematów, które będą mogły pojawić się w punkcie 2b zostanie przedstawiona odpowiednio wcześniej przed zaliczeniem. Podczas kolokwium zostanie wybrany (losowo) jeden z problemów.
5. Rozliczenie kolokwium obędzie się w oparciu o ocenę plików utworzonych przez studenta w na podstawie tematów zaliczeniowych, a następnie przesłaniu ich za pośrednictwem poczty elektronicznej lub sieci lokalnej do prowadzącego zajęcia.
6. Kolokwium uznaje się za zaliczone, jeśli liczba punktów jest nie mniejsza niż 50% całkowitej puli. Wyższe oceny będą wystawiane w oparciu o następujące progi:  $\geq 50\%$ , 3.0;  $\geq 60\%$ , 3.5;  $\geq 70\%$ , 4.0;  $\geq 80\%$ , 4.5;  $\geq 90\%$ , 5.0.
7. Do kolokwium będzie można przystąpić dwa razy. Ocenę końcową stanowić będzie ocena korzystniejsza.
8. Prowadzący dopuszcza się możliwość zdobycia dodatkowych punktów na konto zaliczenia, np. tytułem wyróżniającej się aktywności na zajęcia lub rozwiązywania prac domowych.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Na przedmiot składa się 15 pracowni, w tym ewentualnie jedna pracownia przeznaczona na zaliczenie. Tematyka poszczególnych pracowni przedstawia się następująco:

1. (Lab. 1-4) Podstawy programowania w środowisku Matlab:
  - a. typy zmiennych: liczbowe (skalary, wektory, macierze), logiczne, tekstowe oraz hybrydowe (komórki, tabele);
  - b. elementarne funkcje matematyczne;
  - c. ładowanie i zapis danych z/do plików MAT;
  - d. operatory arytmetyczne i logiczne;
  - e. indeksowanie oraz filtrowanie danych z użyciem zmiennych logicznych;
  - f. tworzenie skryptów i funkcji;
  - g. instrukcje warunkowe, pętle, obsługa wyjątków;
  - h. odczyt/zapis z/do plików, współpraca z programem MS Excel;
  - i. wizualizacja danych, wykresy 2D i 3D – tworzenie, formatowanie, wydruk do pliku.
2. (Lab. 5-8) Metody numeryczne:
  - a. algebra liniowa: działania na macierzach, rozwiązywanie układów równań liniowych;
  - b. rozwiązywanie równań i układów równań nieliniowych;
  - c. różniczkowanie i całkowanie numeryczne;
  - d. rozwiązywania równań i układów równań różniczkowych zwyczajnych;
  - e. optymalizacja modeli nieliniowych – nieliniowa metoda najmniejszych kwadratów oraz algorytm „simplex”.
3. (Lab. 9-12) Metody statystyczne:
  - a. statystyka opisowa danych wielowymiarowych – średnia, kowariancja, itp.;
  - b. generowanie liczb pseudolosowych z różnych rozkładów;



- c. regresja danych metodą najmniejszych kwadratów oraz interpretacja wyników (np. test istotności współczynników modelu, diagnostyka modelu);
  - d. klasyfikacja danych na przykładzie metody LDA;
  - e. regresja i klasyfikacja danych w
  - f. wizualizacja danych oraz ich statystyk – histogramy, wykresy pudełkowe, itp.
4. (Lab. 13-15) Wprowadzenie do środowiska Simulink.

W ramach każdej pracowni, przedstawione zostaną przykłady zastosowań zagadnień czysto programistycznych w praktycznych problemach natury inżynierskiej, z dziedziny chemii oraz inżynierii chemicznej, m.in.:

- filtrowanie danych fizykochemicznych z udostępnionych baz danych (np. screening w poszukiwaniu najlepszego rozpuszczalnika na podstawie danych nt. parametru rozpuszczalności – lab. 1-4;
- bilansowanie równań reakcji chemicznych, poszukiwanie reakcji niezależnych, badanie kinetyki chemicznej w układzie z wieloma reakcjami, bilansowanie równowag chemicznych, dobieranie parametrów modeli nieliniowych (np. opis danych lepkości w funkcji temperatury równaniem VTF) – lab. 5-8;
- wspomagane komputerowo projektowanie molekularne w oparciu o modele QSPR/QSAR – lab. 9-12;
- symulacja wybranego procesu jednostkowego (np. destylacja rzutowa) w programie Simulink i/lub symulacja układ regulacji PID – lab 13-15.

Z uwagi na ograniczenia czasowe, podczas każdej z pracowni, prowadzący udostępni gotowe pliki z przykładami, na podstawie których prezentowane są omawiane zagadnienia.

Prowadzący zastrzega, że treści merytoryczne mogą ulec drobnym modyfikacjom lub poszerzeniu.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Język obcy

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

### Cele przedmiotu:

Osiągnięcie poziomu B2 zgodnie z Europejskim Opisem Kształcenia Językowego w zakresie języka ogólnego, z elementami języka specjalistycznego potrzebnego absolwentom uczelni technicznej, zróżnicowanego w zależności od kierunku studiów.

### Bibliografia:

Podręczniki do nauki języka obcego, zgodne z programem nauczania+ materiały własne lektora

### Efekty kształcenia:

Wiedza - ma uporządkowaną znajomość struktur gramatycznych i słownictwa dotyczących rozumienia i tworzenia różnych rodzajów tekstów pisanych i mówionych, formalnych i nieformalnych, zarówno ogólnych jak ze swojej dziedziny

Umiejętności - Potrafi tworzyć różne rodzajów tekstów – teksty na użytek prywatny, zawodowy (np. list motywacyjny, życiorys, sprawozdanie, notatka, wypracowanie) oraz stosować formy stylistyczne i gramatyczne, wymagane w tekstach na poziomie B2 – prywatnych i zawodowych. Potrafi przeczytać i zrozumieć teksty ogólne i specjalistyczne dotyczące swojej dziedziny, pozyskać z nich informacje, a także dokonać ich interpretacji. Potrafi wypowiadać się i prowadzić rozmowę na tematy ogólne i związane ze swoją dziedziną, jasno, spontanicznie i płynnie tak, że można bez trudu zrozumieć sens jego wypowiedzi, z zastosowaniem form stylistycznych i gramatycznych na poziomie B2 oraz potrafi przygotować prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu studiowanego kierunku studiów.

Kompetencje społeczne - Potrafi pracować samodzielnie i w grupie

### Kryteria oceny:

Maksymalnie 2 nieusprawiedliwione nieobecności  
Zaliczenie wszystkich prac kontrolnych  
Dokonanie prezentacji związanej ze studiowanym kierunkiem  
Wykonanie wszystkich prac domowych  
Wypowiedzi ustne na zajęciach  
Zaliczenie testu modułowego (waga oceny z testu w ocenie końcowej: 50%)

### Szczegółowe treści merytoryczne:

## Laboratorium z preparatyki organicznej

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

### Cele przedmiotu:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- Znać podstawowe zasady klasyfikacji, oznakowania (stosowane piktogramy), składowania, przechowywania i utylizacji związków organicznych.
- Posiadać umiejętności przeprowadzenia podstawowych procesów jednostkowych stosowanych w syntezie organicznej: krystalizacja, ekstrakcja, destylacja frakcyjna, sączenie itd.
- Posiadać umiejętność przeprowadzenia kilkuetapowej syntezy związku organicznego.
- Posiadać umiejętność przeprowadzenia krytycznej analizy wyników przeprowadzonej syntezy ze szczególnym uwzględnieniem analizy wydajności procesów jednostkowych, kosztów odczynników, nakładu pracy i energii.
- Posiadać umiejętność przeniesienia jednej wybranej syntezy związku organicznego ze skali 2-5 gramowej do skali 100-200 gramowej.
- Posiadać umiejętność prowadzenia dziennika pracy w laboratorium (dziennik pracy pracownika, dziennik pracy na stanowisku pracy).

### Bibliografia:

1. A. Vogel, Preparatyka Organiczna, wydanie trzecie, WNT, 2006.
2. Materiały zamieszczone w Internecie na stronie Zakładu Chemii Organicznej.
3. J. Wisiański, L. Synoradzki, Projektowanie procesów technologicznych. Od laboratorium do instalacji przemysłowej. Oficyna Wydawnicza PW, 2006.

### Efekty kształcenia:

- Zna podstawowe zasady klasyfikacji, oznakowania (stosowane piktogramy), składowania, przechowywania i utylizacji związków organicznych.
- Zna zasady prowadzenia zapisu wykonywanych prac na stanowisku pracy.
- Ma wiedzę dotyczącą podstawowych jednostkowych procesów takich jak: krystalizacja, ekstrakcja, destylacja frakcyjna, sączenie itd.
- Posiada umiejętność montażu aparatury do przeprowadzenia syntezy organicznej.
- Potrafi przeprowadzić proces otrzymywania i oczyszczania związku organicznego.
- Posiada umiejętności przeprowadzenia analizy uzyskanych wyników syntezy oraz jej kosztów.

- Posiada umiejętność przeniesienia jednej wybranej syntezy związku organicznego z mniejszej do większej skali .
- Potrafi pracować w zespole, organizować pracę zespołową oraz zarządzać swoim czasem
- Potrafi samodzielnie planować, wyznaczać cele i podnosić swoje kwalifikacje m.in. poprzez własne uczenie się przez całe życie

**Kryteria oceny:**

Kolokwium zaliczeniowe, ocena pracy w semestrze.

**Szczegółowe treści merytoryczne:****1. ZAŁOŻENIA DYDAKTYCZNE ZAJĘĆ**

Zajęcia laboratoryjne mają na celu wykorzystanie w praktyce wiedzy teoretycznej zdobytej na zajęciach z przedmiotu Synteza Organiczna.

**2. PROGRAM ZAJĘĆ**

- Omówienie treści i istoty instrukcji i zaleceń umieszczonych na stronie WWW Wydziału w zakładach Bezpieczeństwo i Higiena Pracy i Ochrona Przeciwpożarowa i obowiązujących w Politechnice Warszawskiej, jako przykładu wewnętrznych procedur dostosowanych do specyfiki jednostki organizacyjnej infrastruktury gospodarczej kraju (firmy, wytwórni, hurtowni).
- Zapoznanie studentów z dokumentacją dotyczącą charakterystyki związków chemicznych (MSDS). Omówienie zagadnień dotyczących szkodliwości i ryzyka pracy z substancjami niebezpiecznymi, metodami ich transportu, przechowywania i utylizacji.
- Zapoznanie studentów z rodzajami i jakością szkła laboratoryjnego.
- Przeprowadzenie przez studentów prostej syntezy dwóch związków organicznych. W trakcie prowadzenia tych syntez studenci poznają podstawowe procesy jednostkowe: sączenie, krystalizacja, ekstrakcja, destylacja.
- Przeprowadzenie dwóch syntez dwuetapowych. Po wykonaniu tych syntez studenci mają za zadanie przeanalizowanie wszystkich przeprowadzonych procesów jednostkowych pod kątem ich wydajności, pracochłonności i nakładów finansowych.
- Przeniesienie skali jednej z przeprowadzonych syntez ze skali kilkugramowej na skalę 100-200 gramów.

**3. PRZEBIEG ZAJĘĆ**

- Na pierwszych zajęciach studenci otrzymują szkło laboratoryjne i przydzielane jest miejsce pracy. Omawiane są ogólne zasady BHP w laboratorium preparatyki organicznej. Przeprowadzona zostaje analiza dokumentacji charakterystyki związków chemicznych (MSDS) - 3h.
- Wykonanie samodzielnie syntezy dwóch związków organicznych -  $3 \times 6 = 18h$ .
- Wykonanie samodzielnie dwóch syntez dwuetapowych. –  $6 \times 6 = 36h$ .
- Wykonanie syntezy w powiększonej skali (grupy 4 studentów)  $2 \times 6 = 12h$ .
- Pisemne kolokwium zaliczające, podsumowanie pracy (rozmowy indywidualne ze studentami), oddanie pobranego szkła i sprzętu laboratoryjnego – 6h.

#### 4. ZALICZENIE

Zaliczenie przedmiotu polega na uzyskaniu oceny co najmniej dostatecznej z końcowego kolokwium oraz z oceny pracy w semestrze. Na ocenę pracy w semestrze wpływa sposób przygotowania do zajęć, umiejętność organizacji pracy, jakość opisu przeprowadzanych eksperymentów, krytyczne i analityczne podejście do prowadzonych procesów.

**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:  $0,4 \times$  ocena z ćwiczeń +  $0,6 \times$  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>mgr Małgorzata Twardowska</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 Krywicki, 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:  $0,4 \times$  ocena z ćwiczeń +  $0,6 \times$  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

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Magdalena Mazurek-Budzyńska</b> <b>dr inż. Michał Piszcz</b> <b>dr inż. Piotr Wieciński</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

- Zapoznanie studentów ze współczesnymi metodami otrzymywania, przetwórstwa i wykorzystania trzech podstawowych grup materiałów: metali i ich stopów, materiałów ceramicznych i tworzyw sztucznych z uwzględnieniem ich podstawowych właściwości,
- Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami zapobiegania korozji metali i ich stopów, tworzyw ceramicznych, oraz tworzyw sztucznych,
- Zapoznanie studentów z głównymi czynnikami mającymi wpływ na właściwości materiałów zaawansowanych materiałów inżynierskich, takich jak kompozyty,
- Zapoznanie studentów z ogólnymi zasadami w zakresie doboru materiałów konstrukcyjnych / funkcjonalnych, modyfikowania ich właściwości i projektowania materiałów o zadanych właściwościach.

W ramach wykładu przedstawione zostaną trzy podstawowe grupy materiałów wykorzystywanych w przemyśle: metale i ich stopy, materiały ceramiczne i tworzywa sztuczne. Istotnym elementem wykładu będzie również opis zjawisk korozyjnych, a także przedstawienie metod zapobiegania korozji w omawianych grupach materiałów inżynierskich. W ramach zajęć studenci poznają fizykochemiczne zależności pomiędzy składem chemicznym, strukturą krystaliczną i mikrostrukturą materiałów metalicznych, ceramicznych i tworzyw sztucznych a ich właściwościami użytkowymi (korozyjnymi, mechanicznymi, elektrycznymi, magnetycznymi, katalitycznymi, termicznymi), które determinują ich zastosowanie w przemyśle. W ramach wykładu przedstawione zostaną także materiały kompozytowe (materiały złożone z różnych faz). Uwaga skupione będzie również na możliwości kształtowania mikrostruktury materiałów inżynierskich poprzez zmiany parametrów technologicznych w celu uzyskania pożądanych właściwości, istotnych z punktu widzenia zastosowań w przemyśle.

### Bibliografia:

1. Ashby Michael F. I Jones David R.H., Materiały inżynierskiej tom 1, Właściwości i zastosowania, WNT, 1999
2. Ashby Michael F. I Jones David R.H., Materiały inżynierskiej tom 2, Kształtowanie struktury i właściwości, dobór materiałów
3. Leszek A. Dobrzański, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, WNT
4. R. Pampuch, Materiały ceramiczne, PWN, 1988.
5. H. Saechtling, Tworzywa sztuczne – poradnik, WNT, 1995
6. D. Żuchowska, Polimery konstrukcyjne WNT, 2000

7. M. Blicharski „Wstęp do inżynierii materiałowej” WNT Warszawa 2003 rozdziały :4,8,13
8. J. Baszkiewicz, M Kamiński, „Korozja Materiałów” OWPW Warszawa 2006 rozdziały: 3,11

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- znać współczesne metody otrzymywania, przetwórstwa i wykorzystania trzech podstawowych grup materiałów: metali i ich stopów, tworzyw ceramicznych i tworzyw sztucznych z uwzględnieniem ich podstawowych właściwości
- mieć wiedzę o podstawowych metodach zapobiegania korozji metali i ich stopów, tworzyw ceramicznych oraz tworzyw sztucznych,
- rozumieć fizykochemiczne zależności pomiędzy składem chemicznym, strukturą krystaliczną i mikrostrukturą materiałów metalicznych, ceramicznych i tworzyw sztucznych a ich właściwościami użytkowymi (korozyjnymi, mechanicznymi, elektrycznymi, magnetycznymi, katalitycznymi, termicznymi), które determinują ich zastosowanie w przemyśle
- znać ogólne zasady i kryteria w zakresie doboru materiałów konstrukcyjnych / funkcjonalnych, modyfikowania ich właściwości i projektowania materiałów o oczekiwanych 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 2,0
- 30-36 pkt. - ocena 3,0
- 37-42 pkt. - ocena 3,5
- 42-48 pkt. - ocena 4,0
- 49-54 pkt. - ocena 4,5
- 55-60 pkt. - ocena 5,0

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Materiały inżynierskie w przemyśle chemicznym	1h
2. Materiały metaliczne w przemyśle chemicznym	1h
3. Struktura materiałów metalicznych i ich stopów	2h
4. Właściwości materiałów metalicznych	2h
5. Materiały metaliczne o dużym znaczeniu przemysłowym	6h
5.1. Żelazo i jego stopy	
5.2. Metale lekkie i ich stopy	
5.3. Metale kolorowe i stopy	
5.4. Metale rzadkie i metale szlachetne	
6. Stopy żaroodporne i żarowytrzymałe, cermetale, fazy międzymetaliczne	1h
7. Kompozyty na osnowie metalicznej	1h
8. Metody badań materiałów metalicznych	1h
9. Klasyfikacja tworzyw ceramicznych i obszary ich zastosowań	1h
10. Zarys technologii wytwarzania tworzyw ceramicznych	1h
11. Ceramika glinokrzemianowa i ceramika z surowców naturalnych	2h
12. Tworzywa ceramiczne z surowców głęboko przetworzonych	2h
12.1. Ceramika konstrukcyjna	
12.2. Ceramika piezoelektryczna	
12.3. Ceramika magnetyczna	

12.4. Czujniki ceramiczne		
13. Szkło i dewitryfikaty	1h	
14. Powłoki i spoiwa ceramiczne	2h	
15. Kompozyty na osnowie ceramicznej		1h
16. Tworzywa sztuczne – klasyfikacja i stosowana terminologia		1h
17. Budowa chemiczna, elementy stereochemii		1h
18. Przetwórstwo, elementy reologii polimerów, środki pomocnicze		2h
19. Główne kierunki zastosowań		4h
19.1. Tworzywa konstrukcyjne		
19.2. Tworzywa powłokowe i adhezyjne		
19.3. Tworzywa włóknotwórcze i folie		
19.4. Elastomery i guma		
19.5. Tworzywa specjalnego przeznaczenia		
19.6. Kompozyty o osnowie polimerowej		
20. Recykling tworzyw sztucznych		1h
20.1. Polimery biodegradowalne		
21. Metody badań tworzyw sztucznych	1h	

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Materiałoznawstwo - laboratorium

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Michał Piszcz</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>zaliczenie</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (45 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z wybranymi metodami otrzymywania i badania właściwości fizyko-mechanicznych ceramicznych materiałów gęstych i porowatych, tworzyw sztucznych oraz metali, a także z procesami korozji tych materiałów, w szczególności korozji materiałów metalicznych.

### Bibliografia:

1. Ashby Michael F. I Jones David R.H., Materiały inżynierskiej tom 1, Właściwości i zastosowania, WNT, 1999
2. Ashby Michael F. I Jones David R.H., Materiały inżynierskiej tom 2, Kształtowanie struktury i właściwości, dobór materiałów
3. Leszek A. Dobrzański, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, WNT
4. R. Pampuch, Materiały ceramiczne, PWN, 1988.
5. H. Saechtling, Tworzywa sztuczne – poradnik, WNT, 1995
6. D. Żuchowska, Polimery konstrukcyjne WNT, 2000
7. M. Blicharski „Wstęp do inżynierii materiałowej” WNT Warszawa 2003 rozdziały :4,8,13
8. J. Baszkiewicz, M Kamiński, „Korozja Materiałów” OWPW Warszawa 2006 rozdziały: 3,11

### Efekty kształcenia:

- znać wybrane metody otrzymywania, przetwórstwa i wykorzystania trzech podstawowych grup materiałów: metali i ich stopów, tworzyw ceramicznych i tworzyw sztucznych z uwzględnieniem ich podstawowych właściwości
- mieć wiedzę o podstawowych metodach zapobiegania korozji metali i ich stopów, tworzyw ceramicznych oraz tworzyw sztucznych,
- potrafić przeprowadzić badania właściwości fizyko-mechanicznych ceramicznych materiałów gęstych i porowatych, tworzyw sztucznych oraz kompozytów
- umieć wykorzystać wiedzę o zależnościach pomiędzy składem chemicznym, strukturą krystaliczną i mikrostrukturą materiałów metalicznych, ceramicznych i tworzyw sztucznych a ich właściwościami użytkowymi (korozyjnymi, mechanicznymi, elektrycznymi, magnetycznymi, katalitycznymi, termicznymi) do rozwiązywania problemów technologicznych
- potrafić interpretować uzyskane dane oraz krytycznie spojrzeć na otrzymane wyniki, a także przeprowadzić proste metody analizy statystycznej stosowne dla materiałów inżynierskich.

**Kryteria oceny:**

W zależności od danego ćwiczenia ocena jest wystawiana na podstawie udział w pracach laboratoryjnych, sprawozdania oraz zaliczenia w formie wejściówki.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Zajęcia laboratoryjne składają się z 7 ćwiczeń:

Ćwiczenie nr 1. Korozja elektrochemiczna

Ćwiczenia nr 2. Reologia ceramicznych mas lejnych

Ćwiczenie nr 3. Otrzymywanie i właściwości ceramiki półprzewodnikowej

Ćwiczenie nr 4. Odlewanie żelowe

Ćwiczenie nr 5. Badanie podstawowych właściwości mechanicznych materiałów

Ćwiczenie nr 6. Stabilność zawiesin i wielkość cząstek

Ćwiczenie nr 7. Druk 3D – zajęcia prowadzone przez firmę Syngis New Technologies

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Metody elektroanalityczne i sensory

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Łukasz Górski, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>zaliczenie</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat technik elektroanalitycznych i sensorów chemicznych,
- znać parametry analityczne, podział oraz budowę i właściwości głównych rodzajów sensorów,
- potrafić zaproponować wykorzystanie technik elektroanalitycznych i sensorów chemicznych do analizy materiałów i kontroli procesów technologicznych,
- znać główne kierunki rozwoju sensorów chemicznych.

### Bibliografia:

Cygański, Podstawy metod elektroanalitycznych, WNT, Warszawa 1995

W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, WNT, Warszawa 1999

J. Wang, Analytical electrochemistry, Wiley-VCH, New York, 2000

J. Holler., D. Skoog, D. West, Podstawy chemii analitycznej, WNT, Warszawa, 2007

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu kursu student:

- zna budowę sensorów chemicznych oraz mechanizmy generowania sygnału analitycznego w technikach elektroanalitycznych
- zna aktualne kierunki rozwoju sensorów chemicznych
- potrafi ocenić przydatność określonych sensorów i technik elektroanalitycznych do analizy przemysłowej
- potrafi zaprojektować sposób kontroli analitycznej wybranych procesów technologicznych
- stosuje techniki elektroanalityczne do analizy materiałów
- potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienie

### Kryteria oceny:

Ocena z przedmiotu jest ustalana na podstawie wyniku punktowego zaliczenia pisemnego według następujących kryteriów: < 50% - nza; (50 - 60) – dst; (60 - 70) - dst 1/2; (70 - 80) – db; (80 - 90) - db 1/2; (90 – 100) – bdb.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Podział technik elektrochemicznych, podstawowe pojęcia i równania
2. Potencjometria – podstawy techniki
  - Typy elektrod
  - Mechanizm powstawania sygnału analitycznego
  - Membrany elektrod jonoselektywnych
3. Miniaturyzacja elektrod jonoselektywnych
4. Podstawy i zastosowania technik konduktometrycznych
5. Kulometria i elektrogravimetria
6. Podstawowe pojęcia związane z technikami woltamperometrycznymi.
  - Układ pomiarowy, mechanizm powstawania sygnału analitycznego.
7. Charakterystyka technik woltamperometrycznych i ich zastosowania.
  - Woltamperometria cykliczna
  - Techniki pulsowe
  - Techniki strippingowe
  - Techniki adsorpcyjne
  - Mikroelektrody i układy przepływowe
8. Praktyczne zagadnienia woltamperometrii.
  - Dobór materiału elektrodowego i elektrolitu
  - Celki pomiarowe, odtlenianie
9. Sensory chemiczne
  - Budowa i podział sensorów chemicznych
  - Przetworniki sensorów chemicznych
  - Parametry analityczne i zastosowania sensorów
10. Biosensory
  - Rodzaje stosowanych bioelementów, ich immobilizacja
  - Zastosowania biosensorów

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## Ochrona środowiska w przemyśle chemicznym

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. Inż. Marek Gliński, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (15h)+ projekt (15h)</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, użyciem w technologii surowców odnawialnych oraz realizacją zasad zielonej chemii w technologii chemicznej. W części praktycznej studenci zapoznają się z wybranymi procesami chemicznymi i metodami ochrony środowiska naturalnego stosowanymi przy ich realizacji.

### Bibliografia:

1. W. Burczyk "Zielona Chemia - zarys" Ofic. Wyd. PWr 2006
2. A. S. Matlack "Introduction to Green Chemistry" CRC Press 2010

### Efekty kształcenia:

- Ma podstawową wiedzę na temat ekotoksykologii, roli katalizy w ochronie środowiska oraz gospodarki odpadami, energii odnawialnej i surowców odnawialnych.
- Ma podstawową wiedzę na temat zasad Zielonej Chemii oraz realizacji tych zasad w wybranych technologiach chemicznych.
- Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i je interpretować

### Kryteria oceny:

Suma ocen cząstkowych z 3 kolokwów w trakcie semestru.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Podanie i rozwinięcie definicji: technologii chemicznej, ekologii, środowiska naturalnego i jego ochrony, ekotoksykologii, biomagnifikacji i persystencji. Przekazanie treści zasad Zielonej Chemii i zasad Wintertona. Omówienie wybranych zasad Zielonej Chemii. Opis ilościowych miar zrównoważonej chemii - E faktor i EQ faktor. Przedstawienie opisu wypadków z chemikaliami w przemyśle chemicznym jak i w laboratoriach. Omówienie zasad zrównoważonego rozwoju przy stosowaniu technologii chemicznych.

### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):

## Podstawy analizy chemicznej i instrumentalnej

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Krzysztof Jankowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>30 h wykład + 60 h laboratorium + 15 h ćwiczenia terenowe</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>8</b>

### Cele przedmiotu:

Wykład przedstawia główne działy chemii analitycznej ze szczególnym uwzględnieniem sposobów postępowania stosowanych w analizie technicznej i kontroli jakości surowców i produktów przemysłu chemicznego. W ramach laboratorium i ćwiczeń terenowych studenci wykonują oznaczenia wybranych parametrów chemicznych różnych materiałów, także w warunkach przemysłowego laboratorium chemicznego.

### Bibliografia:

1. J. Minczewski, Z. Marczenko, Chemia analityczna, t. 1-3, PWN, Warszawa 2001
2. K. Danzer, E. Than, D. Molch, L. Küchler, Analytika. Przegląd syntetyczny, WNT 1993.
3. B. Klepaczek-Filipiak, J. Łoin, Pracownia chemiczna, Analiza techniczna, wyd.2, WSiP, Warszawa 1998.
4. S. Kuś, N. Obarski, Laboratorium analizy ilościowej, OW PW, 2011.
5. Wybrane normy z zakresu analizy technicznej
6. instrukcje do ćwiczeń otrzymane od prowadzącego.

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć podstawową wiedzę na temat analizy chemicznej i instrumentalnej, w tym analizy technicznej materiałów i substancji wytwarzanych w przemyśle chemicznym
- na podstawie dostępnych źródeł literaturowych, w tym norm przedmiotowych samodzielnie zaproponować schemat wykonania analizy technicznej produktów chemicznych,
- posiadać umiejętności w zakresie wykonania analizy technicznej i obsługi wybranych urządzeń stosowanych w tym celu

### Kryteria oceny:

egzamin pisemny po zaliczeniu laboratorium i ćwiczeń terenowych

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Wykład

1. Wprowadzenie do chemii analitycznej
2. Etapy postępowania analitycznego
3. Metody roztwarzania próbek i metody rozdzielania

4. Metody analizy chemicznej i instrumentalnej
5. Cel i zakres analizy technicznej
6. Kontrola jakości surowców i produktów przemysłu chemicznego
7. Zapewnienie jakości w analizie technicznej

Laboratorium

1. Wykonanie oznaczeń zawartości wybranych składników w materiałach
2. Wykonanie oznaczeń wybranych parametrów chemicznych materiałów
3. Wykonanie oznaczeń wybranych wskaźników sumarycznych i parametrów użytkowych
4. Ocena jakości wybranego materiału zgodnie z normą przedmiotową

Ćwiczenia terenowe

Zadania i organizacja pracy przemysłowego laboratorium analitycznego

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Podstawy chemii i technologii polimerów

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Ewa Zygadło-Monikowska, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z budową oraz podstawowymi właściwościami makrocząsteczek. W ramach wykładu przedstawione zostaną podstawowe wiadomości dotyczące procesów polimeryzacji łańcuchowej: polimeryzacja rodnikowa, jonowa (anionowa i kationowa), polimeryzacja koordynacyjna oraz reakcji stopniowego wzrostu łańcucha: polikondensacja i poliaddycja. Studenci poznają techniczne metody syntezy polimerów, takie jak: polimeryzacja blokowa, w rozpuszczalniku, suspensyjna, emulsyjna, polimeryzacja na granicy faz i w procesie przetwórstwa. Omówione zostaną przemysłowe metody otrzymywania i właściwości podstawowych polimerów syntetycznych.

### Bibliografia:

1. Z. Florjańczyk, S. Penczek (red.) „Chemia polimerów”, Oficyna Wydawnicza PW Warszawa, 2001.
2. W. Szlezyngier, "Tworzywa sztuczne", FOSZE, 2012.
3. J. Pielichowski, A. Puszyński, "Chemia polimerów", FOSZE, 2012.

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu kursu student:

- ma ogólną wiedzę dotyczącą budowy chemicznej monomerów, związków wielkocząsteczkowych oraz podstawowych mechanizmów reakcji według których otrzymuje się polimery,
- wykazuje się znajomością podstawowych metod syntezy polimerów z uwzględnieniem doboru mechanizmu polireakcji, inicjatora oraz warunków prowadzenia reakcji,
- posiada znajomość technicznych metod syntezy polimerów oraz wiedzę dotyczącą podstawowych technologii polimerów produkowanych na wielką skalę.

### Kryteria oceny:

Egzamin pisemny w formie pytań otwartych.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

1. Ogólna charakterystyka makrocząsteczek 2h
2. Procesy polimeryzacji łańcuchowej i stopniowej 12h
  - 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 6h
  - 3.1. Polimeryzacja w masie
  - 3.2. Polimeryzacja w rozpuszczalniku lub w zawiesinie
  - 3.3. Polimeryzacje w dyspersjach
  - 3.4. Polireakcje stopniowe na granicy faz
  - 3.5. Polireakcje w procesie przetwórstwa
- 4. Przemysłowe metody otrzymywania i właściwości podstawowych polimerów wielkotonażowych 6h
- 5. Polimery do specjalnych zastosowań 4h

**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 cząstkowe 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 ciągle i czynniki decydujące o ich powstaniu.

Roztwory stałe uporządkowane.

Fazy pośrednie kontrolowane przez czynnik 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 perytektumą 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>dr hab. inż. Jakub Gac, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z procesami przetwarzania materii i towarzyszącym 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 intensywnych i ekstensywnych; 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>dr inż. Jakub Pawlicki</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):**

## Praktyka projektowa

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Piotr Wieciński</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>raport pisemny oraz wygłoszenie prezentacji</b>
rodzaj zajęć:	<b>praktyka (6 tygodni)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>15</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z działalnością w obszarze przemysłu chemicznego i pokrewnych działań gospodarczych związanych z kierunkiem studiów Technologia Chemiczna. Student indywidualnie lub w zespołach 2-3 osobowych bierze udział w projekcie w wybranej jednostce gospodarczej/instytucji. Poprzez udział w projekcie student uczy się definiowania problemu technicznego lub technologicznego i sposobu jego rozwiązywania. Student poznaje rzeczywiste warunki pracy i zdobywa kompetencje społeczne.

### Bibliografia:

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu kursu student powinien:

1. Rozumieć podstawowe operacje jednostkowe i procesy technologiczne oraz zasady działania podstawowych urządzeń i instalacji stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych.
2. Potrafić zidentyfikować problem techniczny występujący w zakładzie, opisać go oraz przedstawić koncepcję rozwiązania.
3. Potrafić rozwiązywać praktyczne zadania inżynierskie z zakresu technologii chemicznej, w tym także poprzez korzystanie ze standardów i norm inżynierskich.

### Kryteria oceny:

1. Zaliczenie praktyki odbywa się na podstawie:
  - oceny pracy studenta wystawionej przez opiekunów praktyk (ocena cząstkowa z wagą 0,4)
  - oceny z pisemnego raportu (ocena cząstkowa z wagą 0,2). Ocena z raportu wystawiana jest przez opiekunów praktyki.
  - prezentacji wyników uzyskanych w projekcie wygłoszonej przed opiekunami praktyk i Pełnomocnikiem Dziekana Wydziału Chemicznego ds. Praktyk (ocena cząstkowa z wagą 0,4), (wymiar czasowy prezentacji 15-20 minut).

### Szczegółowe treści merytoryczne:

### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):

## Praktyka przeddyplomowa

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Maciej Dębowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>raport pisemny oraz wygłoszenie prezentacji</b>
rodzaj zajęć:	<b>praktyka (6 tygodni)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>15</b>

### Cele przedmiotu:

Praktyka ma na celu przygotowanie studentów do wykonania inżynierskiej pracy dyplomowej, której tematyka zawiera się w obszarze przemysłu chemicznego i pokrewnych działań gospodarczych. Student wybiera temat zagadnienia, które chce realizować w czasie praktyki w wybranej jednostce gospodarczej/instytucji. Poprzez udział w rozwiązywaniu podjętego tematu pod kierunkiem opiekuna zewnętrznego oraz opiekuna z Wydziału student uczy się definiowania problemów technicznych występujących w przemyśle oraz zdobywa kompetencje i umiejętności potrzebne do rozwiązania postawionych zadań. Student poznaje rzeczywiste warunki pracy i zdobywa kompetencje społeczne.

### Bibliografia:

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu kursu student:

- Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary laboratoryjne i terenowe oraz symulacje komputerowe, dotyczące problemów chemicznych oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.
- Potrafi dobrać i zastosować metody i narzędzia chemiczne, fizyczne, matematyczne, informatyczne do rozwiązywania złożonych problemów w dziedzinie technologii chemicznej i pokrewnych

### Kryteria oceny:

- Zaliczenie praktyki odbywa się na podstawie:
  - oceny pracy studenta wystawionej przez opiekunów praktyk (ocena cząstkowa z wagą 0,4)
  - oceny z pisemnego raportu (ocena cząstkowa z wagą 0,2). Ocena z raportu wystawiana jest przez opiekunów praktyki.
  - prezentacji wyników uzyskanych w czasie realizacji tematu praktyki ocena cząstkowa z wagą 0,4), (wymiar czasowy prezentacji 15-20 minut).

Szczegółowe treści merytoryczne:

### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):

## Projektowanie i nadzór nad zabezpieczeniami antykorozyjnymi stali i betonu

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Agnieszka Królikowska</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>zaliczenie</b>
rodzaj zajęć:	<b>Projekt (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Celem zajęć jest zapoznanie studentów z:

- technikami badania korozji stali i betonu i pokryć malarskich według obowiązujących norm w laboratorium, przemyśle i infrastrukturze,
- sposobami ochrony stali i betonu przed korozją i weryfikacji tych metod w przemyśle i infrastrukturze,
- praktyczne wykorzystanie dokumentacji takiej jak rozporządzenia, zalecenia, normy.

### Bibliografia:

### Efekty kształcenia:

- Ma poszerzoną wiedzę o aspektach korozji i metodach ochrony materiałów metalicznych przed korozją,
- potrafi zastosować właściwe zdobytą wiedzę do określenia podatności elementów konstrukcyjnych/infrastrukturalnych na korozję oraz przedstawić metody ochrony przed korozją
- potrafi dobierać metody badań materiałów, interpretować i weryfikować wyniki badań materiałów, wyciągając odpowiednie wnioski,
- posiada umiejętność pracy w zespole oraz związany z tym podział zadań badawczych i związanych z opracowaniem wyników, rozumie potrzebę samokształcenia się.

### Kryteria oceny:

Projekt, aktywność na zajęciach kontaktowych

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Podczas zajęć studenci zapoznają się z metodami badania korozji stali i betonu stosowanymi w praktyce laboratoryjnej i przemysłowej. Zostaną zaprezentowane techniki pomiaru korozji stali, betonu i pokryć malarskich w różnych warunkach korozyjnych z uwzględnieniem środowiska korozyjnego. Na tej podstawie zostaną omówione metody ochrony przed korozją z czynnikiem ekonomicznych oraz klasyfikacje i strategie doboru metod ochrony przed korozją, zasady doboru materiałów konstrukcyjnych, pokryć ochronnych itp. Równocześnie zostaną przedstawione metody weryfikacji (nadzór) zabezpieczeń antykorozyjnych wykonane zgodnie z obowiązującymi normami. Studenci wykonają przykładowy projekt związany z badaniem korozji i następnie doбором metod ochrony przed korozją.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## Projektowanie kontroli analitycznej

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Krzysztof Jankowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>zaliczenie</b>
rodzaj zajęć:	<b>Projekt (60 h), ćwiczenia terenowe (60 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>8</b>

### Cele przedmiotu:

Przedmiot skierowany jest do studentów zainteresowanych zagadnieniami nowoczesnej kontroli procesowej w oparciu o pomiary analityczne. Stanowi ważne uzupełnienie i rozszerzenie wykładu Analityka przemysłowa. Realizacja przedmiotu opiera się o ścisłą współpracę z podmiotami gospodarczymi zlokalizowanymi w regionie warszawskim. 3-4 osobowa grupa studentów wykonuje projekt kontroli analitycznej wybranego procesu po zapoznaniu się z rzeczywistą instalacją technologiczną i koncepcją kontroli analitycznej realizowanej przez zakład.

W projekcie uwaga zostanie zwrócona na: zdefiniowanie zakresów kontrolowanych parametrów a także omówienie wymagań dla metod analitycznych i urządzeń kontrolnych, właściwą lokalizację punktów kontroli analitycznej na instalacji, ocenę wymaganej częstotliwości poszczególnych analiz, rozwiązanie zagadnień bezpieczeństwa pracy i ochrony analizatorów.

### Bibliografia:

1. 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.
2. K. Danzer, E. Than, D. Molch, L. Küchler, Analityka. Przegląd syntetyczny, WNT 1993.
3. M. Trojanowicz, Automatyzacja w analizie chemicznej, WNT 1992.

### Efekty kształcenia:

- Posiada podstawową wiedzę z chemii analitycznej procesowej, w tym znajomość zasad projektowania kontroli analitycznej procesów technologii chemicznej
- Ma wiedzę z zakresu technik i metod identyfikowania i charakteryzowania materiałów i substancji chemicznych w warunkach procesu przemysłowego, w tym oceny jakości produktów chemicznych
- Potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją i po dokonaniu oględzin instalacji – typowy dla technologii chemicznej system kontroli analitycznej oraz instalację do jego realizacji, używając odpowiednio dobranych technik
- Potrafi przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary laboratoryjne i terenowe, dotyczące analityki przemysłowej oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
- Potrafi uwzględnić aspekty systemowe, pozatechniczne i ekonomiczne przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich, związanych z projektowaniem kontroli analitycznej
- Potrafi komunikować się z użyciem specjalistycznej terminologii z dziedziny chemii i technologii chemicznej z technologami i personelem analitycznym zakładu przemysłowego w celu uzyskania informacji niezbędnych do prawidłowego opracowania projektu

- Potrafi dobrać i zastosować metody i narzędzia analityczne do rozwiązywania problemów w dziedzinie kontroli procesów technologii chemicznej
- Rozumie potrzebę współpracy ze specjalistami z innych dziedzin w projektowaniu kontroli procesowej, potrafi formułować opinie dotyczące aspektów analitycznych kontroli procesowej oraz argumentować na ich rzecz w zespole specjalistów z różnych dziedzin.
- Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w tym: przestrzegania zasad etyki zawodowej w zakresie przestrzegania norm jakości produkcji i wymagania tego od innych

**Kryteria oceny:**

1. Prezentacja projektu
2. Raport z wykonanych ćwiczeń terenowych
3. Ocena pracy w semestrze

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Omówienie zasad realizacji przedmiotu „Projektowanie kontroli procesowej”
2. Przedstawienie przykładowych procesów z różnych gałęzi technologii chemicznej wraz ze wskazaniem istotnych aspektów ich kontroli. Wybór tematu przez grupy studentów
3. Istotne etapy projektowania kontroli procesowej
  - 3.1. Zapoznanie się z instalacją technologiczną (i analityczną) w zakładzie, zapoznanie się z organizacją laboratorium kontroli analitycznej w zakładzie, zapoznanie się z koncepcją kontroli analitycznej wybranego procesu, oględziny i weryfikacja ustalonych punktów pobierania próbek do kontroli procesu, weryfikacja stosowanych technik i urządzeń analitycznych, weryfikacja częstotliwości wykonywania pomiarów kontrolnych
  - 3.2. Określenie i weryfikacja kontrolowanych parametrów
  - 3.3. Ocena parametrów metod analitycznych zastosowanych w kontroli omówionych procesów
4. Przegląd literatury w zakresie tematyki projektu

## Przykłady tematów:

- Kontrola analityczna oczyszczania ścieków za pomocą systemu czujników i analizatorów
- Zintegrowany system monitoringu emisji gazów procesowych
- Kontrola analityczna procesu polimeryzacji

5. Konsultacje z prowadzącym najistotniejszych etapów wybranego procesu
6. Przygotowanie projektu kontroli analitycznej wybranego procesu
7. Przedstawienie projektów przez grupy studenckie
  - 7.1. Wygłoszenie prezentacji (ok. 20 minut na grupę)
8. Dyskusja nad poprawnością wyboru i sposobem kontroli parametrów

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Projektowanie procesów technologicznych 1

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Paweł Ruśkowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>zaliczenie</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 pod kątem projektowania i wdrażania procesu technologicznego 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.
- W ramach projektu studenci zapoznają się z podstawami programu ChemCAD, który wykorzystają do zaprojektowania prostych instalacji przemysłowych.

### Bibliografia:

1. L. Synoradzki, J. Wisiański, Projektowanie procesów technologicznych, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2019.
2. N. G. Anderson, Practical Process Research and Development, Academic Press, San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, 2002.
3. S. Bretsznajder i inni, Podstawy ogólne technologii chemicznej, WNT, Warszawa 1973.
4. J. Molenda, Technologia chemiczna, WSiP, Warszawa 1997.

### Efekty kształcenia:

- Zna ogólne podstawy chemiczne i fizykochemiczne procesów technologicznych stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych
- Rozumie podstawowe operacje jednostkowe i procesy technologiczne oraz zasady działania podstawowych urządzeń i instalacji stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych
- Potrafi uwzględnić aspekty systemowe, pozatechniczne i ekonomiczne przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich związanych z technologią chemiczną
- Potrafi monitorować i zwiększać efektywność operacji jednostkowych i procesów technologicznych w obszarze przemysłu chemicznego

- Potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – typowy dla technologii chemicznej proces technologiczny oraz instalację do jego realizacji, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów
- Potrafi wykorzystać zdobyte w środowisku zajmującym się zawodowo działalnością inżynierską doświadczenie związane z realizacją procesów technologicznych oraz utrzymaniem urządzeń i linii technologicznych typowych dla przemysłu chemicznego
- Potrafi samodzielnie planować, wyznaczać cele i podnosić swoje kwalifikacje m.in. poprzez własne uczenie się przez całe życie
- Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie wykładu w formie testu wielokrotnego wyboru.

Zaliczenie projektu

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Plan wykładu:

1. Kompleksowość projektowania procesów technologicznych 2 h
2. Badania literaturowe i czystość patentowa 2 h
3. Fazy i etapy projektowania technologicznego 2 h
4. Koncepcja chemiczna procesu 4 h
5. Zasady technologiczne 2 h
6. Schemat ideowy 1 h
7. Bilans masowy 2 h
8. Bilans cieplny 2 h
9. Dobór aparatury 2 h
10. Schemat technologiczny 2 h
11. Zagadnienia bhp i ppoż 1 h
12. Ochrona środowiska 1 h
13. Ekonomika procesu, kalkulacja ceny 2 h
14. Ryzyko powiększania skali, dojrzałość projektu 2 h
15. Porównanie koncepcji technologicznej i biotechnologicznej 1 h
16. Role of Mini- and Pilot Plants in Process Development

Program projektu:

1. Wprowadzenie do ChemCADa 1 h
2. Wyznaczanie równowag fazowych 1 h
3. Obliczania aparatów (destylator, ekstraktor, reaktor) 6 h

4. Przygotowanie projektu 7 h

Studenci w ramach projektu znajdują optymalne rozwiązanie aparaturowe zadanego problemu, biorąc pod uwagę m.in. energochłonność i ekonomikę zaproponowanego rozwiązania.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Projektowanie procesów technologicznych 2

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Agnieszka Gadomska-Gajadur</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Projekt (60h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</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 WCh oraz partnerzy przemysłowi.

### Bibliografia:

1. E. Bortel, H. Koneczny, Zarys technologii chemicznej, PWN, Warszawa, 1992 .
2. L. Synoradzki, i inni, Projektowanie procesów technologicznych, I-IV, OWPW, 2010.
3. N. G. Anderson, Practical Process Research and Development, Academic Press, 2012.
4. Periodyki naukowe: Organic Process Research and Development, Chemical Engineering, Przemysł Chemiczny.

### Efekty kształcenia:

Po zakończeniu zajęć student:

- Zna ogólne podstawy chemiczne i fizykochemiczne procesów technologicznych stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych
- Rozumie podstawowe operacje jednostkowe i procesy technologiczne oraz zasady działania podstawowych urządzeń i instalacji stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych
- Potrafi pracować w zespole, organizować pracę zespołową oraz zarządzać swoim czasem
- Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych
- Potrafi uwzględnić aspekty systemowe, pozatechniczne i ekonomiczne przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich, związanych z technologią chemiczną
- Potrafi monitorować i zwiększać efektywność operacji jednostkowych i procesów technologicznych w obszarze przemysłu chemicznego

- Potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – typowy dla technologii chemicznej proces technologiczny oraz instalację do jego realizacji, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów
- Potrafi rozwiązywać praktyczne zadania inżynierskie z zakresu technologii chemicznej, w tym także poprzez korzystanie ze standardów i norm inżynierskich
- Potrafi wykorzystać zdobyte w środowisku zajmującym się zawodowo działalnością inżynierską doświadczenie związane z realizacją procesów technologicznych oraz utrzymaniem urządzeń i linii technologicznych typowych dla przemysłu chemicznego
- Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich w zakresie technologii chemicznej poprzez właściwy dobór źródeł informacji oraz ocenę i krytyczną analizę pozyskanych informacji z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł
- Potrafi dobrać i zastosować metody i narzędzia chemiczne, fizyczne, matematyczne, informatyczne do rozwiązywania złożonych problemów w dziedzinie technologii chemicznej

**Kryteria oceny:**

Opracowanie założeń do projektu procesowego w formie projektu, przygotowanie i wygłoszenie dwóch prezentacji fragmentu przygotowywanego projektu.

**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).
- 6–14: 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
  - g. Zestawienie ważniejszych parametrów i wymagania dla aparatury kontrolno-pomiarowej (procesowa baza danych dot. PiA)

h. Zagadnienia energetyczne

i. Ocena ekonomiki procesu

j. Ocena stopnia ryzyka powiększania skali

15: PREZENTACJA 2, całego projektu, dyskusja, ocena – (Lab info).

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## Przedsiębiorczość innowacyjna

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

### Cele przedmiotu:

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):**

## Przemysł chemiczny w Polsce i na świecie

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Agnieszka Gadomska-Gajadur</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:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z największymi gałęziami przemysłu w Polsce i na Świecie. Dla wybranych dziedzin studenci poznają wielkość rynku, główne produkty, wymagania względem produktów dla tej branży, trendy rozwoju branży oraz podejmą próbę opracowania nowego innowacyjnego produktu dla wybranej branży.

### Bibliografia:

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu zajęć student:

- Zna aktualne kierunki rozwoju technologii chemicznej i przemysłu chemicznego
- Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości
- Zna ogólne podstawy chemiczne i fizykochemiczne procesów technologicznych stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych
- Rozumie podstawowe operacje jednostkowe i procesy technologiczne oraz zasady działania podstawowych urządzeń i instalacji stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych
- Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy
- Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w tym: przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych oraz dbałości o dorobek i tradycje zawodu
- Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich w zakresie technologii chemicznej poprzez właściwy dobór źródeł informacji oraz ocenę i krytyczną analizę pozyskanych informacji z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł
- Potrafi uwzględnić aspekty systemowe, pozatechniczne i ekonomiczne przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich, związanych z technologią chemiczną

### Kryteria oceny:

Wykład –zaliczenie w formie testu

Seminarium – zaliczenie w formie opracowanego projektu o prezentacji projektu na WCh PW oceniane przy udziale przedsiębiorców

### Szczegółowe treści merytoryczne:

## Wykład

- |    |                                                                                                                   |       |     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|
| 1. | Wprowadzenie do zagadnienia przemysłu chemicznego w Polsce i na Świecie, prezentacja gałęzi przemysłu chemicznego | 4 h   |     |
| 2. | Omówienie wybranych wielkotonażowych przemysłów w tym:                                                            | 10 h  |     |
| a. | Farmaceutycznego                                                                                                  | (2 h) |     |
| b. | Kosmetycznego                                                                                                     | (2 h) |     |
| c. | Tworzyw sztucznych                                                                                                | (2 h) |     |
| d. | Ceramicznego                                                                                                      | (2 h) |     |
| e. | Zaawansowanych produktów chemicznych i katalizatorów                                                              | (2 h) |     |
| 3. | Zaliczenie                                                                                                        |       | 1 h |

## Seminarium

- |    |                                                                                         |  |     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|-----|
| 1. | Zajęcia organizacyjne, podział studentów na grupy, wybór tematu opracowywanego projektu |  | 2 h |
| 2. | Przegląd literatury i stron internetowych wytwórców wybranej gałęzi przemysłu           |  | 2 h |
| 3. | Burza mózgów i zgłaszanie pomysłów w grupach na nowy i innowacyjny produkt              |  | 2 h |
| 4. | Zdefiniowanie cech i funkcjonalności opracowywanego produktu                            |  | 2 h |
| 5. | Analiza SWOT wybranego rozwiązania                                                      |  | 2 h |
| 6. | Opracowanie projektu i prezentacji                                                      |  | 2 h |
| 7. | Prezentacja projektu przed przedsiębiorcami                                             |  | 3 h |

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Przetwórstwo i modyfikacja materiałów

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Andrzej Plichta, prof. uczelni</b> <b>dr inż. Paweł Falkowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)+ seminarium (15h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z najważniejszymi metodami przetwórstwa materiałów (surowców) ceramicznych i polimerowych. Ważnym aspektem będzie pokazanie sposobów modyfikacji surowców używanych w przetwórstwie w taki sposób by procesy przetwórcze zachodziły w sposób wydajniejszy i pozwalający na otrzymanie produktu o jak najlepszych parametrach użytkowych. W ramach wykładu przedstawione zostaną podstawowe wiadomości dotyczące procesów formowania materiałów ceramicznych z mas lejnych, sypkich oraz plastycznych, metod modyfikacji powierzchni proszków ceramicznych oraz związanego z tym aparatu analitycznego pozwalającego na potwierdzenie skuteczności metody modyfikacji powierzchni. W części poświęconej tworzywom sztucznym wprowadzone zostaną podstawowe typy klasyfikacji materiałów polimerowych oraz zaprezentowane będą podstawowe industrialne metody przetwórstwa tworzyw sztucznych, tj. formowanie poprzez wytłaczanie, wtrysk i termoformowanie materiałów termoplastycznych oraz prasowanie tłoczne żywic termoutwardzalnych. Omówione zostaną podstawowe właściwości tworzyw sztucznych oraz typowe a także nowoczesne przemysłowe metody modyfikacji chemicznej i fizycznej, która może odbywać się na etapie przetwórstwa, w tym wpływ podstawowych dodatków takich jak napelniacze, plastyfikatory, stabilizatory, środki barwiące i inne środki pomocnicze. Ponadto scharakteryzowane zostaną metody charakteryzacji wybranych właściwości tworzyw sztucznych wraz z aparaturą służącą do ich wyznaczenia.

Partnerzy przemysłowi przedstawiają pewne zagadnienia związane z:

- rynkiem tworzyw sztucznych, rodzajami tworzyw i ich zastosowaniem
- rodzajami i doбором dodatków do tworzyw sztucznych,
- przetwórstwem metodą wtrysku (termoplastów i silikonów),
- metodami badań tworzyw sztucznych,
- metodami recyklingu

### Bibliografia:

- a. R. Pampuch, K. Haberko, M. Kordek, Nauka o procesach ceramicznych, PWN, Warszawa 1992
- b. Robert W. Kelsall, Ian W. Hamley, Mark Geoghegan, Nanotechnologie, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012
- c. Roman Pampuch, Współczesne materiały ceramiczne, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2005

- d. Kazimierz E. Oczko, Kształtowanie ceramicznych materiałów technicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1996
- e. J.J. Pielichowski, A.A. Puszyński, „Technologia tworzyw sztucznych”, WNT, W-wa, 1994.
- f. D. Żuchowska, „Polimery konstrukcyjne. Przetwórstwo i właściwości”, WNT, W-wa, 1996.
- g. J. Krzemiński, „Technologia Tworzyw Sztucznych. Przetwórstwo”, WPW W-wa 1985
- h. R. Sikora, „Przetwórstwo Tworzyw Polimerowych”, WPL, Lublin 2006
- i. H. Zawistowski, S. Zięba, „Ustawianie procesu wtryskiwania tworzyw sztucznych”, WPIKT PLASTECH, Warszawa, 2015
- j. K. Wilczyński, „Reologia w przetwórstwie tworzyw sztucznych”, WNT, W-wa 2001
- k. Z. Tadmor, C. Gogos, „Principles of polymer processing”, wyd. II, Wiley, New Jersey 2006
- l. D. Baird, D. Collias, „Polymer processing. Principles and Design”, wyd. II, Wiley, New Jersey 2014
- m. J. Drobny, „Handbook of Thermoplastic elastomers”, wyd. II, Elsevier, 2014

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- posiadać ogólną wiedzę dotyczącą różnic pomiędzy surowcami naturalnymi a proszkami syntetycznymi oraz wpływu właściwości proszków ceramicznych na ich przetwórstwo
- posiadać ogólną wiedzę na temat metod modyfikacji powierzchni proszków ceramicznych, metod analitycznych stosowanych w celu weryfikacji procesu modyfikacji oraz wpływu modyfikacji na przetwórstwo proszków ceramicznych
- posiadać ogólną wiedzę na temat metod formowania proszków ceramicznych metodami przemysłowymi
- posiadać ogólną wiedzę na temat wykorzystania metod addytywnych (druk 3D) w formowaniu materiałów ceramicznych i kompozytowych
- posiadać ogólną i praktyczną wiedzę na temat światowej produkcji i przetwórstwa tworzyw sztucznych, kategoryzacji tworzyw sztucznych pod kątem właściwości, zastosowań i metod przetwórstwa
- posiadać ogólną i praktyczną wiedzę na temat przetwórstwa i metod formowania tworzyw sztucznych metodami przemysłowymi
- posiadać ogólną i praktyczną wiedzę na temat fizycznych i chemicznych metod modyfikacji właściwości mechanicznych, chemicznych (stabilność), termicznych, elektrycznych i optycznych (wizualnych) tworzyw sztucznych oraz środków pomocniczych do przetwórstwa.
- posiadać ogólną i praktyczną wiedzę na temat metod analitycznych i badawczych stosowanych w celu określenia właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych
- posiadać ogólną wiedzę z zakresu możliwości wykorzystania tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym, w tym wiedzieć jakim metodom recyklingu można poddawać dane tworzywa oraz uzasadnić wybór z punktu widzenia technologicznego, ekonomicznego i ekologicznego

**Kryteria oceny:**

Wykład - egzamin pisemny

Seminarium – zaliczenie na podstawie obecności, aktywności i opracowania problemu

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład:

Plan przedmiotu:

1. Podstawowe wiadomości o surowcach naturalnych i proszkach syntetycznych  
Wymiar 1h
  - 1.1. Podstawowe różnice pomiędzy surowcami naturalnymi a syntetycznymi.
  - 1.2. Ważniejsze naturalne i syntetyczne proszki ceramiczne wykorzystywane w przemyśle ceramicznym i przetwórstwie tworzyw sztucznych.
  
2. Wpływ właściwości proszków ceramicznych na ich przetwórstwo Wymiar 1h
  - 2.1. W morfologia proszków ceramicznych i jej wpływ na przetwórstwo
  - 2.2. Wpływ wielkości cząstek proszków ceramicznych.
  - 2.3. Wpływ rodzaju proszku i jego czystości na przetwórstwo.
  
3. Metody modyfikacji proszków ceramicznych Wymiar 3h
  - 3.1. Cel prowadzenia procesów modyfikacji powierzchni proszków ceramicznych
  - 3.2. Metody osadzania związków organicznych na powierzchni proszków ceramicznych
  - 3.3. Hydrofobizacja powierzchni proszków ceramicznych
  - 3.4. Metody analityczne weryfikacji procesu modyfikacji powierzchni proszków ceramicznych.
  
4. Metody formowania materiałów ceramicznych Wymiar 5h
  - 4.1. Formowanie z mas lejnych.
  - 4.2. Formowanie z mas plastycznych
  - 4.3. Formowanie z mas suchych
  - 4.4. Formowanie metodami przyrostowymi (druk 3D).
  
5. Podstawowe wiadomości o rynku i rodzajach tworzyw sztucznych  
Wymiar 1h
  - 5.1. Rynek tworzyw sztucznych na świecie (zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne)
  - 5.2. Podstawowe rodzaje tworzyw sztucznych wytwarzane przemysłowo
  - 5.3. Główne kierunki zastosowań tworzyw sztucznych
  - 5.4. Podziały tworzyw ze względu na kryterium zastosowania w czasie przetwórstwa, właściwości użytkowych oraz zastosowań

6. Charakterystyka tworzyw sztucznych  
Wymiar 1h
  - 6.1. Podstawowe wiadomości dotyczące polimerów (struktura, topologia, oddziaływania, masy molowe, taktyczność, krystaliczność, kopolimery)
  - 6.2. Krzywa termomechaniczna dla termoplastów amorficznych i krystalicznych
  - 6.3. Zjawisko zeszklenia fazy amorficznej oraz zimnej krystalizacji i topnienia fazy krystalicznej
  - 6.4. Różnica pomiędzy polimerem a tworzywem sztucznym
  
7. Dodatki i modyfikacja tworzyw sztucznych  
Wymiar 6h
  - 7.1. Podział dodatków do tworzyw sztucznych, wymagania dla addytywów
  - 7.2. Antyutleniacze – stabilizacja polimeru przed procesem destrukcji fotooksydacyjnej
  - 7.3. Stabilizatory degradacji termicznej
  - 7.4. Metody przeciwdziałania hydrolizie, depolimeryzacji etc.
  - 7.5. Plastyfikacja zewnętrzna i wewnętrzna (plastyfikatory)
  - 7.6. Napelniacze (włókniste i proszkowe; naturalne i syntetyczne), nukleanty krystalizacji
  - 7.7. Modyfikatory udarności
  - 7.8. Środki barwiące (pigmenty i barwniki) i wybielacze
  - 7.9. Stabilizatory koloru
  - 7.10. Środki biobójcze (biocydy)
  - 7.11. Środki opóźniające palenie i uniepalniające
  - 7.12. Środki poprawiające przewodnictwo elektryczne
  - 7.13. Środki poprawiające przetwórstwo
  
8. Podstawowe metody badania właściwości tworzyw sztucznych Wymiar 1h
  - 8.1. Badanie wytrzymałości na rozciąganie, zginanie i zgniatanie statyczne
  - 8.2. Badanie udarności (Izod, Chapry)
  - 8.3. Wyznaczanie temperatury ugięcia (wg. Martensa)
  - 8.4. Wskaźniki płynięcia
  - 8.5. Oznaczanie koloru tworzywa (skala LAB)
  
9. Techniki przetwórstwa termoplastycznych materiałów polimerowych  
Wymiar 7h
  - 9.1. Podział metod w świetle krzywej termomechanicznej
  - 9.2. Podstawy reologii



- 9.3. Formowanie metodą wytłaczania (budowa i rodzaje wytłaczarek, zasada i parametry procesu, formowane wyroby, linia technologiczna)
- 9.3.1. Technologia wytłaczania rur i profili
- 9.3.2. Metody łączenia rur z tworzyw sztucznych
- 9.3.3. Wytłaczanie rękawa z rozdmuchem swobodnym
- 9.3.4. Wytłaczanie i kalandrowanie folii płaskiej
- 9.3.5. Powlekanie kabli elektrycznych
- 9.4. Formowanie metodą wtrysku (budowa i rodzaje wtryskarek i form, cykl i parametry procesu, formowane wyroby, podstawowe problemy)
- 9.5. Termoformowanie (negatywowe i pozytywowe, próżniowe i ciśnieniowe, okresowe i ciągłe, modyfikacje metod i ograniczenia)
10. Wybrane metody przetwórstwa tworzyw utwardzalnych Wymiar 2h
- 10.1. Prasowanie tłoczne duroplastów
- 10.2. Laminowanie żywicami epoksydowymi i poliestrowymi
- 10.3. Wytłaczanie i wtrysk silikonów
11. Zagospodarowanie odpadów z tworzyw sztucznych  
Wymiar 2h
- 11.1. Sortowanie odpadów
- 11.2. Rodzaje recyklingu (materiałowy, surowcowy, chemiczny, organiczny) oraz odzysku energii
- 11.3. Kryteria doboru rodzaju recyklingu do danego tworzywa – stan obecny i perspektywy

#### Seminarium:

W ramach zajęć seminaryjnych studenci zostaną podzieleni na grupy, które będą miały za zadanie opracowanie wybranego zagadnienia technologicznego (procesu przetwórczego) zaproponowanego przez prowadzących. Przeprowadzenie zajęć seminaryjnych zakłada:

- 1) Przeprowadzenie analizy literaturowej wybranego zagadnienia pod kątem:
  - a. Możliwości przetwórczych
  - b. Kosztów procesu
  - c. Skali procesu
  - d. Możliwych usprawnień procesu przetwórczego
  
- 2) Wykonania uproszczonej analizy SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) wybranego procesu - wskazanie mocnych i słabych stron danego procesu przetwórczego generujących najwyższe koszty lub obciążonych dużym ryzykiem itp.

3) Przedstawienie najnowszych trendów w procesach przetwórczych z danego obszaru

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Przetwórstwo i modyfikacja materiałów – projekt

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Andrzej Plichta, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>zaliczenie</b>
rodzaj zajęć:	<b>projekt (60 h) + warsztaty terenowe (60 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>8</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest opracowanie wybranego, kompleksowego zagadnienia i rozwiązanie problemu technologicznego dotyczącego przetwórstwa materiałów i stworzenie dla niego projektu procesowego.

### Bibliografia:

1. Z. Florjańczyk, S. Penczek (red.), „Chemia polimerów”, t. I, II i III, Oficyna Wydawnicza PW, W-wa, 1997.
2. J.J. Pielichowski, A.A. Puszyński, „Technologia tworzyw sztucznych”, WNT, W-wa, 1994.
3. W. Kucharczyk, „Przetwórstwo tworzyw sztucznych dla mechaników”, 2005
4. J. Krzemiński, „Technologia Tworzyw Sztucznych. Przetwórstwo”, WPW W-wa 1985
5. R. Sikora, „Przetwórstwo Tworzyw Polimerowych”, WPL, Lublin 2006
6. H. Zawistowski, S. Zięba, „Ustawianie procesu wtryskiwania tworzyw sztucznych”, WPIKT PLASTECH, Warszawa, 2015
7. K. Wilczyński, „Reologia w przetwórstwie tworzyw sztucznych”, WNT, W-wa 2001
8. Z. Tadmor, C. Gogos, „Principles of polymer processing”, wyd. II, Wiley, New Jersey 2006
9. D. Baird, D. Collias, „Polymer processing. Principles and Design”, wyd. II, Wiley, New Jersey 2014
10. Krzysztof Schmidt-Szałowski, Mikołaj Szafran, Ewa Bobryk i Jan Sentek, „Technologia chemiczna – przemysł nieorganiczny”, PWN, 2013
11. K. E. Oczóś „Kształtowanie ceramicznych materiałów technicznych” Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 1996
12. Ludwik Synoradzki, Jerzy Wisiański (red.), Oficyna Wydawnicza PW, 2019, Projektowanie procesów technologicznych. Od laboratorium do instalacji przemysłowej.
13. Ludwik Synoradzki, Jerzy Wisiański (red.), Oficyna Wydawnicza PW, 2012, Projektowanie procesów technologicznych. Bezpieczeństwo procesów chemicznych.

### Efekty kształcenia:

- Student posiada wiedzę z zakresu wybranej technologii przetwórstwa lub/i modyfikacji materiałów.
- Student posiada umiejętność przygotowania projektu procesowego dla technologii przetwórstwa lub/i modyfikacji materiałów

- Student posiada umiejętność doboru i wykorzystania odpowiednich technik przetwórstwa lub/i metod modyfikacji materiałów w celu wytworzenia produktu o określonych właściwościach materiałowych i użytkowych.
- Student posiada umiejętność pracy w zespole, w tym planowanie pracy, podział obowiązków, nadzór i weryfikacja wyników prac.
- Student posiada umiejętność opracowywania prezentacji złożonych zagadnień technologicznych i procesowych, w tym z wykorzystaniem technik komunikowania na odległość.
- Student posiada doświadczenie związane z przebiegiem procesów technologicznych z zakresu przetwórstwa lub/i modyfikacji materiałów w warunkach przemysłowych.

**Kryteria oceny:**

Ocenie podlega aktywność i zaangażowanie studenta w tworzenie projektu na każdym etapie, jakość przygotowanego projektu, prezentacja i obrona projektu oraz krótkie sprawozdanie z warsztatów terenowych. Udział w przygotowaniu, prezentacji i obronie projektu jest obowiązkowy. Udział w warsztatach terenowych oraz przygotowanie sprawozdania są obowiązkowe.

Student zdobywa punkty (maksymalnie 100 pkt.) zgodnie z następującym kluczem:

1. Przygotowanie projektu procesowego (kompletność i jakość przygotowanej dokumentacji) – ocena prowadzących – maksymalnie 50 pkt (próg zaliczenia: 30 pkt.).
2. Prezentacja i obrona projektu procesowego (próg zaliczenia: 6 pkt.):
  - a. ocena prowadzących – maksymalnie 10 pkt.
  - b. ocena studentów – maksymalnie 5 pkt.
3. Aktywność przy opracowaniu projektu (próg zaliczenia: 8 pkt.):
  - a. ocena prowadzących (ocena aktywności w trakcie spotkań, konsultacji, etc.) – maksymalnie 10 pkt.
  - b. ocena studentów z zespołu (ocena wkładu, zaangażowania) – maksymalnie 10 pkt.
4. Obecność i krótkie sprawozdanie z warsztatów terenowych, w tym w kontekście realizowanego projektu – ocena prowadzących - maksymalnie 15 pkt. (próg zaliczenia: 7 pkt.).

Kryteria wystawiania ocen:

1. Częstkowa za projekt i zintegrowana:
  - a. od 91 % – ocena 5
  - b. od 81 % – ocena 4,5
  - c. od 71 % – ocena 4,0
  - d. od 61 % – ocena 3,5
  - e. od 51 % – ocena 3,0
  - f. poniżej 51 % – ocena 2 (brak zaliczenia)
2. Częstkowa za warsztaty terenowe:
  - a. Obecność na warsztatach i uzyskanie ze sprawozdania minimum 7/15 pkt. - ocena zaliczone
  - b. Niespełnienie któregośkolwiek z warunków w punkcie a. – ocena niezaliczone.

Po osiągnięciu wskazanych progów punktowych oceny cząstkowe i zintegrowana są wystawiane zgodnie z następującym schematem:

1. Projekt – ocena numeryczna wystawiana zgodnie z przedstawionymi powyżej zasadami i kryteriami z uwzględnieniem pozycji 1 – 3.
2. Warsztaty terenowe: ocena w skali zaliczone - niezaliczone wystawiana jest na podstawie powyższych zasad z uwzględnieniem punktu 4.
3. Ocena zintegrowana – ocena numeryczna wystawiana jest zgodnie z przedstawionymi powyżej zasadami i kryteriami z uwzględnieniem pozycji 1 – 4, przy czym, aby uzyskać pozytywną ocenę zintegrowaną student musi uzyskać obie cząstkowe oceny pozytywne.

#### **Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Studenci dzielą się na kiluosobowe zespoły oraz ustalają podział ról, obowiązków i odpowiedzialności w projekcie,
2. Studenci w zespole wybierają jeden z zaproponowanych lub za zgoda koordynatora przedmiotu proponują własny problem technologiczny związany z kompleksowym przetwórstwem lub/i modyfikacją materiałów,
3. Studenci opracowują w zespołach elementy projektu procesowego; co tydzień (lub dodatkowo poza godzinami przedmiotu) mogą konsultować napotkane problemy oraz zdawać sprawozdanie ustne z postępu prac,
4. Studenci biorą udział w warsztatach terenowych, które umożliwiają im lepsze zrozumienie zagadnień, problemów i rozwiązań technologicznych i procesowych,
5. Studenci składają do weryfikacji a później do oceny projekt procesowy dotyczący badanego procesu,
6. Studenci prezentują projekt procesowy, po czym odpowiadają na pytania prowadzących i innych studentów (obrona).

Przykładowe tematy do opracowania:

1. Opracowanie metody i (dobór i modyfikacja) materiałów do wytwarzania pojemników do przechowywania produktów ciekłych z tworzyw przyjaznych dla środowiska
2. Opracowanie technologii i materiałów do wytwarzania taśm samoprzylepnych z polepszeniem bilansu wody procesowej
3. Opracowanie technologii i dobór materiałów do barierowych opakowań termoformowalnych z surowców w postaci granulatu
4. Opracowanie technologii wytwarzania wyrobów jedno- lub dwukomponentowych zawierających elastomery silikonowe.
5. Opracowanie składu środka czyszczącego do mycia zbiorników i instalacji technologicznych z mas ceramicznych na bazie glikoli
6. Opracowanie technologii otrzymywania fotoutwardzalnej dyspersji ceramicznej do formowania metodą DLP

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

## Recykling polimerów

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Maciej Dębowski</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>zaliczenie</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (15 h), laboratorium (15 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z problematyką odpadów polimerowych, ich efektywnego zagospodarowania oraz realizacji zasad gospodarki o obiegu zamkniętym w odniesieniu do materiałów bazujących na tworzywach sztucznych.

### Bibliografia:

- 1) „Recykling materiałów polimerowych” praca zbiorowa pod redakcją A.K. Błędzkiego, WNT, Warszawa 1997;
- 2) „Recykling tworzyw sztucznych w Europie” praca zbiorowa pod redakcją M. Kozłowskiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006;
- 3) „Odzysk i recykling materiałów polimerowych”, praca zbiorowa pod redakcją J. Kijeńskiego, A.K. Błędzkiego, R. Jeziórskiej, PWN, Warszawa 2011;
- 4) „Recycling of Polymers” praca zbiorowa pod redakcją R. Francisa, Wiley-VCH, Weinheim 2017;
- 5) „POLYMER BLENDS HANDBOOK, Vol. 1” praca zbiorowa pod redakcją L.A. Utrackiego, rozdział 16: „Role of Polymer Blends’ Technology in Polymer Recycling”, L.A. Utracki, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 2002.

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- 1) znać podstawowe (główne) metody recyklingu materiałowego i chemicznego (surowcowego) oraz odzysku energii z odpadów polimerowych, ze szczególnym uwzględnieniem ich podstaw chemicznych i fizykochemicznych.
- 2) posiadać wiedzę na temat procesów chemicznych, w tym ich mechanizmów, wykorzystywanych przy przetwarzaniu odpadów polimerowych w energię lub surowce dla przemysłu chemicznego;
- 3) znać podstawowe rozwiązania techniczne, urządzenia i operacje jednostkowe stosowane w różnych technologiach recyklingu oraz odzysku energii z materiałów polimerowych;
- 4) potrafić przedstawić podstawowe informacje na temat kształtu systemu zagospodarowania odpadów polimerowych w Polsce oraz dotyczącego go prawodawstwa;
- 5) potrafić dokonać całościowej oceny obciążenia środowiska przez materiały polimerowe w ramach bilansu ekologicznego związanego z ich produkcją, stosowaniem i zagospodarowaniem powstających odpadów;

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa z przedmiotu będzie średnią arytmetyczną ocen cząstkowych z:

- a) części wykładowej przedmiotu – oceny pisemnego egzaminu testowego,
- b) części laboratoryjnej przedmiotu – średniej arytmetycznej ocen cząstkowych przyznanych za każde ćwiczenie laboratoryjne przewidziane do realizacji w harmonogramie zajęć a każdorazowo obejmujących: ocenę przygotowania teoretycznego studenta (na podstawie kolokwium ustnego lub pisemnego) oraz ocenę sprawozdania z wykonanego ćwiczenia laboratoryjnego

Minimalna wartość oceny cząstkowej z egzaminu pisemnego i/lub części laboratoryjnej Przedmiotu wynosi 3,0 – uzyskanie niższej oceny cząstkowej skutkować będzie koniecznością jej poprawy.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Część wykładowa przedmiotu (ok. 15 h) obejmować będzie następującą tematykę:

- 1) Źródła i skala problemu odpadów z materiałów polimerowych;
- 2) Podstawowe strumienie odpadów tworzyw sztucznych – ich skład jakościowy i ilościowy;
- 3) Przepisy prawne i kształt systemów zbiórki i zagospodarowania odpadów polimerowych w Polsce, z uwzględnieniem prawodawstwa Unii Europejskiej;
- 4) Bilans oddziaływania tworzyw sztucznych na środowisko naturalne – kryteria/czynniki uwzględniane w jego tworzeniu. Materiały polimerowe jako źródło obciążeń środowiska naturalnego na tle innych grup materiałów stosowanych przez człowieka. Life Cycle Assessment w odniesieniu do materiałów polimerowych;
- 5) Minimalizacja odpadów poprzez odpowiednie zaprojektowanie materiału (zasady maksymalnego wykorzystania materiału) w odniesieniu do materiałów polimerowych. Odpady pierwotne (poprodukcyjne) i poużytkowe;
- 6) Klasyfikacja metod pozwalających na zagospodarowanie odpadów tworzyw sztucznych. Metody recyklingu oraz odzysku energii;

Wydział Chemiczny

Politechnika Warszawska

- 7) Składowanie odpadów polimerowych na wysypiskach – ograniczenia prawne, oraz koszty społeczne i ekonomiczne;
- 8) Odzysk energii jako metoda ekonomicznego zagospodarowania odpadów polimerowych. Pojęcie wartości opałowej surowca i jej wartości dla podstawowych grup polimerów wielkotonażowych oraz bazujących na nich kompozytów. Problem właściwości produktów spalania tworzyw sztucznych i ich toksyczności. Przykłady urządzeń i technologii stosowanych przy odzysku energii z odpadów polimerowych.
- 9) Zasady odpowiedzialnej zbiórki i selekcji odpadów polimerowych, z punktu widzenia wybranych metod ich recyklingu;
- 10) Powtórne przetwórstwo materiałów polimerowych (recykling materiałowy) – zalety, ograniczenia i wymagania dotyczące jakości surowca. Przygotowanie odpadów polimerowych do powtórnego przetwórstwa, w tym sortowanie mechaniczne, elektrostatyczne, pneumatyczne i selekcja za pomocą czujników. Obróbka chemiczna w ponownym przetwórstwie materiałów polimerowych. Przykłady zastosowań recyklingu materiałowego w odniesieniu do podstawowych grup/typów materiałów polimerowych, w tym blend i kompozytów polimerowych;
- 11) Recykling chemiczny – odpady polimerowe jako źródło paliw, monomerów i innych surowców przemysłu chemicznego. Metody destruktywne (piroliza, zgazowanie, uwodornienie, hydroliza, solwoliza, aminoliza itp.) i konstruktywne (przetwórstwo reaktywne, polimeryzacja SSP odpadów

polimerów kondensacyjnych): podstawowe wymogi oraz ograniczenia dotyczące surowców i warunków procesowych, rozwiązania techniczne i przykłady opracowanych lub wdrożonych technologii, ze szczególnym uwzględnieniem krajowego przemysłu chemicznego. Odpady polimerowe jako surowiec;

12) Podstawowe metody recyklingu termoplastów i ich kompozytów;

13) Podstawowe metody recyklingu tworzyw polimerowych termo- i chemoutwardzalnych (duropplastów) oraz ich kompozytów;

14) Polepszenie ekobilansu tworzyw sztucznych poprzez wykorzystanie polimerów biodegradowalnych i z surowców odnawialnych;

15) Realizacja idei gospodarki o obiegu zamkniętym w odniesieniu do materiałów polimerowych.

Część laboratoryjna przedmiotu (ok. 15h) obejmować będzie zapoznanie się studentów z praktyczną stroną realizacji wybranych przykładów omawianych technologii recyklingu/zagospodarowania odpadów tworzyw sztucznych. W jej trakcie Studenci przeprowadzą ćwiczenia laboratoryjne poświęcone:

a) recyklingowi materiałowemu termoplastów z wybranych grup polimerów wielkotonażowych, z wykorzystaniem przemysłowych maszyn przetwórczych (np. wyciarkarki, wtryskarki, plastometru) znajdujących się na wyposażeniu Katedry Chemii i Technologii Polimerów

b) recyklingowi chemicznemu wybranych grup polimerów (np. poliestry, poliamidy, poliuretany) prowadzonemu w skali laboratoryjnej, wielkolaboratoryjnej i/lub

Wydział Chemiczny

Politechnika Warszawska

ćwierćtechnicznej, z wykorzystaniem m.in. instalacji procesowych znajdujących się na wyposażeniu Katedry Chemii i Technologii Polimerów.

c) recyklingowi surowcowemu prowadzonemu w skali laboratoryjnej lub na stanowiskach badawczych (pilotażowych instalacjach) znajdujących się na terenie Politechniki Warszawskiej

Na podstawie przeprowadzonych ćwiczeń laboratoryjnych studenci będą zobowiązani do przygotowania odpowiednich sprawozdań podlegających ocenie przez prowadzącego/prowadzących dane ćwiczenie.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## Standaryzacja i normy techniczne

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>mgr inż. Ewa Rybak</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>projekt + prezentacja</b>
rodzaj zajęć:	<b>Projekt (15 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>1</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z tematyką norm technicznych i ich rolą w przemyśle, a co ważniejsze zdobycie umiejętności praktycznego ich zastosowania w procesach technologicznych.

W grupach 4-5 osobowych studenci będą pracować nad procedurą/instrukcją opisującą proces jakościowy w oparciu o wytyczne wybranej przez siebie normy, a następnie przedłożą dokument do oceny wraz z krótką prezentacją zaprojektowanego procesu.

### Bibliografia:

Normy Polskiego Komitetu Normalizacyjnego PKN:

1. PN EN ISO 9001 System zarządzania jakością
2. PN EN ISO 19011 Wytyczne auditowania systemu zarządzania
3. PN EN ISO 13485 Wyroby medyczne -- Systemy zarządzania jakością
4. PN EN ISO 14001 Systemy zarządzania środowiskowego

### Efekty kształcenia:

Po zakończeniu zajęć student:

- Zna ogólne podstawy chemiczne i fizykochemiczne procesów technologicznych stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych
- Zna aktualne kierunki rozwoju technologii chemicznej i przemysłu chemicznego
- Potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – typowy dla technologii chemicznej proces technologiczny oraz instalację do jego realizacji, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów
- Potrafi rozwiązywać praktyczne zadania inżynierskie z zakresu technologii chemicznej, w tym także poprzez korzystanie ze standardów i norm inżynierskich
- Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich w zakresie technologii chemicznej poprzez właściwy dobór źródeł informacji oraz ocenę i krytyczną analizę pozyskanych informacji z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł
- Potrafi pracować w zespole, organizować pracę zespołową oraz zarządzać swoim czasem
- Potrafi samodzielnie planować, wyznaczać cele i podnosić swoje kwalifikacje m.in. poprzez własne uczenie się przez całe życie

**Kryteria oceny:**

Ocena zaprojektowanego procesu pod kątem zawarcia wymaganych punktów niezbędnych w procedurze/instrukcji oraz merytoryczna ocena opracowanego dokumentu w odniesieniu do wymagań wybranej normy.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Przedmiot „Standaryzacja i normy technologiczne” składa się z 2 części: wykłady i projekt.

W pierwszej części studenci zapoznają się z tematyką norm technicznych wg. poniższego zakresu:

1. Normy
  - Pojęcia podstawowe i definicje
  - Przedstawienie bazy norm
  - Sposoby wyszukiwania norm
  - Grupowanie norm
  - Krótki przegląd norm jakościowych
  - Przykładowa interpretacja zapisów wybranej normy
2. Harmonizacja norm
  - Co to jest harmonizacja
  - Cel harmonizacji
  - Lista norm zharmonizowanych
  - Funkcjonalność norm zharmonizowanych
  - Przykład normy zharmonizowanej
3. Normy w przemyśle chemicznym
  - Proces w normie, a proces w przemyśle
  - Interpretacja i wdrożenie normy w przemyśle (przykład)
  - Normy ISO a wymagania GMP
  - Standardowe procesy w przemyśle gdzie wykorzystywane są wymagania norm
4. Procedury i instrukcje
  - Co to jest procedura/instrukcja
  - Struktura procedury/instrukcji
  - Jakie punkty musi zawierać procedura/instrukcja
  - Cel tworzenia procedury/instrukcji
  - Różnica w zastosowaniu procedury i instrukcji
  - Przykłady

W następnej części samodzielnie studenci zrealizują projekt:

1. Wybór normy i zapoznanie się z jej treścią
2. Interpretacja normy w aspekcie zastosowania w przemyśle

3. Opracowanie koncepcji procesu w oparciu o wybraną normę
4. Przedstawienie procesu w formie procedury/instrukcji zawierającej m.in. punkty: cel, zakres, odpowiedzialności, schemat blokowy, dokładny opis wykonania procesu, wymagania i przypisanie dokumentów związanych
5. Przesłanie procedury/instrukcji do oceny

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Statystyka dla inżynierów

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Patrycja Ciosek-Skibińska</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykład (15 h), laboratorium komputerowe (30 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

Po ukończeniu kursu student powinien mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat doświadczalnictwa naukowego, opracowania, archiwizacji i interpretacji danych doświadczalnych oraz mieć ogólną wiedzę praktyczną pozwalającą zastosować metodologię statystyczną do analizy danych doświadczalnych.

### Bibliografia:

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

### Efekty kształcenia:

- Ma ogólną wiedzę teoretyczną na temat metody naukowej, poszukiwania informacji naukowej, opracowania i interpretacji danych doświadczalnych
- Potrafi pozyskiwać informacje z literatury naukowej w celu zaplanowania eksperymentu, interpretować je oraz krytycznie się do nich odnieść
- Potrafi dobrać odpowiednie techniki obliczeniowe do rozwiązania podstawowych problemów występujących w doświadczalnictwie przyrodniczym
- potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienie

### Kryteria oceny:

zaliczenie pisemne (wykład), kolokwia komputerowe w trakcie semestru (laboratorium komputerowe)

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodyką planowania eksperymentu i statystycznego opracowywania danych doświadczalnych. Program przedmiotu zakłada przedstawienie podstawowych informacji dotyczących zmiennej losowej, statystyk opisowych, konstruowania przedziału ufności, detekcji błędów grubych i systematycznych, weryfikacji hipotez doświadczalnych na podstawie przeprowadzanych testów statystycznych, badania zależności między zmiennymi oraz budowania modeli regresyjnych, szczególnie regresji liniowej. W ramach

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

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Stosowana chemia fizyczna – laboratorium

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. Aneta Pobudkowska-Mirecka, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Laboratorium (45 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>

### Cele przedmiotu:

Celem zajęć laboratoryjnych jest przybliżenie wiedzy z zakresu termodynamiki i kinetyki chemicznej poprzez doświadczalną ilustrację zjawisk fizykochemicznych. Na zajęciach laboratoryjnych student nabyte praktyczne umiejętności posługiwania się aparaturą do badań zjawisk fizykochemicznych, planowania i wykonywania eksperymentu oraz opracowywania, skorelowania i przedstawiania wyników doświadczalnych. Zdobędzie również wiedzę w zakresie przewidywania i modelowania właściwości fizykochemicznych układów.

### Bibliografia:

1. Instrukcję do ćwiczeń zamieszczone na <http://zchf.ch.pw.edu.pl/studenci.php>
2. R. Bareła, A. Sporzyński, W. Ufnalski, Chemia fizyczna. Ćwiczenia laboratoryjne, Wydawnictwo OWPW, Warszawa 2000.

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu przedmiotu student powinien:

- poszerzyć wiedzę teoretyczną z zakresu termodynamiki i chemii fizycznej o praktyczne elementy związane z wykonywanymi pomiarami, prowadzącymi do wyznaczenia wielkości podstawowych w dziedzinach termodynamiki i kinetyki chemicznej,
- poznać wybrane metody pomiarowe, stosowane w obu dziedzinach, umieć je powiązać z ich podstawami teoretycznymi oraz widzieć stosowaną metodykę w kontekście dokładności pomiarów bezpośrednich i wyznaczanych w oparciu o nie wielkości,
- dysponować umiejętnością sporządzenia pełnego pisemnego sprawozdania z eksperymentu, zawierającego w szczególności również ilościową ocenę niepewności pomiarowych wyznaczanych wielkości,
- dysponować umiejętnością analizy rezultatów w szerszym kontekście – przeprowadzić analizę danego problemu w oparciu o rezultaty uzyskane przez siebie oraz innych studentów, jak również posilkować się narzędziami modelowania termodynamicznego oraz kwantowo-chemicznego, które student będzie potrafił wykorzystać do skorelowania wyników eksperymentalnych,
- stosować w swej pracy w laboratorium fizykochemicznym zasady „dobrej praktyki laboratoryjnej”.

### Kryteria oceny:

Ocena z ćwiczenia laboratoryjnego jest sumą ocen cząstkowych z: kolokwium wstępnego, wykonania ćwiczenia, opracowania wyników w formie sprawozdania i zaprezentowania wyników ćwiczenia problemowego. Kolokwium wstępne ma na celu sprawdzenie stopnia przygotowania do wykonywania bieżącego ćwiczenia laboratoryjnego. Sprawozdanie pisemne z wykonanego

ćwiczenia student sporządza w oparciu o wytyczne w instrukcji ćwiczenia. Sprawozdanie powinno zawierać: opis metodyki oraz sposobu postępowania podczas pomiarów, opracowanie wyników pomiarów ich analizę, rachunek błędów, porównanie z literaturą oraz dyskusję wyników i wnioski. Student składa sprawozdanie pisemne prowadzącemu laboratorium w terminie do 5 dni roboczych od dnia wykonania ćwiczenia. Prowadzący w ciągu jednego tygodnia informuje studenta o jego zaliczeniu bądź konieczności poprawy. Student składa poprawione sprawozdanie w terminie 5 dni roboczych. Student ma możliwość dwukrotnej poprawy. Po dwukrotnym zwrocie sprawozdania, student zobowiązany jest do ponownego wykonania ćwiczenia. Prezentacje należy przygotować w wersji elektronicznej i wygłosić, jedynie po wcześniejszej akceptacji opiekuna ćwiczenia problemowego i prowadzącego część komputerową laboratorium. Na ocenę prezentacji składa się ocena merytoryczna wystawiona przez opiekuna ćwiczenia problemowego oraz ocena za wygłoszenie prezentacji wystawiona przez prowadzących. Każdy członek zespołu jest zobowiązany do wygłoszenia części prezentacji.

#### Szczegółowe treści merytoryczne:

Organizacja zajęć:

Zajęcia 1 - organizacyjne	2h
Zajęcia: 2, 3, 4 – moduł 1	5h·3 = 15h
Zajęcia: 5, 6, 7 – moduł 2	5h·3 = 15h
Zajęcia 8 – pracownia komputerowa	5h + 3h
Zajęcia 9 – prezentację	5h
	Σ 45h

Pierwsze zajęcia przeznaczone są na omówienie przepisów BHP, zasad pracy w laboratorium fizykochemicznym, prezentacja podstaw obsługi sprzętu. Przez kolejne 6 tygodni; student wykona 6 ćwiczeń w laboratorium, po wykonaniu których na pracowni komputerowej przedstawione mu zostaną modele matematyczne, symulacje komputerowe, które student wykorzysta do skorelowania danych eksperymentalnych. Ostatnie zajęcia poświęcone będą wygłoszeniu prezentacji z wybranego ćwiczenia problemowego.

Wykonane ćwiczenia obejmują następujące działy:

- równowagi fazowe w układach jedno i wieloskładnikowych,
- kinetyka chemiczna,
- równowagi chemiczne,
- termochemia,
- elektrochemia i właściwości elektrostatyczne,
- zjawiska powierzchniowe,
- właściwości układów micelarnych.

Modelowanie chemiczne obejmuje następujące działy:

- Optymalizacja geometrii molekuly, wyznaczenie energii elektronowej, oraz podstawowych funkcji termodynamicznych
- Przewidywanie właściwości molekuly takich jak moment dipolowy, rozkład ładunku, potencjał elektrostatyczny.

-Wyznaczanie geometrii oraz energii wiązań wodorowych

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## Synteza organiczna

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Hanna Krawczyk, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)+ projekt (45h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

### Cele przedmiotu:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat nomenklatury, współczesnych metod otrzymywania, własności, zastosowania praktycznego oraz znaczenia przemysłowego podstawowych grup związków organicznych, a także mechanizmów, stereochemii oraz warunków przebiegu,
- zdobyć umiejętności planowania syntezy określonego związku zarówno w skali laboratoryjnej jak i w wielolaboratoryjnej (wybór ścieżki syntezy umożliwiającej łatwe powiększenie skali),
- zdobyć umiejętność rysowania poprawnych wzorów oraz ustalania poprawnych systematycznych nazw związków organicznych,
- zdobyć umiejętność przestrzennego wyobrażenia budowy cząsteczek oraz poprawnej ilustracji przestrzennej budowy związków organicznych, a także zapisu stereochemicznych aspektów reakcji organicznych,
- zdobyć umiejętności przeprowadzenia analizy literaturowej pod kątem syntezy wybranych związków chemicznych istotnych z punktu widzenia gospodarki i przemysłu.

### Bibliografia:

1. D. Buza, W. Sas, P. Szczeciński, Chemia Organiczna- Kurs Podstawowy. Oficyna Wydawnicza PW, 2006.
2. J. McMurry, Chemia Organiczna część 1 i 2. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005.
3. M. Mąkosza, M. Fedoryński, Podstawy syntezy organicznej. Reakcje jonowe i rodnikowe. Oficyna Wydawnicza PW, 2006.
4. J. Wisiański, L. Synoradzki, Projektowanie procesów technologicznych. Od laboratorium do instalacji przemysłowej. Oficyna Wydawnicza PW, 2006.

### Efekty kształcenia:

- Zna nomenklaturę, metody otrzymywania, własności chemiczne, zastosowania praktyczne oraz znaczenie przemysłowe podstawowych grup związków organicznych
- Zna zasady z zakresu optymalizacji syntezy oraz projektowania procesów technologicznych
- zdobywa umiejętność rysowania poprawnych wzorów i ustalania poprawnych systematycznych nazw związków organicznych a także przestrzennego wyobrażenia budowy cząsteczek, poprawnej ilustracji przestrzennej budowy związków organicznych oraz zapisu stereochemicznych aspektów reakcji organicznych

- zdobyć umiejętności przeprowadzenia analizy literaturowej pod kątem syntezy wybranych związków chemicznych istotnych z punktu widzenia gospodarki i przemysłu.
- Potrafi pracować w zespole, organizować pracę zespołową oraz zarządzać swoim czasem
- Potrafi pracować samodzielnie i studiując wybrane zagadnienie oraz ma świadomość poziomu swojej wiedzy i umiejętności.

**Kryteria oceny:**

Zajęcia projektowe: trzy kolokwia i zaliczenie projektu. Egzamin teoretyczny. Ocena końcowa przedmiotu wyznaczana jako średnia z części projektowej i teoretycznej egzaminu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład:

**1. PODSTAWOWE POJĘCIA CHEMII ORGANICZNEJ**

1.1. Podstawy klasyfikacji związków organicznych.

1.2. Rodzaje wiązań w związkach organicznych. Polaryzacja. Efekt indukcyjny. Rozpad wiązań. Wolne rodniki, karbokationy i karboaniony.

1.3. Tworzenie wiązań. Pojęcie elektrofila i nukleofila. Zjawisko rezonansu. Zasady zapisywania struktur granicznych. Efekty elektronowe i przestrzenne.

1.4. Izomeria. Przestrzenna budowa związków węgla. Pojęcie chiralności, enancjomerii i diastereoizomerii. Wzory Fischera.

1.5. Kwasowość i zasadowość związków organicznych.

**2. ALKANY**

2.1. Budowa, nomenklatura i izomeria. Swobodna rotacja. Pojęcie konformacji i konfiguracji. Wzory rzutowe Newmana.

2.2. Synteza metody przemysłowe i laboratoryjne, własności alkanów. Mechanizm substytucji rodnikowej.

**3. CYKLOALKANY**

3.1. Budowa, nomenklatura i izomeria. Trwałość pierścieni. Budowa i konformacje pierścienia sześcioczołowego.

**4. ALKENY**

4.1. Budowa i nomenklatura. Izomeria geometryczna. Szereg pierwszeństwa podstawników. Nomenklatura E-Z.

4.2. Synteza metody przemysłowe i laboratoryjne, własności alkenów. Reguła Zajcewa. Mechanizm addycji elektrofilowej. Reguła Markownikowa.

**5. ALKINY**

5.1. Budowa i nomenklatura.

5.2. Synteza i własności alkinów. Kwasowość alkinów terminalnych.

**6. DIENY**

6.1. Budowa i systematyka. Rezonans w dienach sprzężonych. Aleny

6.2. Synteza metody przemysłowe i laboratoryjne, własności dienów. Addycja elektrofilowa do dienów sprzężonych. Reakcja Dielsa-Aldera.

## 7. ARENY

7.1. Pojęcie achromatyczności. Budowa i nomenklatura arenów i ich pochodnych.

7.2. Własności arenów. Mechanizm substytucji elektrofilowej. Wpływ kierujący podstawników. Reakcje w łańcuchach bocznych.

7.3. Wykorzystanie arenów w przemyśle.

## 8. FLUOROWCOPOCHODNE

8.1. Nomenklatura i systematyka.

8.2. Synteza- metody przemysłowi laboratoryjne, własności fluorowcopochodnych. Reakcje substytucji nukleofilowej i eliminacji. Mechanizm SN2, SN1, E-2, E-1.

## 9. ZWIĄZKI METALOORGANICZNE

9.1. Wiązanie węgiel-metal. Zastosowanie związków Grignarda oraz związków litoorganicznych w syntezie organicznej.

## 10. ALKOHOLE, FENOLE i ETERY

10.1. Nomenklatura i systematyka.

10.2. Synteza -metody przemysłowe i laboratoryjne oraz własności chemiczne. Kwasowość. Reakcja SNi. Różnice w syntezie estrów alkoholi i fenoli.

10.3. Reakcja eterów z kwasem jodowodorowym.

## 11. NITROZWIĄZKI

11.1. Nomenklatura i systematyka. Synteza i własności chemiczne nitrozwiązków. Kwasowość nitrozwiązków alifatycznych.

## 12. AMINY

12.1. Nomenklatura i systematyka. Budowa przestrzenna grupy aminowej.

12.2. Synteza amin alifatycznych i aromatycznych. Zasadowość amin. Alkilowanie i acylowanie amin. Reakcje z kwasem azotawym. Diazowanie. Zastosowanie aromatycznych soli diazoniowych w syntezie organicznej.

## 13. ALDEHYDY I KETONY

13.1. Nomenklatura. Budowa grupy karbonylowej.

13.2. Synteza -metody przemysłowe i laboratoryjne . Addycja do grupy karbonylowej. Kondensacja z aminami i pochodnymi hydrazyny. Halogenowanie. Reakcja haloformowa. Reakcje utlenienia grupy aldehydowej. Mechanizm kondensacji aldolowej.

## 14. KWASY KARBOKSYLOWE

14.1. Nomenklatura. Budowa grupy karboksylowej.

14.2. Synteza metody przemysłowe i laboratoryjne oraz własności chemiczne. Kwasowość. Wpływ podstawników w łańcuchu i pierścieniu aromatycznym.

## 15. POCODNE KWASÓW KARBOKSYLOWYCH

15.1. Bezwodniki, amidy, estry, chlorki kwasowe, nityle. Nomenklatura. Własności chemiczne. Reakcje amonolizy. Kondensacja Cleisena.

Zajęcia projektowe:

## 1. ZAŁOŻENIA DYDAKTYCZNE ZAJĘĆ

Zajęcia projektowe mają na celu:

- ugruntowanie materiału wykładowego i - w miarę potrzeb - wyjaśnianie studentom trudniejszych zagadnień z materiału przerobionego na wykładzie.
- ułatwienie studentom - poprzez odpowiednio dobrane zadania - samodzielnego zrozumienia najważniejszych zagadnień i zależności a także samodzielnego rozwiązywania problemów i nabycia umiejętności zastosowania przyswojonej wiedzy.
- nauczanie studentów optymalnego planowania syntez chemicznych. - egzekwowanie systematyczności w zakresie przyswajania materiału i opanowywania przedmiotu.
- nauczanie studentów korzystania z baz danych - poszukiwanie właściwości fizykochemicznych i toksykologicznych związków chemicznych, metod otrzymywania i oczyszczania zsyntezowanych produktów, wyszukiwania metod analizy czystości oraz analizy strukturalnej ze szczególnym uwzględnieniem metod spektroskopowych
- nauczanie studentów krytycznej analizy danych literaturowych i korzystania z tekstów źródłowych
- przekazanie podstawowych zasad z zakresu optymalizacji syntezy oraz projektowania procesów technologicznych

W ramach zajęć studenci zostaną podzieleni na grupy, które będą miały za zadanie opracowanie uproszczonego projektu technologicznego. Projekt ten zakłada:

- 1) Przeprowadzenie analizy literaturowej pod kątem syntezy wybranych związków chemicznych istotnych z punktu widzenia gospodarki i przemysłu
- 2) Wybór optymalnej ścieżki syntezy
- 3) Sporządzenie kosztorysu, schematu ideowego oraz diagramu Sankey'a dla wybranego procesu opisanego w literaturze
- 4) Uproszczona analiza SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) procesu z pkt. 3 - wskazanie jego mocnych i słabych stron np. operacji jednostkowych generujących najwyższe koszty lub obciążonych dużym ryzykiem przy powiększaniu skali itp.
- 5) Zaproponowanie rozwiązań technologicznych pozwalających poprawić opłacalność i efektywność wspomnianego powyżej procesu technologicznego
- 6) Sporządzenie kosztorysu, schematu ideowego oraz diagramu Sankey'a dla zmodernizowanej metody wytwarzania pożądanego związku
- 7) Zaproponowanie metod analitycznych do kontroli postępu reakcji oraz ustalenia struktury i czystości gotowego produktu

## 2. PROGRAM ZAJĘĆ

- Rozwiązywanie ze studentami problemów z zakresu przerobionego na wykładach materiału.
  - 3 kartkówki z zakresu materiału bieżącego.
- 3 KOŁOKWIA dwugodzinne obejmujące większe partie materiału przerobionego na wykładach i ćwiczeniach.
- 1 Projekt-obrona projektu w formie seminarium

## 3. PRZEBIEG ZAJĘĆ

Do każdego ćwiczenia studenci obowiązani są przygotować określone partie materiału w oparciu o wykład i polecane podręczniki ( wejściówki 10 min, poza kolokwiami i zajęciami z kartkówkami).

Egzekwowanie i pogłębianie wiadomości odbywa się podczas rozwiązywania przez studentów (w formie indywidualnej odpowiedzi przy tablicy) zadań problemowych przygotowanych przez prowadzącego zajęcia. Sprawdzany jest również stopień opanowania przez studentów zagadnień podanych w zadaniach treningowych. Odpowiedzi są oceniane (punkty dodatkowe). Trudniejsze partie materiału są omawiane dodatkowo przez prowadzącego ćwiczenia. Studenci mogą uzyskiwać również odpowiedzi na zgłaszane wątpliwości dotyczące materiału wykładowego.

W trakcie semestru odbywają się 3 kartkówki sprawdzające stopień opanowania materiału bieżącego oraz 3 dwugodzinne kolokwia obejmujące większe partie materiału.

#### 4. ZALICZANIE ZADAŃ PROJEKTOWYCH

Przy ocenianiu postępów w odrabianiu zajęć projektowych stosowany jest system punktowy. Szczegółowe zasady punktacji jak i kryteria oceny końcowej z ćwiczeń podawane są do wiadomości studentów na początku semestru w REGULAMINIE PRZEDMIOTU.

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

## Techniki menadżerskie dla inżynierów-chemików

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Marek Marcinek</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>
rodzaj zajęć:	<b>Warsztaty terenowe (30 h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

Warsztaty mają na celu przedstawienie podstawowych technik z zakresu zarządzania i organizacji w jakie powinien być wyposażony absolwent Wydziału Chemicznego PW, ułatwiających mu znalezienie oraz funkcjonowanie na współczesnym rynku pracy.

### Bibliografia:

Materiały i opracowania własne oraz Partnerów.

Jerzy Antoszkiewicz, Zbigniew Pawlak „Techniki menadżerskie: skuteczne zarządzanie firmą”; Poltext, 2010

### Efekty kształcenia:

- Znajomość procedur rekrutacji na stanowiska związane z pionem technicznym i produkcyjnym w firmach w tym wiedza z zakresu wyznaczania celów zawodowych, planowania czasu, podejmowania decyzji, logistyki, zarządzania projektami.
- Wiedza z zakresu organizowania przedsiębiorstwa w warunkach gospodarki rynkowej oraz wiedza z zakresu zarządzania.
- Umiejętność wyznaczania własnych celów zawodowych i sposobów ich realizacji (planowanie czasu, techniki zarządzania stresem, techniki negocjacyjne, komunikacyjne, prezentacji)
- Umiejętność wykorzystywania w praktyce umiejętności funkcjonowania w przedsiębiorstwie produkcyjnym (własnym lub w ramach pracy najemnej)
- Potrafi wykorzystać swój potencjał zawodowy na trudnym współczesnym rynku pracy.

### Kryteria oceny:

Zaliczenie przedmiotu to egzamin pisemny bądź udział w rozwiązywaniu studium przypadku lub próbnym procesie rekrutacyjnym

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Podczas zajęć o charakterze warsztatowym Studenci nabywają niezbędnej wiedzy praktycznej związanej z charakterem ich przyszłej pracy w realnych przedsiębiorstwach podczas zajęć z Zawodowymi Menadżerami czołowych Firm chemicznych i konsultingowych. Zajęcia obejmują tematykę sposobów rekrutacji (DOW Polska) i radzenia sobie na rozmowach kwalifikacyjnych (Merck), poprzez znajomość technik (w tym miękkich) niezbędnych w pracy na stanowiskach inżyniersko-menedżerskich (Merck, BASF, PwC). Ze strony PW treści obejmują zagadnienia związane z zarządzaniem: w tym zarządzaniem wiedzą (Wydział Chemiczny) i IP (Wydział Inżynierii Produkcji). W toku przeprowadzonych zajęć studenci mają okazję zmierzyć się z wyzwaniami, jakie spotkają ich podczas rozmów kwalifikacyjnych o pracę w przemyśle. Dzięki

zaangażowaniu w wykłady menedżerów działu HR możliwe było nawet przeprowadzenie testowych rozmów kwalifikacyjnych.

**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 (prycinanie, rozjaśnianie), sadzanie multimediów/obiektów w prezentacji, animacje tekstu, grafiki, sterowanie prezentacją, animacja slajdów.

### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):



## Technologie ochrony przed korozją

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Michał Piszcz</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>zaliczenie</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>

### Cele przedmiotu:

- Termodynamika i typy procesów korozji
- Metody badań korozyjnych, badania laboratoryjne i środowiskowe
- Określanie rodzaju procesu korozji na podstawie analizy warunków materiałowych, środowiskowych oraz charakteru zniszczeń korozyjnych,
- Charakterystyka metod zabezpieczeń antykorozyjnych i przedstawienie zasad ich doboru dla różnych rodzajów korozji elektrochemicznej.

### Bibliografia:

J. Baszkiewicz, M Kamiński, „Korozja Materiałów” OWPW Warszawa 2006 rozdziały: 3,11

### Efekty kształcenia:

- Ma poszerzoną wiedzę o aspektach korozji i metodach ochrony materiałów metalicznych przed korozją
- Potrafi określić rodzaj (przyczyny) zjawiska korozyjnego na podstawie analizy układu korozyjnego
- Potrafi dobrać metodę ochrony przed korozją, właściwą dla danego układu korozyjnego
- rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania się, potrafi realizować proces samokształcenia

### Kryteria oceny:

Zaliczenie pisemne

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Wykład prezentuje zagadnienia związane z różnymi typami korozji w tym mechanizmami i kinetyką procesów korozji elektrochemicznej. Do pełnego zrozumienia tematu omawiane są warunki inicjacji i rozwoju różnych rodzajów korozji lokalnej, charakter zniszczeń, wpływ czynników materiałowych i środowiskowych oraz metody badań korozji. Następnie prezentowane są zagadnienia związane z klasyfikacją i strategiom doboru metod ochrony przed korozją, zasadami doboru materiałów konstrukcyjnych, ochronie elektrochemicznej. Następnie omawiane są rodzaje i sposoby realizacji ochrony przed korozją jak: modyfikacja środowiska korozyjnego; zasady obniżania agresywności korozyjnej; zasady działania i doboru inhibitorów korozji, - mechanizmy działania i zasady doboru powłok ochronnych organicznych i nieorganicznych, - skuteczność omawianych zabezpieczeń dla różnych form korozji, aspekty ekonomiczne.

### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):

## Technologie przemysłu nieorganicznego i ceramicznego

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Paulina Wiecińska, prof. uczelni</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:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat 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.
- posiadać umiejętność analizy układów reagujących obejmujących podstawowe zjawiska występujące w toku reakcji zachodzących w układach jednorodnych i niejednorodnych, egzotermicznych, wysokotemperaturowych, wysokociśnieniowych i katalitycznych.
- posiadać wiedzę dotyczącą produkcji związków azotowych, przetwarzania surowców siarkowych i fosforowych, otrzymywania sody, wytwarzanie materiałów wiążących oraz zastosowania procesów elektrochemicznych i elektroplazmowych.
- posiadać wiedzę dotyczącą stanu polskiego przemysłu chemicznego.
- mieć ogólną wiedzę o zasadach organizacji procesów technologicznych, umiejętność wyznaczaniu podstawowych zależności wynikających z bilansu masy i entalpii w wybranych układach technologicznych.

### Bibliografia:

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

10. R. Pampuch, K. Haberko, M. Kordek, Nauka o procesach ceramicznych, PWN, Warszawa 1992

**Efekty kształcenia:**

- Zna ogólne podstawy chemiczne i fizykochemiczne procesów technologicznych stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych
- Zna aktualne kierunki rozwoju technologii chemicznej i przemysłu chemicznego
- Rozumie podstawowe operacje jednostkowe i procesy technologiczne oraz zasady działania podstawowych urządzeń i instalacji stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych
- Potrafi wykorzystać zdobyte w środowisku zajmującym się zawodowo działalnością inżynierską doświadczenie związane z realizacją procesów technologicznych oraz utrzymaniem urządzeń i linii technologicznych typowych dla przemysłu chemicznego
- Potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – typowy dla technologii chemicznej proces technologiczny oraz instalację do jego realizacji, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów
- Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich w zakresie technologii chemicznej poprzez właściwy dobór źródeł informacji oraz ocenę i krytyczną analizę pozyskanych informacji z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł
- Potrafi pracować w zespole, organizować pracę zespołową oraz zarządzać swoim czasem
- Potrafi pracować samodzielnie i studiując wybrane zagadnienie oraz ma świadomość poziomu swojej wiedzy i umiejętności

**Kryteria oceny:**

wykład - egzamin teoretyczny

zajęcia projektowe - zaliczenie projektu.

Ocena końcowa przedmiotu wyznaczana jako średnia z części projektowej i teoretycznej egzaminu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład:

Plan przedmiotu:

1. Podstawowe wiadomości o technologii chemicznej Wymiar 2h

1.1. Cel i zakres przedmiotu. Zadania chemika technologa: opracowywanie i projektowanie nowych metod technologicznych, kierowanie wdrażaniem procesów i produkcją.

1.2. Ważniejsze pojęcia i definicje.

Proces technologiczny, układ (ciąg) technologiczny, proces okresowy i ciągły,

Wielkości służące do opisu warunków, postępu i wyników procesu; stopień przemiany i szybkość reakcji, wydajność surowcowa i energetyczna.

1.3. Zasady technologiczne; technologiczna koncepcja procesu; analiza i synteza układu technologicznego

2. Charakterystyka układów reagujących Wymiar 2h
- 2.1. Układ w stanie równowagi, w stanie reakcji i w stanie zamrożenia
- 2.2. Podstawy termodynamicznej charakterystyki układów reagujących.
- 2.3. Podstawy kinetycznej charakterystyki układów reagujących.
3. Podstawy organizacji procesów przemysłu chemicznego Wymiar 2h
- 3.1. Podstawowe modele reaktorów.
- 3.2. Reaktor w układzie technologicznym.
- 3.3. Organizacja procesu w reaktorach i aparatach dwustrumieniowych
- 3.4. Problemy powiększania skali od laboratorium do produkcji przemysłowej.
4. Procesy chemiczne w układach niejednorodnych Wymiar 1h
- 4.1. Granica faz, powierzchnia właściwa, szybkość reakcji w układach niejednorodnych.
- 4.2. Wpływ procesów przenoszenia, model warstwy przygranicznej.
5. Główne źródła i gospodarka energią Wymiar 2h
- 5.1. Problemy energetyczne w rozwoju gospodarki. Główne źródła energii pierwotnej w świecie i w Polsce.
- 5.2. Energetyka jądrowa. Odnawialne źródła energii.
- 5.3. Wytwarzanie ciepła przez spalanie paliwa.
- 5.4. Paleniska do spalania paliw stałych, ciekłych i gazowych
- 5.5. Wpływ różnych metod wytwarzania energii na stan środowiska. Techniki oczyszczania gazów spalinowych.
6. Energia w procesach technologicznych Wymiar 1h
- 6.1. Udział energii w procesach chemicznych.
- 6.2. Ciepło przemian chemicznych.
- 6.3. Wykorzystywanie entalpii reakcji.
7. Technologia siarki i kwasu siarkowego Wymiar 2h
- 7.1. Surowce siarkonośne w Polsce i w świecie, ich wydobycie i sposoby przetwarzania.  
Pozyskiwanie siarki z gazu ziemnego, ropy naftowej i węgla.
- 7.2. Utlenianie siarki do SO<sub>2</sub>. Wykorzystanie ciepła reakcji.
- 7.3. Utlenianie SO<sub>2</sub> do SO<sub>3</sub> jako przykład prowadzenia reakcji odwracalnej egzotermicznej.
- 7.4. Absorpcja SO<sub>3</sub>.

7.5. Problemy ekologiczne związane z wydobywaniem siarki i produkcją kwasu siarkowego.

8. Technologia wybranych związków azotowych Wymiar 4h

8.1. Metody historyczne i współczesne wytwarzania związków azotowych.

Surowce do syntezy amoniaku, przetwarzanie gazu ziemnego na gaz syntezowy.

8.2. Synteza amoniaku.

8.3. Utlenianie amoniaku do tlenków azotu.

8.4. Absorpcja tlenków azotu.

8.5. Gospodarka ciepłem i energią w instalacji kwasu azotowego.

9. Wytwarzanie kwasu fosforowego metodą roztworową Wymiar 2h

9.1. Główne surowce do otrzymywania związków fosforu i metody ich przetwarzania.

9.2. Mechanizm procesów zachodzących przy roztwarzaniu fosforytu w kwasie siarkowym.

9.3. Produkty uboczne i ich wpływ na środowisko. Utylizacja fosfogipsu.

Wytwarzanie związków fluoru i uranu przy roztwarzaniu fluoroapatytów i fosforytów.

10. Wytwarzanie sody metodą amoniakalną Wymiar 2h

10.1. Zasoby i wydobycie soli kamiennej oraz jej zastosowanie w przemyśle chemicznym.

10.2. Podstawy technologii wytwarzania sody kalcynowanej metodą Solvaya.

10.3. Odpady produkcyjne z procesu wytwarzania sody i ich wpływ na środowisko.

11. Technologie przemysłu budowlanego Wymiar 3h

11.1. Główne surowce stosowane w przemyśle budowlanym

11.2. Technologie wytwarzania materiałów budowlanych; cegły, dachówki, klinkier

11.3. Ceramika sanitarna

11.4. Płytki ceramiczne

12. Technologia materiałów wiążących i ogniotrwałych - Wymiar 2h

12.1. Wytwarzanie cementu, wapna i gipsu

12.2. Dodatki modyfikujące właściwości materiałów wiążących

12.3. Materiały ogniotrwałe wysokoglinowe

12.4. Materiały izolacyjne

13. Technologia - Wymiar 2h

13.1. Surowce szklotwórcze, właściwości szkieł

13.2. Aktualne trendy w technologii i przetwórstwie szkła

14. Ceramika narzędziowa i funkcjonalna - Wymiar 3h

14.1. Wytwarzanie i właściwości cermetali

14.2. Materiały supertwarde: węgliki, azotki, borki

14.3. Wytwarzanie ceramiki do celów oświetleniowych

14.3. Materiały dla przemysłu elektronicznego (warystory, półprzewodniki, nadprzewodniki)

Zajęcia projektowe:

### 1. ZAŁOŻENIA DYDAKTYCZNE ZAJĘĆ

Zajęcia projektowe mają na celu:

- ugruntowanie materiału prezentowanego na wykładzie,
- ułatwienie studentom - poprzez odpowiednio dobrane zadania - samodzielnego zrozumienia najważniejszych zagadnień i zależności, a także samodzielnego rozwiązywania problemów i nabycia umiejętności zastosowania przyswojonej wiedzy.
- nauczanie studentów korzystania z baz danych - poszukiwanie właściwości fizykochemicznych i metod otrzymywania produktów,
- nauczanie studentów krytycznej analizy danych literaturowych i korzystania z tekstów źródłowych,
- zapoznanie studentów z metodami wyznaczania 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,
- zapoznanie studentów z zasadami układania równań bilansowych; obliczaniem stopni przemiany i wydajności surowcowej procesu, bilansem strumieni masy prostego procesu ciągłego w warunkach stacjonarnych i właściwościami układu z obiegiem zamkniętym strumienia masy.
- nauczanie studentów bilansowania strumieni entalpii, układania równań operacyjnych procesu w układzie stopień przemiany – temperatura.

W ramach zajęć studenci zostaną podzieleni na grupy, które będą miały za zadanie opracowanie uproszczonego projektu technologicznego. Projekt ten zakłada:

- 1) Przeprowadzenie analizy literaturowej pod kątem syntezy wybranych związków chemicznych istotnych z punktu widzenia gospodarki i przemysłu
- 2) Wybór optymalnej metody otrzymywania wybranego związku.
- 3) Sporządzenie kosztorysu, schematu ideowego oraz diagramu Sankey'a dla wybranego procesu opisanego w literaturze
- 4) Uproszczona analiza SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) procesu z pkt. 3 - wskazanie jego mocnych i słabych stron np. operacji jednostkowych generujących najwyższe koszty lub obciążonych dużym ryzykiem przy powiększaniu skali itp.

- 5) Zaproponowanie rozwiązań technologicznych pozwalających poprawić opłacalność i efektywność wspomnianego powyżej procesu technologicznego
- 6) Sporządzenie kosztorysu, schematu ideowego oraz diagramu Sankey'a dla zmodernizowanej metody wytwarzania pożądanego związku

## 2. PROGRAM ZAJĘĆ

- Rozwiązywanie zadań, które wprowadzą studentów w zagadnienia wykorzystywane przy wykonywanym projekcie.
  - 3 kartkówki z zakresu materiału bieżącego.
- 1 kolokwium dwugodzinne obejmujące cały materiał przerobiony na ćwiczeniach.
- 1 projekt-obrona projektu w formie seminarium

## 3. PRZEBIEG ZAJĘĆ

- Do każdego ćwiczenia studenci obowiązani są przygotować określone partie materiału w oparciu o wykład i polecane podręczniki.
- Egzekwowanie i pogłębianie wiadomości odbywa się podczas rozwiązywania przez studentów (w formie indywidualnej odpowiedzi przy tablicy) zadań problemowych przygotowanych przez prowadzącego zajęcia. Sprawdzany jest również stopień opanowania przez studentów zagadnień podanych w zadaniach treningowych. Odpowiedzi są oceniane (ocena za aktywność). Trudniejsze partie materiału będą omawiane dodatkowo przez prowadzącego ćwiczenia.
- W trakcie semestru odbywają się 3 kartkówki sprawdzające stopień opanowania materiału bieżącego oraz 2 dwugodzinne kolokwium obejmujące cały materiał z ćwiczeń.

## 4. ZALICZANIE ZADAŃ PROJEKTOWYCH

Ocenie podlega zaangażowanie i sposób wykonania projektu.

Szczegółowe zasady i kryteria uzyskania oceny końcowej z ćwiczeń podawane będą do wiadomości studentów na początku semestru w regulaminie przedmiotu.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Technologie przemysłu organicznego z elementami biotechnologii

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. inż. Marek Gliński, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)+ projekt (45h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi technologiami przemysłu organicznego, zapoznanie ich ze źródłami surowców: ropą naftową, gazem ziemnym i węglem kamiennym, przedstawienie właściwości fizycznych i chemicznych surowców i uzyskanych produktów.

Zapoznanie studentów z wybranymi technologiami syntezy polimerów z uwzględnieniem procesów polimeryzacji, polikondensacji i poliaddycji stopniowej. Uwzględnione zostaną procesy prowadzone w masie, roztworze, zawiesinach, fazie stałej oraz na granicy faz. Zapoznanie studentów z wiedzą na temat mikrobiologii przemysłowej i wykorzystaniem różnych mikroorganizmów w biotechnologii. Omówienie badań rozwojowych z zastosowaniem mikroorganizmów, w tym organizmów modyfikowanych genetycznie.

### Bibliografia:

1. E. Grzywa, J. Molenda, "Technologie podstawowych syntez chemicznych" WNT, Warszawa 1990.
2. J. Pielichowski, A. Puszyński „Technologia Tworzyw Sztucznych” WNT
3. W. Szlezyngier „Tworzywa Sztuczne” WO FOSZE
4. Z. Florjańczyk , S. Penczek „Chemia Polimerów” OW PW
5. J. Fiedurek, W. Bednarski, M. Adamczak, "Podstawy biotechnologii przemysłowej" Wyd. UWM.
6. B. Kristiansen, C. Ratledge, "Podstawy biologii" PWN.
7. M. Błaszczak, "Mikrobiologia środowisk" PWN.

### Efekty kształcenia:

- Ma podstawową wiedzę na temat surowców przemysłu chemicznego, roli katalizy w technologii i podstawowych technologii chemicznych organicznych.
- Ma podstawową wiedzę na temat sposobów prowadzenia przemysłowych procesów polimeryzacji, polikondensacji oraz poliaddycji stopniowej.
- Ma podstawową wiedzę na temat mikrobiologii i biotechnologii przemysłowej oraz zastosowania mikroorganizmów, w tym modyfikowanych genetycznie do produkcji substancji wykorzystywanych w różnych gałęziach przemysłu.



- Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i je interpretować

**Kryteria oceny:**

Suma ocen cząstkowych z 3 kolokwii w trakcie semestru.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Pozyskiwanie produktów chemicznych z ropy naftowej, węgla i gazu ziemnego.

Procesy przetwarzania produktów płytkiego przerobu naftowej: kraking katalityczny, hydrokraking, oligomeryzacja olefin, izomeryzacja alkanów, reforming, piroliza, zgazowanie.

Usuwanie siarki. Procesy hydroodsiarczania i Clausa.

Procesy przerobu węgla.

Procesy przerobu gazu ziemnego. Reforming parowy, synteza metanolu, procesy Mobil i Fischera-Tropscha.

Otrzymywanie aldehydu octowego, kwasu octowego, tlenku etylenu, etylobenzenu, kumenu i fenolu.

Proces oxo.

Polimeryzacja blokowa - procesy polimeryzacji wolnorodnikowej (w fazie ciekłej, w fazie gazowej, p. blokowo-strąceniowa); polimeryzacja jonowa monomerów cyklicznych, procesy polikondensacji i poliaddycji.

Polimeryzacja i polikondensacja w roztworze.

Polimeryzacje w zawiesinie - procesy polimeryzacji wolnorodnikowej (suspensyjna, emulsyjna), procesy polimeryzacji koordynacyjnej (poliolefiny).

Procesy modyfikacji polimerów i procesy syntezy polimerów w przetwórstwie.

Polikondensacja na granicy faz.

Biosynteza polimerów i polimery biodegradowalne.

Mikroorganizmy w służbie biotechnologii.

Wykorzystanie procesów biologicznych na salę przemysłową.

Produkcja związków istotnych przemysłowo przez bakterie, grzyby strzępkowe i drożdże.

Realizacja procesów i operacji biotechnologicznych, optymalizacja i dobór warunków technicznych i technologicznych decydujących o jakości gotowych produktów.

Biotechnologiczna produkcja leków, kosmetyków, dodatków do żywności z użyciem mikroorganizmów.

Bioprodukcja kwasu mlekowego i innych związków organicznych z użyciem bakterii fermentacji mlekowej.

Procesy fermentacyjne z użyciem mikroorganizmów.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Termodynamika i kinetyka chemiczna

Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr hab. Tadeusz Hofman, prof. uczelni</b>
Język wykładowy:	<b>polski</b>
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>
rodzaj zajęć:	<b>Wykłady (30h)+ ćwiczenia (30h)</b>
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>

### Cele przedmiotu:

Przedmiot ma charakter podstawowy i jego celem jest zaznajomienie studentów z podstawami teoretycznymi oraz praktycznymi zastosowaniami termodynamiki i kinetyki 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. Kiswa, Elektrochemia I. Jonika, , WNT, Warszawa 2000
6. A. Molski, Wprowadzenie do kinetyki chemicznej, WNT, Warszawa, 2001
5. T. Hofman, Materiały pomocnicze, <http://hof.ch.pw.edu.pl/tkchem.htm>

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu przedmiotu student powinien:

1. Znać podstawy teoretyczne termodynamiki fenomenologicznej i kinetyki chemicznej.
2. Umieć wyjaśnić przyczyny zachodzących zjawisk makroskopowych i rozumieć związki zachodzące 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.
5. Umieć planować działanie zmierzające do rozwiązania postawionego problemu z zakresu termodynamiki stosowanej i kinetyki.

### 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 % - nzaI

(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 zależeć 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, kinetyka chemiczna (2)).

4. Każde kolokwium można pisać dwa razy

Pełny regulamin zaliczania znajduje się na stronie internetowej <http://hof.ch.pw.edu.pl/tkchem.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 ze szczególnym naciskiem położonym na równowagi fazowe i zrozumienie informacji zawartej w diagramach fazowych. Poruszane będą następujące grupy zagadnień: równania stanu, opis roztworów rzeczywistych, równowagi fazowe (ciecz-para, ciecz-ciecz i ciecz-ciało stałe) dla substancji czystych i mieszanin, równowagi w układach z reakcją chemiczną. Trzecia część będzie poświęcona kinetyce reakcji chemicznych – omówione zostaną podstawowe typy reakcji chemicznych i sposoby ilościowego opisu zachodzących procesów chemicznych.

Wiadomości uzyskane na wykładach stanowią podstawę do rozwiązywania konkretnych praktycznych zagadnień, szczególnie ważnych w technologii chemicznej. Obejmują one: obliczenia termochemiczne, bilanse entalpowe, zmiany funkcji i parametrów termodynamicznych dla przemian czystych substancji, obliczanie równowag fazowych, konstruowanie i odczytywanie diagramów fazowych, wyznaczenie składu równowagowego w układach z reakcjami chemicznymi oraz warunków prowadzenia reakcji, obliczenia zmian ilości reagentów w funkcji czasu podczas biegu reakcji chemicznej.

Program wykładów z termodynamiki technicznej i chemicznej

1. I zasada termodynamiki i jej konsekwencje (2 h).
- 1.1. Podstawy termochemii
2. II zasada termodynamiki i jej konsekwencje (4 h)
3. Termodynamiczny opis mieszanin ciekłych (3 h)
4. Równowagi fazowe (9 h)
- 4.1. Reguła faz

- 4.2. Równowagi dla czystych substancji
- 4.3. Równowagi w mieszaninach
- 4.4. Równowaga ciecż-para i proces destylacji
- 4.5. Równowaga ciecż-ciecż i proces ekstrakcji
- 4.6. Równowaga ciecż-ciało stałe i proces krystalizacji
- 4.7. Równowaga adsorpcji
- 4.8. Równowaga osmotyczna
5. Właściwości cieczy i gazów (4 h)
  - 5.1. Oddziaływania międzycząsteczkowe
  - 5.2. Równania stanu
  - 5.3. Właściwości stanu ciekłego
6. Termodynamika układów reagujących (4 h)
  - 6.1. Reakcje pomiędzy gazami
  - 6.2. Reakcje w układach heterofazowych
  - 6.3. Reakcje jonowe w roztworach.
  - 6.4. Reakcje chemiczne z pracą elektryczną
  - 6.5. Układy z wieloma reakcjami chemicznymi
7. Podstawy kinetyki chemicznej (4 h)
  - 7.1. Podstawy teoretyczne i modele
  - 7.2. Równania kinetyczne i sposoby ich rozwiązywania

Program ćwiczeń audytoryjnych z termodynamiki technicznej i chemicznej (główna numeracja dotyczy zajęć dwugodzinnych)

1. Obliczenia termochemiczne (1).
  - 1.1. Tablice termochemiczne
  - 1.2. Standardowa entalpia i energia wewnętrzna w dowolnej temperaturze z wykorzystaniem standardowych entalpii tworzenia.
2. Obliczenia termochemiczne (2).
  - 2.1. Przybliżone obliczanie efektów cieplnych – metoda średniej termochemicznej energii wiązań.
  - 2.2. Obliczanie efektów cieplnych rzeczywistych procesów chemicznych.
  - 2.3. Przemiany adiabatyczne – obliczanie końcowej temperatury procesu.
3. Obliczenia termochemiczne (3).
  - 3.1. Obliczenia termochemiczne reaktorów.
4. Równowagi fazowe substancji czystej.

- 4.1. Równowaga ciecz-para i zależność entalpii parowania od temperatury.
- 4.2. Równowaga ciecz - ciało-stałe i ciało stałe-ciało stałe.
- 4.3. Równowaga ciało stałe – para.
5. Równowagi fazowe w mieszaninach (1).
  - 5.1. Obliczanie: składu współistniejących faz oraz prężności pary nasyconej/ temperatury wrzenia w doskonałych układach dwuskładnikowych.
  - 5.2. Obliczanie: rozpuszczalności substancji stałych w ciekłych rozpuszczalnikach/ temperatury rozpuszczalności w doskonałych układach dwuskładnikowych.
6. Równowagi fazowe w mieszaninach (2).
  - 6.1. Szacowanie parametrów równowag fazowych dla układów niedoskonałych na podstawie modelu Scatcharda-Hildebranda.
7. Konstrukcja i interpretacja diagramów fazowych.

#### Kolokwium 1

8. Obliczenia zmian funkcji termodynamicznych, pracy i efektu cieplnego dla przemian gazów (1).
9. Obliczenia zmian funkcji termodynamicznych, pracy i efektu cieplnego dla przemian gazów (2).
10. Obliczenia zmian funkcji termodynamicznych, pracy i efektu cieplnego dla przemian faz skondensowanych.
11. Równowagi chemiczne pomiędzy reagentami gazowymi (1)
  - 11.1. Obliczanie składu równowagowego dla reakcji z udziałem reagentów gazowych, w warunkach ( $p, T = \text{const}$ ), ( $V, T = \text{const}$ ) i ( $V = \text{const}, Q = 0$ ).
  - 11.2. Określanie kierunku zachodzenia reakcji.
12. Równowagi chemiczne pomiędzy reagentami gazowymi (2)
13. Równowagi fazowe w reakcjach heterofazowych
  - 13.1. Obliczanie składu równowagowego dla reakcji z udziałem czystych faz skondensowanych i jednego reagenta gazowego, w warunkach ( $p, T = \text{const}$ ) i ( $V, T = \text{const}$ ).
14. Równowagi chemiczne z reakcjami jonowymi i ogniwa elektrochemiczne
15. Praktyczne problemy kinetyki chemicznej

#### Kolokwium 2

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

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

