

Program studiów

# Inżynieria chemiczna i procesowa pierwszego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	<b>Inżynieria chemiczna i procesowa</b>
Poziom studiów	<b>pierwszego stopnia</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>

Nazwa dyscypliny wiodącej, w ramach której uzyskiwana jest ponad połowa efektów uczenia się wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny wiodącej	Udział
<b>inżynieria chemiczna</b>	<b>74 %</b>

Nazwy pozostałych dyscyplin wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla pozostałych dyscyplin w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny	Udział
<b>nauki chemiczne</b>	<b>16 %</b>
<b>inżynieria mechaniczna</b>	<b>10 %</b>

Liczba semestrów	studia stacjonarne: <b>7</b>
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>210</b>
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: <b>2567</b>
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	inżynier

Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia

Absolwent studiów posiada ogólną wiedzę z zakresu nauk matematyczno-przyrodniczych i technicznych. Rozumie i potrafi wykorzystać do rozwiązywania problemów technicznych podstawowe zasady i prawa fizyczne leżące u podstaw inżynierii chemicznej i procesowej, w tym: zasady bilansowania masy, energii i pędu, prawa równowag (chemicznych i fazowych), prawa kinetyki procesowej. Rozumie przebieg procesów w stanie stacjonarnym i niestacjonarnym oraz podstawy kontroli i bezpiecznego prowadzenia procesów, potrafi planować i prowadzić badania, korzystać z przyrządów pomiarowych oraz interpretować uzyskane wyniki.

Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej, w szczególności: zasady projektowania procesów i aparatów, techniki obliczeniowe i symulacyjne, typowe komercyjne programy wspomagające projektowanie. Absolwent potrafi opracować własne proste programy obliczeniowe, umie korzystać z literatury fachowej i baz danych, umie przygotowywać kalkulację kosztów procesowych.

Absolwent jest przygotowany do podjęcia pracy zawodowej w przemyśle chemicznym i branżach pokrewnych – na stanowiskach związanych z prowadzeniem i organizacją procesów produkcyjnych oraz biurach projektowych i firmach konsultingowych. Absolwent posiada znajomość języka obcego na poziomie biegłości B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy. Absolwent ma wpojone nawyki ustawicznego kształcenia oraz jest przygotowany do podjęcia studiów drugiego stopnia lub odpowiednich studiów podyplomowych.

## 2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Ma wiedzę z matematyki pozwalającą na wykorzystanie metod matematycznych do opisu procesów i zjawisk chemicznych i fizycznych	P6S_WG
K_W02	Ma wiedzę z fizyki pozwalającą na zrozumienie zjawisk fizycznych w przyrodzie i technice	P6S_WG
K_W03	Ma wiedzę konieczną do zrozumienia podstaw fizycznych i chemicznych podstawowych operacji i procesów inżynierii chemicznej	P6S_WG
K_W04	Ma wiedzę z maszynoznawstwa i aparatury chemicznej umożliwiającą zrozumienie i projektowanie operacji i procesów inżynierii chemicznej	P6S_WG
K_W05	Ma wiedzę z zakresu podstaw bilansowania i transportu pędu, ciepła i masy, wymaganą do zrozumienia, nadzorowania i projektowania operacji jednostkowych w inżynierii chemicznej	P6S_WG
K_W06	Ma wiedzę z chemii ogólnej, nieorganicznej, analitycznej, organicznej i fizycznej oraz termodynamiki przydatną do opisu przemian chemicznych	P6S_WG
K_W07	Posiada ogólną orientację w aktualnych kierunkach rozwoju inżynierii chemicznej, a także chemii, technologii chemicznej i przemysłu chemicznego	P6S_WG
K_W08	Posiada elementarną wiedzę w zakresie spektrum dyscyplin inżynierskich powiązanych z inżynierią chemiczną i procesową	P6S_WG
K_W09	Ma podstawową wiedzę w zakresie metrologii i aparatury kontrolno-pomiarowej	P6S_WG
K_W10	Posiada elementarną wiedzę niezbędną do zrozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej	P6S_WK
K_W11	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej	P6S_WK
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku obcym, wyciągać odpowiednie wnioski i formułować własne opinie	P6S_UW
K_U02	Potrafi posługiwać się programami komputerowymi wspomagającymi realizację zadań typowych dla inżynierii chemicznej i procesowej	P6S_UW
K_U03	Potrafi planować i prowadzić badania eksperymentalne i analizy, a także symulacje komputerowe korzystając z odpowiednich narzędzi i technik oraz interpretować zebrane wyniki	P6S_UW
K_U04	Potrafi projektować podstawowe aparaty stosowane w przemyśle chemicznym i pokrewnych	P6S_UW
K_U05	Potrafi projektować i modelować przebieg podstawowych procesów i operacji jednostkowych stosowanych w przemyśle chemicznym i pokrewnych	P6S_UW
K_U06	Potrafi rozwiązywać zadania praktyczne z zakresu inżynierii chemicznej w oparciu o normy i standardy inżynierskie, a także wykorzystując doświadczenie zdobyte w przemyśle chemicznym i pokrewnych	P6S_UW
K_U07	Potrafi czytać i sporządzać dokumentację techniczną zgodnie z zasadami grafiki inżynierskiej	P6S_UW

K_U08	Rozumie i potrafi wyjaśnić podstawy fizyczne i chemiczne zjawisk zachodzących podczas procesów i operacji jednostkowych	P6S_UW
K_U09	Potrafi dokonywać analizy przydatności istniejących rozwiązań technicznych i sposobu ich funkcjonowania na potrzeby określonych procesów i operacji przemysłowych	P6S_UW
K_U10	Potrafi dobrać surowce i odpowiednie technologie oraz ocenić możliwość zagospodarowania odpadów w procesach technologicznych przemysłu chemicznego i pokrewnych	P6S_UW
K_U11	Potrafi ocenić zagrożenia związane ze stosowaniem produktów i procesów chemicznych. Ma świadomość i potrafi dostrzegać aspekty pozatechniczne, w tym aspekty etyczne i ekologiczne działalności inżynierskiej	P6S_UW
K_U12	Potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej przedsięwzięć z dziedziny inżynierii chemicznej i procesowej	P6S_UW
K_U13	Potrafi porozumieć się przy użyciu różnych technik w środowiskach zawodowych oraz w innych środowiskach, także w języku obcym	P6S_UK
K_U14	Ma przygotowanie do pracy w środowisku przemysłowym oraz zna zasady bezpieczeństwa związane z tą pracą	P6S_UK
K_U15	Potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P6S_UK
K_U16	Potrafi przedstawić rezultaty badań własnych i studiów literaturowych w formie samodzielnie przygotowanej prezentacji	P6S_UK
K_U17	Potrafi zaplanować i zorganizować pracę własną oraz pracę w zespole realizującym wspólne zadanie	P6S_UO
K_U18	Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną i potrafi podporządkować się zasadom pracy w zespole	P6S_UO
K_U19	Ma umiejętność samokształcenia się, podnoszenia kompetencji zawodowych i uzupełniania swojej wiedzy przez całe życie zawodowe	P6S_UU
K_K01	Potrafi krytycznie ocenić stan posiadanej wiedzy i jest gotowy do zasięgnięcia opinii ekspertów wobec trudności w samodzielnym rozwiązywaniu problemów	P6S_KK
K_K02	Ma świadomość i rozumie rolę inżyniera chemika we współczesnym społeczeństwie	P6S_KO
K_K03	Potrafi przekazać informacje o osiągnięciach inżynierii chemicznej i procesowej oraz różnych aspektach zawodu inżyniera w sposób powszechnie zrozumiały	P6S_KO
K_K04	Rozumie konieczność działania w sposób przedsiębiorczy	P6S_KO
K_K05	Potrafi odpowiedzialnie pełnić role zawodowe przestrzegając zasad etyki zawodowej i dbając o dorobek i tradycje zawodu	P6S_KR

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się z efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięciu kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych na stronie internetowej wydziału.

### 3. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe

#### 3.1 Przedmioty wspólne dla kierunku, niezależne od wyboru studentów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	CN	Bezpieczna praca w laboratorium chemicznym - ocena i zarządzanie ryzykiem	15	0	0	0	15	1	N	
1	CN	Chemia ogólna	30	30	15	0	75	6	T	
1	ZH	Etykieta akademicka	10	0	0	0	10	1	N	
1	CI	Fizyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	FM	Matematyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	CI	Mechanika techniczna	30	30	0	0	60	4	N	
1	CI	Pakiety oprogramowania użytkowego	0	0	30	0	30	2	N	
1	CM	Podstawy nauki o materiałach	15	15	0	0	30	2	N	
1	Z	Przedmiot wybierany 1.1	30	0	0	0	30	2	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne	0	30	0	0	30	0	N	
2	CN	Chemia nieorganiczna	30	15	15	0	60	6	T	
2	CI	Fizyka	15	15	15	0	45	4	T	
2	CI	Komputerowa grafika inżynierska	15	0	45	0	60	4	N	

		(CAD)								
2	FM	Matematyka	30	30	0	0	60	6	T	
2	EM	Metrologia i miernictwo przemysłowe	15	0	15	0	30	2	N	
2	CI	Podstawy maszynoznawstwa	30	0	0	15	45	3	N	
2	ZO	Przedmiot wybierany 2.1	30	0	0	0	30	2	N	
2	CB	Technologie informacyjne	15	0	30	0	45	3	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne	0	30	0	0	30	0	N	
3	CN	Chemia analityczna	15	0	30	0	45	3	N	
3	CF	Chemia fizyczna	30	30	15	0	75	6	T	
3	CD	Chemia organiczna	30	30	30	0	90	7	T	
3	CB	Informacja naukowo- techniczna	0	0	2	0	2	0	N	
3	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
3	FM	Matematyka	15	15	0	0	30	3	N	
3	CI	Mechanika płynów	30	30	0	0	60	5	T	
3	CB	Podstawy programowania	0	0	30	0	30	2	N	
3	CB	Statystyka i opracowanie wyników	15	0	15	0	30	2	N	
4	CF	Chemia fizyczna	30	30	30	0	90	7	T	
4	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
4	CI	Podstawy przenoszenia ciepła i masy	30	30	0	0	60	5	T	
4	CI	Podstawy technologii chemicznej	30	30	0	0	60	5	N	
4	CI	Procesy mechaniczne i aparatura procesowa, intensyfikacja procesów	30	15	0	0	45	4	N	
4	CI	Projektowanie parametryczne w	0	0	20	0	20	2	N	

		Autodesk Inventor								
4	CI	Termodynamika techniczna	30	30	0	0	60	5	T	
5	CF	Analiza instrumentalna	30	0	30	0	60	4	N	
5	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
5	CK	Materiały inżynierskie	30	0	30	0	60	4	T	
5	CI	Modelowanie przepływów metodami CFD	0	0	0	30	30	2	N	
5	CI	Procesy mechaniczne i aparatura procesowa, intensyfikacja procesów	15	15	15	15	60	4	T	
5	CI	Projektowanie aparatury do przenoszenia ciepła	15	0	15	15	45	3	N	
5	CM	Technologia chemiczna	30	0	45	0	75	4	N	
6	CS	Chemia i technologia polimerów	30	0	30	0	60	5	T	
6	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	3	T	
7	C	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	10	N	
7	CX	Praktyka zawodowa	0	0	0	0	0	4	N	
7	CI	Projekt technologiczny	15	0	0	30	45	4	N	
7	CI	Reaktory chemiczne	30	30	0	0	60	5	N	
7	CI	Seminarium dyplomowe	0	0	15	0	15	1	N	

Uwaga, niezaliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.2 Wykaz bloków tematycznych do wyboru

- Inżynieria produktu i procesów proekologicznych

- Przetwórstwo tworzyw polimerowych
- Technologie wodorowe










### 3.2.1. Blok tematyczny: Inżynieria produktu i procesów proekologicznych




#### Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
5	CI	Dyfuzyjne procesy rozdziału (IP)	30	15	0	15	60	5	T	
5	CI	Inżynieria produktu	15	0	15	0	30	2	N	
6	CI	Dyfuzyjne procesy rozdziału (IP)	15	15	15	15	60	5	T	
6	CI	Inżynieria materiałów sypkich	15	15	0	0	30	2	N	
6	BT	Inżynieria procesów oczyszczania ścieków	15	0	15	15	45	4	N	
6	CI	Inżynieria zrównoważonych procesów przemysłowych	15	0	0	15	30	2	N	
6	CI	Komputerowe wspomaganie projektowania 3D	0	0	0	30	30	2	N	
6	CI	Wybrane operacje jednostkowe	30	15	15	15	75	7	T	
7	CN	Inżynieria środowiska	30	0	0	0	30	2	N	
7	CI	Odnawialne źródła energii i technologie energooszczędne	30	0	0	15	45	4	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	Z	Komunikacja i współpraca	30	0	0	0	30	2	N	

		w zespole								
1	Z	Kreowanie marki osobistej	30	0	0	0	30	2	N	
2	ZO	Podstawy działalności gospodarczej	30	0	0	0	30	2	N	
2	Z	Podstawy zarządzania zasobami ludzkimi	30	0	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	

5	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	3	T	

### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	117 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	106 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	63 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	4 ECTS

Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	120 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.




### 3.2.2. Blok tematyczny: Przetwórstwo tworzyw polimerowych









#### Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
5	CI	Dyfuzyjne procesy rozdziału (PT)	30	15	0	0	45	4	T	
5	CK	Elementy reologii w przetwórstwie tworzyw polimerowych	15	0	30	0	45	3	N	
6	CI	Dyfuzyjne procesy rozdziału (PT)	15	15	15	15	60	5	T	
6	CS	Nowoczesne metody modyfikacji tworzyw polimerowych	15	0	20	0	35	3	N	
6	CM	Ocena właściwości użytkowych tworzyw polimerowych	15	0	15	0	30	2	N	
6	CK	Przemysłowe tworzywa polimerowe	15	0	0	0	15	1	N	

6	CM	Technologia monomerów	15	0	15	0	30	2	N	
6	CK	Technologia przetwórstwa tworzyw polimerowych	30	0	60	15	105	9	T	
7	CD	Nowoczesne technologie polimerowe	15	0	10	0	25	2	N	
7	MK	Podstawy CAD/CAE w przetwórstwie tworzyw polimerowych	15	0	30	0	45	4	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	Z	Komunikacja i współpraca w zespole	30	0	0	0	30	2	N	
1	Z	Kreowanie marki osobistej	30	0	0	0	30	2	N	
2	ZO	Podstawy działalności gospodarczej	30	0	0	0	30	2	N	
2	Z	Podstawy zarządzania zasobami ludzkimi	30	0	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z	0	30	0	0	30	2	N	

		języka rosyjskiego									
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N		
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N		
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N		
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N		
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N		
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N		
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N		
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N		
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	3	T		
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	3	T		
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	3	T		

6	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	3	T	
---	----	---	---	----	---	---	----	---	---	--

### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	117 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	108 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	63 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	4 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	120 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

### 3.2.3. Blok tematyczny: Technologie wodorowe












#### Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
---------	-------	-------------	--------	------------------------	--------------	------------------------	----------------	----------------	---------	--------

5	CI	Dyfuzyjne procesy rozdziału (TW)	30	15	0	0	45	4	T	
5	CF	Elektrochemiczne metody konwersji energii	15	15	15	0	45	3	N	
6	CN	Biotechnologiczne metody wytwarzania wodoru	15	0	15	0	30	2	N	
6	CI	Dyfuzyjne procesy rozdziału (TW)	15	15	15	15	60	5	T	
6	CF	Elektrochemiczne metody konwersji energii	15	15	15	0	45	5	T	
6	CI	Odnawialne źródła energii	15	0	15	0	30	2	N	
6	CI	Projektowanie aparatury do magazynowania i transportu wodoru	15	0	0	15	30	2	N	
6	CM	Technologie wodorowe w przemyśle chemicznym	30	0	30	0	60	6	T	
7	CI	Bezpieczeństwo procesowe w technologiach wodorowych	15	0	0	0	15	1	N	
7	C	Nowoczesne materiały w technologiach wodorowych	30	0	30	15	75	5	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	Z	Komunikacja i współpraca w zespole	30	0	0	0	30	2	N	
1	Z	Kreowanie marki osobistej	30	0	0	0	30	2	N	
2	ZO	Podstawy działalności gospodarczej	30	0	0	0	30	2	N	

2	Z	Podstawy zarządzania zasobami ludzkimi	30	0	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy - lektorat z	0	30	0	0	30	2	N	

		języka niemieckiego								
5	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego	0	30	0	0	30	3	T	

### Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	116 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	111 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	63 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	4 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	120 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

### 3.3 Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych na stronie wydziału.

Analiza instrumentalna	K_W06, K_U03, K_U08, K_U19
<p>• Rola i zadania analizy instrumentalnej w analizach przemysłowych. Pobieranie, przechowywanie i przygotowanie próbek do analizy. Podział metod instrumentalnych. Kalibracja metod - rodzaje kalibracji. Błędy oznaczeń i ich ocena. Metody optyczne analizy. Polarymetria. Analiza ilościowa pierwiastków i związków metodami spektroskopowymi – ogólna charakterystyka grupy metod. Atomowa spektroskopia emisyjna – podstawy teoretyczne, sposoby wzbudzenia próbek, aparatura, urządzenia ICP-AES, GDL-AES. Spektroskopia absorpcji atomowej (AAS) – podstawy i zastosowania. Spektroskopie cząsteczkowe w nadfiolecie i świetle widzialnym (UV/VIS). Spektroskopia w podczerwieni – podstawy, techniki rejestracji widm IR, zastosowanie do analizy jakościowej i ilościowej. Podstawy spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego. Analiza strukturalna i oznaczenia ilościowe na podstawie widm <sup>1</sup>H-NMR. Podstawy spektroskopii mas związków organicznych. Interpretacja i analityczne wykorzystanie widm mas. Metody chromatograficzne - definicje i klasyfikacja. Teorie chromatografii i ich wykorzystanie w praktyce. Chromatografia GC: wpływ warunków procesu na jakość rozdzielania mieszanin, sprawność i rozdzielczość układu chromatograficznego, praktyczne zastosowania. Techniki LC - kolumnowa i planarna. Wysokosprawna chromatografia cieczowa HPLC. Aparatura, techniki rozdzielania: elucja gradientowa, programowanego wzrostu prędkości fazy ruchomej. Wybrane zagadnienia optymalizacji procesu rozdzielania - podstawy teoretyczne i praktyka doboru wypełnienia, fazy ruchomej oraz parametrów rozdzielania. Zastosowania HPLC. Metody elektroanalityczne. Potencjometria. Budowa, zasada działania i zastosowania analityczne wybranych elektrod jonoselektywnych. Metody woltamperometryczne - główne techniki pomiarowe. Wybrane zastosowania metod woltamperometrycznych w analityce laboratoryjnej i przemysłowej. Konduktometria. Komplementarność metod instrumentalnych. Techniki łączone. Kryteria wyboru metod analizy chemicznej. • Oznaczanie zawartości pierwiastków metodą spektroskopii absorpcji atomowej (AAS). Oznaczanie związków organicznych metodą spektroskopii absorpcyjnej w IR. Oznaczanie substancji metodą spektroskopii UV-VIS. Analiza mieszanin wieloskładnikowych metodą spektroskopii <sup>1</sup>H-NMR. Identyfikacja i oznaczanie ilościowe składników mieszaniny metodą chromatografii gazowej wspomaganą techniką GC-MS. Oznaczanie węglowodorów i ich pochodnych z</p>	

wykorzystaniem metody HPLC. Oznaczanie stężenia wybranych związków z wykorzystaniem metod elektrochemicznych.	
Bezpieczeństwo procesowe w technologiach wodorowych	K_W08, K_U02, K_U03, K_U05, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawowa terminologia i obowiązujące prawo z zakresu bezpieczeństwa procesowego</li> <li>• Toksykologia substancji niebezpiecznych - wpływ szkodliwych substancji na organizm człowieka i środowisko</li> <li>• Analiza przyczyn i skutków awarii, które wydarzyły się w rzeczywistości</li> <li>• Ocena ryzyka wystąpienia awarii oraz zasięgu jej skutków</li> <li>• Nieszczelności jako podstawowa przyczyna awarii w przemyśle chemicznym</li> <li>• Położenie i zabezpieczenia przeciwpożarowe budynków</li> <li>• Pożary i wybuchy – metody zapobiegania oraz minimalizacji ich skutków</li> <li>• Wpływ szkodliwych substancji na organizm człowieka i środowisko.</li> <li>• Ocena przebiegu potencjalnego pożaru</li> </ul>	
Bezpieczna praca w laboratorium chemicznym - ocena i zarządzanie ryzykiem	K_W08, K_U11, K_U14, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedury postępowania podczas pracy w laboratorium chemicznym. Ergonomia pracy. Czynniki niebezpieczne i szkodliwe. Wielkości charakteryzujące narażenie na szkodliwe substancje chemiczne. Źródła informacji o właściwościach substancji niebezpiecznych oraz sposobach ochrony przed zagrożeniami. Metody oceny ryzyka zawodowego w laboratoriach i przemyśle chemicznym. Środki ochrony indywidualnej. Zasady postępowania z odpadami w laboratorium chemicznym. Praca z gazami palnymi i inertnymi oraz z cieczami palnymi. Unieszkodliwianie substancji niebezpiecznych.</li> </ul>	
Biotechnologiczne metody wytwarzania wodoru	K_W03, K_W07, K_U03, K_U08, K_U10, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesy biotechnologiczne wytwarzania wodoru z biomasy – fermentacja w warunkach tlenowych i beztlenowych (fermentacja metanowa).</li> <li>• Charakterystyka biogazu i koncepcje produkcji biogazu.</li> <li>• Modelowanie procesu fermentacji metanowej (strategia postępowania w modelowaniu procesu fermentacji metanowej).</li> <li>• Analiza procesu fermentacji beztlenowej (analiza składu substratu, badanie aktywności enzymatycznej, metody chromatograficzne w analizie fermentacji metanowej, określanie aktywności mikroorganizmów w złożach metanogennych).</li> <li>• Analiza składu populacji mikroorganizmów w środowisku beztlenowym (metody hodowlane w badaniu składu populacji mikroorganizmów, zastosowanie biologii molekularnej w analizie populacji mikroorganizmów metanogennych).</li> <li>• Sterowanie i monitoring w instalacjach przeznaczonych do prowadzenia fermentacji metanowej.</li> <li>• Biogazownie w Polsce i na świecie – przegląd istniejących rozwiązań technologicznych.</li> <li>• Badania wpływu makroelementów (np. wapń, azot, fosfor, siarka, potas, sód, magnez, żelazo) na wydajność procesu fermentacji metanowej.</li> <li>• Analiza związków azotu w komorze fermentacyjnej (np. amoniak, azotany(III) i (V), NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).</li> <li>• Zastosowanie substancji aktywowanych alkalicznie do stabilizacji pH w procesie fermentacji metanowej.</li> <li>• Wpływ inhibitorów (metale ciężkie) na wydajność procesu fermentacji metanowej.</li> </ul>	
Chemia analityczna	K_W06, K_U03, K_U08, K_U19
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podział chemii analitycznej, skala, dokładność i precyzja metod. Błąd w analizie, statystyczne kryteria oceny wyników. Ogólny schemat przebiegu analizy ilościowej. Podział i charakterystyka chemicznych metod analizy. Podstawy teoretyczne analizy objętościowej. Alkacymetria. Redoksometria, Kompleksometria. Analiza strąceniowa, zjawiska towarzyszące wydzielaniu fazy stałej. Wykonywanie obliczeń i analiz z zakresu analizy objętościowej i metod wagowych.</li> <li>• Alkacymetria: oznaczanie stężenia roztworu kwasu siarkowego(VI).</li> <li>• Redoksometria: oznaczanie stężenia jonów Cu(II).</li> </ul>	

Kompleksometria: oznaczanie stężenia jonów Ca(II) lub Mg(II). • Analiza strąceniowa: oznaczanie stężenia jonów Cl. • Obliczenia związane z metodami objętościowymi analizy chemicznej.

Chemia fizyczna

K\_W06, K\_U03, K\_U08, K\_U19

• Teoria gazów doskonałych. Równania stanu. Prawo Daltona i Amagata. Teorie gazów rzeczywistych. Teoria kinetyczna gazów doskonałych. Termodynamika chemiczna. Układ. Otoczenie. Praca. Ciepło. Procesy cykliczne. Procesy odwracalne. Odwracalne izotermiczne rozprężanie gazów. Pierwsza zasada termodynamiki. Energia wewnętrzna. Entalpia. Pojemność cieplna gazów, cieczy i ciał stałych. Termochemia. Entalpia tworzenia związków chemicznych. Ciepło rozpuszczania. Energia wiązań. Zależność entalpii reakcji od temperatury. Druga i trzecia zasada termodynamiki. Przemiany samorzutne. Cykl Carnota. Entropia. Zmiana entropii w procesach odwracalnych i nieodwracalnych. Entropia mieszania. Energia swobodna Gibbsa. Energia swobodna Helmholtza. Różniczki i pochodne funkcji termodynamicznych. Wpływ ciśnienia i temperatury na energię swobodną. Termodynamiczne kryteria samorzutności procesów. Częstkowe wielkości molowe. Potencjał chemiczny. Oddziaływania międzycząsteczkowe i międzycząsteczkowe. Lepkość i napięcie powierzchniowe cieczy. Równowagi i wykresy fazowe. Układy trójskładnikowe. Reguła faz. Równanie Clapeyrona. Równanie Clausiusa-Clapeyrona. Prężność par nad roztworami doskonałymi. Prężność par nad roztworami rzeczywistymi. Rozpuszczalność gazów i cieczy. Termodynamika roztworów doskonałych. Aktywność. Współczynnik aktywności. Wykresy temperatur wrzenia roztworów dwuskładnikowych. Azeotropy. Właściwości koligatywne. Równania dyfuzji. Lepkość cieczy i gazów. Układy koloidalne i surfaktanty. Fizykochemiczne właściwości koloidów. Równowaga chemiczna. Termodynamiczna stała równowagi. Równowaga chemiczna w fazie gazowej. Funkcja energii swobodnej. Wpływ ciśnienia i temperatury na równowagę chemiczną. • Obliczenia fizykochemiczne z zakresu teorii gazów doskonałych i rzeczywistych, termodynamiki chemicznej, równowag fazowych, właściwości koligatywnych • Pomiar entalpii parowania wysoko wrzącej cieczy. Badanie równowagi fazowej w wybranym układzie trójskładnikowym. Pomiar współczynnika lepkości cieczy. Pomiar napięcia powierzchniowego cieczy. Badanie właściwości koligatywnych roztworów nieelektrolitów. • Kinetyka chemiczna. Szybkość i rząd reakcji. Reakcje rzędu zerowego, pierwszego, drugiego, trzeciego oraz rzędów ułamkowych. Metody wyznaczania rzędu i stałej szybkości reakcji. Zależność szybkości oraz stałej szybkości reakcji od temperatury. Teoria Arrheniusa i stanu przejściowego. Kinetyka reakcji złożonych. Kinetyka reakcji enzymatycznych. Podstawy katalizy. Równanie Gibbsa-Duhema. Równanie adsorpcji Gibbsa. Adsorpcja. Teorie adsorpcji. Równanie Langmuira, Freundlicha, BET. Aktywność katalityczna powierzchni. Roztwory elektrolitów. Teoria Debye'a-Hückela. Aktywność roztworu elektrolitu. Przewodnictwo właściwe i molowe elektrolitów mocnych i słabych. Liczby przenoszenia. Ruchliwość jonów. Termodynamika roztworów elektrolitów. Elektrochemia. Półogniwa i ogniwa elektrochemiczne. Konwencje. Potencjał półogniwa. Reakcje chemiczne w półogniwach. Równanie Nernsta. Siła elektromotoryczna ogniw chemicznych. Termodynamika ogniwa elektrochemicznego. Fizykochemiczne zastosowania pomiarów elektrochemicznych. Akumulatory i ogniwa paliwowe. Teoretyczne podstawy spektroskopii molekularnej. Elementy symetrii cząsteczek. • Obliczenia fizykochemiczne z zakresu równowagi chemicznej, kinetyki chemicznej reakcji prostych, złożonych i enzymatycznych, adsorpcji, teorii roztworów elektrolitów, przewodnictwa jonowego i elektrodyki. • Pomiar entalpii parowania wysoko wrzącej cieczy. Badanie równowagi fazowej w wybranym układzie trójskładnikowym. Krzywa temperatury wrzenia układu chloroform-aceton. Określanie rzędu i stałej szybkości reakcji. Badanie aktywacji

termicznej reakcji chemicznej. Współczynnik podziału. Pomiar napięcia powierzchniowego cieczy. Izoterma adsorpcji. Wyznaczanie granicznego przewodnictwa równoważnikowego roztworu elektrolitu. Wyznaczanie  $\Delta G$ ,  $\Delta H$  oraz  $\Delta S$  reakcji chemicznej.

Chemia i technologia polimerów

K\_W06, K\_W07, K\_W08, K\_U01, K\_U03, K\_U06, K\_U08, K\_U10, K\_U11, K\_U17, K\_U18, K\_U19, K\_K01

• Wprowadzenie do chemii polimerów, przykłady grup polimerów, nomenklatura. Sposoby klasyfikacji i podziału polimerów. Typy polireakcji i reakcje odwrotne do polireakcji. Polimeryzacja rodnikowa, jonowa i koordynacyjna. Kopolimeryzacja i rodzaje kopolimerów. Polikondensacja. Poliaddycja. Termodynamiczne i kinetyczne uwarunkowania procesów polimeryzacji. Przemysłowe metody prowadzenia polimeryzacji i polikondensacji. Przykłady polimerów wytwarzanych metodami polimeryzacji i polikondensacji w przemyśle. Chemiczna i fizyczna struktura polimerów. Polimery naturalne. Modyfikacja polimerów. • Synteza wybranych grup polimerów, identyfikacja podstawowych rodzajów polimerów, opracowanie raportów z ćwiczeń zawierających dyskusję wyników wraz z wizualizacją struktur chemicznych

Chemia nieorganiczna

K\_W06, K\_U03, K\_U08, K\_U19

• Związki nieorganiczne, terminologia i klasyfikacja. Dysocjacja elektrolityczna. Elektrolity mocne i słabe. Teorie kwasów i zasad. Amfolity. Hydroliza. Roztwory buforowe. Równowagi rozpuszczania osadów, iloczyn rozpuszczalności. Systematyka pierwiastków. Związki nieorganiczne, metody otrzymywania i właściwości. Metale grup 1, 2 i 13. Pierwiastki grup 14-18. Pierwiastki przejściowe bloku d. Pierwiastki przejściowe bloku f. Związki kompleksowe. Teoria pola krystalicznego. • Dysocjacja elektrolityczna mocnych i słabych elektrolitów: aktywność, współczynnik aktywności, siła jonowa roztworu. Iloczyn jonowy wody, skala pH/pOH. Stała i stopień dysocjacji. Roztwory buforowe, pojemność buforowa. Hydroliza, stała i stopień hydrolizy. Rozpuszczalność, iloczyn rozpuszczalności. • Zasady BHP i p.poż. w laboratorium chemicznym. Roztwory: sporządzanie i badanie właściwości. Elektrolity: stopień i stała dysocjacji elektrolitycznej; pH roztworów, wskaźniki kwasowo-zasadowe. Roztwory buforowe. Hydroliza soli, stopień i stała hydrolizy. Wytrącanie, rozpuszczanie i roztwarzanie osadów.

Chemia ogólna

K\_W06, K\_U03, K\_U08, K\_U19

• Pojęcia i prawa chemiczne. Budowa atomu. Układ okresowy pierwiastków. Prawo okresowości. Liczność materii i jej jednostki. Energia jonizacji, powinowactwo elektronowe i elektroujemność. Metale i niemetale. Wiązania chemiczne. Formalny stopień utlenienia. Teoria orbitali molekularnych. Teoria wiązań walencyjnych. Stany skupienia materii. Przemiany fazowe. Stan gazowy. Równania stanu gazu. Stan stały. Kryształy jonowe i molekularne. Ciecze. Roztwory. Sposoby wyrażania składu mieszanin. Właściwości koligatywne roztworów. Szybkość reakcji. Równowaga chemiczna. Prawo działania mas. • Podstawy obliczeń chemicznych: pojęcia i prawa chemiczne. Stężenia roztworów: sposoby wyrażania stężeń, przeliczanie stężeń, rozcieńczanie roztworów, mieszanie roztworów. Prawa stanu gazowego. Wyprowadzanie uproszczonych i rzeczywistych wzorów chemicznych. Obliczenia stechiometryczne oparte na równaniach reakcji chemicznych, wydajność reakcji, stopień przereagowania. Kinetyka reakcji. Statyka chemiczna: prawo działania mas, równowaga chemiczna. Reakcje utleniania i redukcji. • Zasady BHP i P.POŻ. w laboratorium chemicznym. Podstawowe czynności laboratoryjne, obsługa typowych urządzeń. Synteza związków nieorganicznych.

Klasyfikacja i właściwości pierwiastków i związków nieorganicznych. Typy reakcji chemicznych. Reakcje utleniania i redukcji.

Chemia organiczna

K\_W06, K\_U03, K\_U08, K\_U19

• Budowa i izomeria związków organicznych. Efekty przesunięć elektronowych i ich zastosowanie do tłumaczenia właściwości związków organicznych. Klasyfikacja związków organicznych. • Podstawy nazewnictwa chemicznego. • Węglowodory nasycone. Węglowodory nienasycone (alkeny, alkadieny, alkiny). Węglowodory aromatyczne - pochodne benzenu. Halogenopochodne węglowodorów. Alkohole, fenole i etery. Aldehydy i ketony. Kwasy jedno- i wielokarboksylowe. Fluorowco-, hydroksy- i oksokwasy. • Kondensacja aldolowa i estrowa. • Aminy, Aminokwasy. Peptydy. Węglowodany.

Dyfuzyjne procesy rozdziału (IP)

K\_W03, K\_W05, K\_U01, K\_U05, K\_U06, K\_U08, K\_U09, K\_U19, K\_K01

• Absorpcja. Charakterystyka procesu. Równowaga gaz - ciecz. Bilans masowy procesu i linia operacyjna. Metody obliczania wysokości absorberów. Zagadnienia hydrodynamiczne i średnica aparatu. Aparatura. Destylacja i rektyfikacja. Równowaga ciecz - para dla układów dwu i wieloskładnikowych. Destylacja prosta równowagowa. Destylacja prosta różniczkowa. Destylacja z parą wodną oraz molekularna. Rektyfikacja dwuskładnikowa okresowa i ciągła: bilanse, linie operacyjne, minimalny i maksymalny powrót, wyznaczanie liczby pólki teoretycznych metodami graficzną i analityczną. Rektyfikacja mieszanin wieloskładnikowych. Zagadnienia projektowe: dobór typu aparatu, charakterystyka pólki i ich sprawność, kinetyczne współczynniki wymiany masy, kolumny z wypełnieniem. Tematyka ćwiczeń ściśle związana z zagadnieniami prezentowanymi na wykładzie. Laboratorium: Pięć ćwiczeń laboratoryjnych związanych z tematyką przedmiotu Projekty: Studenci wykonują projekt wymiennika masy pracującego w układzie płyn-płyn: kolumna rektyfikacyjna i/lub absorber. • Ekstrakcja w układzie ciecz - ciecz. Podstawy fizykochemiczne ekstrakcji: rozpuszczalność, stan równowagi, współczynnik podziału, selektywność rozpuszczalnika, mechanizm układu kroplowego. Obliczanie współczynników wymiany masy w procesie ekstrakcji. Ekstrakcja jednostopniowa. Ekstrakcja wielostopniowa współ- i przeciwprądowa. Określenie minimalnej, maksymalnej i optymalnej ilości rozpuszczalnika. Obliczanie liczby stopni i ich sprawności. Ekstrakcja kolumnowa w układach trójskładnikowych: obliczanie wysokości i średnicy kolumny. Aparatura. Procesy suszarnicze. Termodynamika suszenia. Ruch masy i ciepła przy suszeniu. Sposoby prowadzenia procesu. Aparatura suszarnicza. Tematyka ćwiczeń ściśle związana z zagadnieniami prezentowanymi na wykładzie. Laboratorium: Pięć ćwiczeń laboratoryjnych związanych z tematyką przedmiotu Projekty: Studenci wykonują projekt zgodnie z tematyką zajęć.

Dyfuzyjne procesy rozdziału (PT)

K\_W03, K\_W05, K\_U01, K\_U05, K\_U06, K\_U08, K\_U09, K\_U19, K\_K01

• Absorpcja. Charakterystyka procesu. Równowaga gaz - ciecz. Bilans masowy procesu i linia operacyjna. Metody obliczania wysokości absorberów. Zagadnienia hydrodynamiczne i średnica aparatu. Aparatura. Destylacja i rektyfikacja. Równowaga ciecz - para dla układów dwu i wieloskładnikowych. Destylacja prosta równowagowa. Destylacja prosta różniczkowa. Destylacja z parą wodną oraz molekularna. Rektyfikacja dwuskładnikowa okresowa i ciągła: bilanse, linie operacyjne, minimalny i maksymalny powrót, wyznaczanie liczby pólki teoretycznych metodami graficzną i analityczną. Rektyfikacja mieszanin wieloskładnikowych. Zagadnienia projektowe: dobór typu aparatu, charakterystyka pólki i ich sprawność, kinetyczne współczynniki wymiany masy,

kolumny z wypełnieniem. Tematyka ćwiczeń ściśle związana z zagadnieniami prezentowanymi na wykładzie. Laboratorium: Pięć ćwiczeń laboratoryjnych związanych z tematyką przedmiotu Projekty: Studenci wykonują projekt wymiennika masy pracującego w układzie płyn-płyn: kolumna rektyfikacyjna i/lub absorber. • Ekstrakcja w układzie ciecz - ciecz. Podstawy fizykochemiczne ekstrakcji: rozpuszczalność, stan równowagi, współczynnik podziału, selektywność rozpuszczalnika, mechanizm układu kroplowego. Obliczanie współczynników wymiany masy w procesie ekstrakcji. Ekstrakcja jednostopniowa. Ekstrakcja wielostopniowa współ- i przeciwprądowa. Określenie minimalnej, maksymalnej i optymalnej ilości rozpuszczalnika. Obliczanie liczby stopni i ich sprawności. Ekstrakcja kolumnowa w układach trójskładnikowych: obliczanie wysokości i średnicy kolumny. Aparatura. Procesy suszarnicze. Termodynamika suszenia. Ruch masy i ciepła przy suszeniu. Sposoby prowadzenia procesu. Aparatura suszarnicza. Tematyka ćwiczeń ściśle związana z zagadnieniami prezentowanymi na wykładzie. Laboratorium: Pięć ćwiczeń laboratoryjnych związanych z tematyką przedmiotu Projekty: Studenci wykonują projekt zgodnie z tematyką zajęć.

Dyfuzyjne procesy rozdziału (TW)

K\_W03, K\_W05, K\_U01, K\_U05, K\_U06, K\_U08, K\_U09, K\_U19, K\_K01

• Destylacja i rektyfikacja. Równowaga ciecz - para dla układów dwu i wieloskładnikowych. Destylacja prosta równowagowa. Destylacja prosta różniczkowa. Destylacja z parą wodną oraz molekularna. Rektyfikacja dwuskładnikowa okresowa i ciągła: bilanse, linie operacyjne, minimalny i maksymalny powrót, wyznaczanie liczby póltek teoretycznych metodami graficzną i analityczną. Rektyfikacja mieszanin wieloskładnikowych. Zagadnienia projektowe: dobór typu aparatu, charakterystyka póltek i ich sprawność, kinetyczne współczynniki wymiany masy, kolumny z wypełnieniem. Absorpcja. Charakterystyka procesu. Równowaga gaz - ciecz. Bilans masowy procesu i linia operacyjna. Metody obliczania wysokości absorberów. Zagadnienia hydrodynamiczne i średnica aparatu. Aparatura. Procesy suszarnicze. Termodynamika suszenia. Ruch masy i ciepła przy suszeniu. Sposoby prowadzenia procesu. Aparatura suszarnicza. Krystalizacja. Bilanse materiałowe i energetyczne, zastosowania, aparatura i projektowanie. Tematyka ćwiczeń ściśle związana z zagadnieniami prezentowanymi na wykładzie. • Ekstrakcja w układzie ciecz - ciecz. Podstawy fizykochemiczne ekstrakcji: rozpuszczalność, stan równowagi, współczynnik podziału, selektywność rozpuszczalnika, mechanizm układu kroplowego. Obliczanie współczynników wymiany masy w procesie ekstrakcji. Ekstrakcja jednostopniowa. Ekstrakcja wielostopniowa współ- i przeciwprądowa. Określenie minimalnej, maksymalnej i optymalnej ilości rozpuszczalnika. Obliczanie liczby stopni i ich sprawności. Ekstrakcja kolumnowa w układach trójskładnikowych: obliczanie wysokości i średnicy kolumny. Aparatura. Procesy membranowe. Rodzaje membran, zastosowania, modelowanie procesu i zagadnienia projektowe, aparatura. Tematyka ćwiczeń ściśle związana z zagadnieniami prezentowanymi na wykładzie. Laboratorium: Pięć ćwiczeń laboratoryjnych związanych z tematyką przedmiotu Projekty: Studenci wykonują projekt wymiennika masy pracującego w układzie płyn-płyn: kolumna rektyfikacyjna i/lub absorber.

Elektrochemiczne metody konwersji energii

K\_W03, K\_W06, K\_W07, K\_W08, K\_U03, K\_U05, K\_U08, K\_U10, K\_K01

• Elementy termodynamiki ogniw elektrochemicznych. Rodzaje półogniw. Ogniwa pierwotne i wtórne. Baterie wysokiego napięcia, ogniwa rezerwowe. Ogniwa paliwowe i hybrydowe. Materiały elektrodowe, elektrolity, separatory. Podstawowe parametry charakteryzujące ogniwa elektrochemiczne. Korozja ogniw. Elektrochemiczne metody badania właściwości ogniw. Czynniki wpływające na sprawność ogniw. Recykling.

Termodynamika ogniwa paliwowego. Kinetyka ogniwa paliwowego. Budowa ogniwa paliwowych i ich klasyfikacja: alkaliczne ogniwo paliwowe (AFC), membranowe ogniwo paliwowe z elektrolitem polimerowym (PEMFC), ogniwo paliwowe z kwasem fosforowym (PAFC), ogniwo paliwowe ze stopionym węglanem (MCFC), ogniwo paliwowe zasilane bezpośrednio metanolem (DMFC), ogniwo paliwowe ze stałym tlenkiem (SOFC), ogniwa paliwowe - rozwiązania alternatywne (elektrolity, elektrody, paliwa). Stos ogniwa paliwowych, płyta bipolarna. kanały przepływu gazów. Systemy generacji energii oparte na ogniwach paliwowych i zastosowania ogniwa paliwowych. • Ilościowe i jakościowe obliczenia dotyczące procesów elektrodowych. Parametry techniczno-ekonomiczne ogniwa. Kinetyka reakcji elektrodowych - równanie Butlera-Volmera i równanie Tafela. • Badanie katalizatorów reakcji zachodzących w ogniwach paliwowych. Badanie procesów korozji metodą EIS. Badanie kinetyki procesów zachodzących w bateriach i ogniwach paliwowych. Badanie procesów elektrolizy na przykładzie elektrolizy wodorotlenku sodu w elektrolizerze Hofmanna). • Zastosowanie elektrolizy do konwersji energii. Elektrochemiczne metody wytwarzania wodoru. Technologiczne aspekty procesu elektrodowego. Aparatura do elektrolitycznego otrzymywania wodoru. Aktualne trendy rozwoju produkcji wodoru metodą elektrolizy wody. Ogniwa fotowoltaiczne jako źródło prądu do zasilania elektrod. Problem korozji aparatury w energetyce wodorowej. • Obliczenia elektrochemiczne związane z elektrolizą roztworów, wydajnością procesu oraz procesami korozji elektrod. • Charakterystyka procesu wydzielania wodoru i tlenu, otrzymywanie i zastosowanie powłok aktywnych na elektrodach do elektrolizy wody, analiza sprawności procesu elektrolizy, a także badania trwałości powłok i ich odporności na korozję.

Elementy reologii w przetwórstwie tworzyw polimerowych	K_W03, K_W05, K_U02, K_U05, K_U08, K_U18, K_U19, K_K01
--	--

• Podstawowe pojęcia reologii, naprężenie, odkształcenie, kinematyka odkształcenia. • Reologiczne równanie stanu, ciała sztywne, ciecze lepkie. • Pojęcie lepkości polimerów, modele mechaniczne. • Lepkość polimerów przy prostym płynięciu. Właściwości reologiczne stopów i roztworów polimerów. • Praktyczne zastosowanie reologii polimerów: płynięcie izotermiczne i nieizotermiczne stopów polimerowych w kanałach o wybranych przekrojach; płynięcie stopów polimerowych w wyłaczarce jedno- i dwuślimakowej (reżim izotermiczny, adiabatyczny i politropowy). • Badanie krzywych płynięcia stopionych polimerów za pomocą plastometru obciążnikowego. Badanie płynięcia cieczy tiksotropowych. Wyznaczanie temperatury zeszklenia polimerów za pomocą konsystometru Höpplera. Badanie odporności cieplnej wybranych termoplastów. Badanie twardości tworzyw sztucznych metodą Brinella. Badanie właściwości przetwórczych mieszanek gumowych za pomocą wulkametry.

Etykieta akademicka	K_W10, K_U17, K_U18, K_U19, K_K02, K_K03, K_K05
---------------------	---

• Zasady i normy zachowania w relacjach międzyludzkich. Geneza pojęcia etykiety. Normy prawne i moralne oraz zwyczajowe. Uniwersalne zasady etykiety. Kultura osobista. Znaczenie dobrych obyczajów w życiu prywatnym i zawodowym. Stereotypy. Dobre maniery a wizerunek. • Klasyczne zasady savoir-vivre'a. Podstawy pierwszeństwa i zasady jego stosowania. Formy okazania szacunku. Powitania - zasady i wyjątki. Tytułowanie w środowisku akademickim. Precedencja towarzyska i służbowa. Pożegnania - zasady i wyjątki. Życzenia i gratulacje. Nietakt. • Etykieta komunikacji. Normy dobrego zachowania w komunikacji interpersonalnej. Komunikacja niewerbalna. Etykieta rozmów telefonicznych. Kultura korespondencji. Netykieta. Elegancja wystąpień publicznych. • Znaczenie ubioru w kreowaniu pozytywnego

wizerunku. Savoir vivre a wybór ubioru.Ogólne zasady ubierania się. Dodatki do ubioru. Moda a ekstrawagancja.Najczęstsze uchybienia doboru poszczególnych elementów stroju.Właściwy wygląd zewnętrzny jako element pozytywnego wizerunku.

Fizyka

K\_W02, K\_U08, K\_U19

• Pomiary i jednostki fizyczne. Analiza wymiarowa. Funkcje jednej i wielu zmiennych. Wielkości skalarne i wektorowe. Pochodne w fizyce. Układy współrzędnych. • Kinematyka: ruch po prostej, ruch w dwu i trzech wymiarach, kinematyka ruchu obrotowego Zasady dynamiki Newtona, całkowanie równań ruchu. Praca, energia i moc. Energia potencjalna, siły zachowawcze. Pęd, zderzenia, prawa zachowania. Dynamika ciała sztywnego • Ruch drgający. równania różniczkowe i liczby zespolone w fizyce, zjawisko rezonansu. Fale mechaniczne. Zjawiska falowe. Elementy akustyki. • Elementy mechaniki płynów Wstęp do termodynamiki: ciepło i temperatura, zasady termodynamiki, entropia • Wprowadzenie do I pracowni fizycznej. Niepewność pomiarów. • Wprowadzenie do elektromagnetyzmu Prawo Coulomba: Ładunki elektryczne, pole elektryczne. Twierdzenie Gaussa. Całki powierzchniowe. Powierzchnie zorientowane. Praca i potencjał pola elektrycznego. gradient pola skalarnego. Kondensatory. Dielektryki, Przewodniki, prąd elektryczny, oporność, obwody elektryczne i siła elektromotoryczna Pole magnetyczne, źródła pola magnetycznego, magnetyzm materii, siła Lorentza, przewodniki i ładunki elektryczne w polu magnetycznym: efekt Halla, cyklotron, spektrometr masowy. Indukcja magnetyczna • Fale elektromagnetyczne: dyspersja, interferencja dyfrakcja, polaryzacja. Optyka w zastosowaniach. • Wprowadzenie do fizyki współczesnej - elementy mechaniki kwantowej dualizm korpuskularno-falowy światła i materii, prawdopodobieństwo, zasada nieoznaczoności. Równanie Schrodingera, cząstka swobodna, cząstka w jamie potencjału, stany stacjonarne, struktura atomowa, struktura ciał stałych, przewodniki, półprzewodniki i izolatory. Elementy fizyki jądrowej, reakcje jądrowe, reaktory, radioaktywność, oddziaływanie promieniowania

Informacja naukowo-techniczna

K\_U01, K\_U02

• Zapoznanie studenta z wyszukiwaniem informacji w najważniejszych wydawnictwach abstraktowych i bibliograficznych (Chemical Abstracts) z wykorzystaniem indeksów. Wyszukiwanie informacji chemicznej w czasopismach naukowych dostępnych on-line ze strony biblioteki PRz.

Inżynieria materiałów sypkich

K\_W03, K\_W05, K\_W07, K\_U03, K\_U06, K\_U08, K\_U09, K\_U19, K\_K01

• Definicja i klasyfikacja materiałów rozdrobnionych. Pomiar rozkładu wielkości ziaren. Siły oddziaływań między cząstkami: van der Waalsa, elektrostatyczne i adhezji kapilarnej. Metody pomiaru sił adhezji. Porównanie sił adhezji w układach obejmujących cząstkę kulistą. • Właściwości mechaniczne złoża materiału sypkiego. Metody pomiaru właściwości mechanicznych. Wskaźniki Carra i Johansona. Granica plastycznego płynięcia i funkcja płynięcia złoża materiału sypkiego. • Procesy przemysłowe na bazie oddziaływań w materiałach sypkich: magazynowanie, transport, mieszanie, granulacja i tabletkowanie. • Modelowanie operacji technologicznych z udziałem materiałów rozdrobnionych z wykorzystaniem metody elementów dyskretnych (EDEM), metod elementów skończonych (Ansys Fluent) oraz metod statystycznych (Aspen Plus i Aspen Properties)

Inżynieria procesów oczyszczania ścieków

K\_W08, K\_U05, K\_U08, K\_U19, K\_K01

• Charakterystyka ścieków. Skład ścieków. Usuwanie ścieków. Prawodawstwo dotyczące oczyszczania ścieków. Klasyfikacja metod oczyszczania ścieków. Uśrednianie składu i natężenia przepływu ścieków. Proces cedzenia. Kraty i sita. Proces sedymentacji.

Piaskowniki. Osadniki. Procesy biologiczne - charakterystyka, kinetyka. Podstawy modelowania przemian biochemicznych. Usuwanie związków organicznych i biogennych. Reaktory stosowane w oczyszczalniach ścieków. Metoda osadu czynnego. Parametry technologiczne i techniczne. Modele procesowe. Złoże biologiczne. Oczyszczanie ścieków w warunkach naturalnych w środowisku glebowym i z wykorzystaniem roślin. Oczyszczanie ścieków w warunkach naturalnych w środowisku wodnym. Procesy: flotacji, filtracji, koalescencji, neutralizacji, adsorpcji, koagulacji, utleniania, dezynfekcji. Nityfikacja, denityfikacja, usuwanie fosforu (chemiczne, biologiczne), zintegrowane usuwanie C, N i P. Metody beztlenowe w oczyszczaniu ścieków. Dezynfekcja ścieków. • Laboracyjne badania wybranych procesów oczyszczania ścieków. • Projekt oczyszczalni ścieków miejskich,

Inżynieria produktu	K_W03, K_W08, K_U03, K_U05, K_U06, K_U19, K_K01
---------------------	---

• Cechy i właściwości produktu chemicznego. Klasyfikacja produktów chemicznych. Koncepcja produktu Kotlera. Podstawowe zasady projektowania i rozwoju produktu. Identyfikacja potrzeb klienta. Transformacja wsteczna i transformacja do przodu przy projektowaniu produktu. Siły rynkowe Portera. Podstawy segmentacji rynku. Pozycjonowanie produktu. Projektowanie produktu z myślą o środowisku. Identyfikacja funkcji jakości produktu. Metodyka House of Quality w projektowaniu produktu. Produkty koloidalne, emulsje, stabilność emulsji, dobór emulgatorów. Produkty nanotechnologiczne. Symulacyjne i eksperymentalne metody projektowania produktów. Projektowanie rozpuszczalników. Projektowanie materiałów budowlanych. Projektowanie klejów. Projektowanie materiałów włóknistych.

Inżynieria środowiska	K_W08, K_W10, K_U08, K_U11, K_U18, K_K02
-----------------------	--

• Wprowadzenie. Definicja podstawowych pojęć z zakresu inżynierii środowiska. • Antropogeniczne zanieczyszczenia atmosfery. • Ochrona atmosfery przed zanieczyszczeniami. • Antropogeniczne zanieczyszczenia hydrosfery. • Procesy fizykochemiczne i chemiczne stosowane w procesach odnowy i uzdatniania wody w aspekcie ochrony środowiska. • Procesy mechaniczne i urządzenia hydromechaniczne stosowane w gospodarce wodnej oraz ich wpływ na środowisko naturalne. • Technologie i systemy oczyszczanie ścieków. • Antropogeniczne zanieczyszczenia litosfery. Strategie dekontaminacji i stabilizacji zanieczyszczeń glebowych. • Strategie dekontaminacji i stabilizacji zanieczyszczeń glebowych. • Metody remediacji gleb zanieczyszczonych. Rekultywacja i zagospodarowanie terenów zdegradowanych geomechanicznie i hydrologicznie. • Gospodarka odpadami. Regulacje prawne w zakresie gospodarki odpadami w systemie ochrony środowiska. Metody przetwarzania odpadów. • Ochrona przed korozją. Rola środowiska w procesie korozji. Degradacja materiałów niemetalicznych. • Gospodarcze prawo ochrony środowiska. Ocena oddziaływania na środowisko naturalne. Metody zarządzania środowiskowego. • Praktyczne wykorzystanie inżynierii środowiska w zakładach produkcji i dystrybucji energii oraz w zakładach związanych z ochroną środowiska.

Inżynieria zrównoważonych procesów przemysłowych	K_W08, K_W10, K_U08, K_U09, K_U10, K_U11, K_U18, K_U19, K_K02, K_K05
--	--

• Wprowadzenie do tematyki zrównoważonych (przyjaznych środowisku) procesów przemysłowych. Termodynamiczne podstawy zrównoważonego rozwoju. • Chemiczne i fizyczne wskaźniki obciążenia środowiska. 12 zasad zielonej chemii. Zasady

zrównoważonego projektowania procesów przemysłowych. • Intensyfikacja procesów. • Minimalizacja zużycia energii cieplnej i surowców przez integrację procesów.	
Komputerowa grafika inżynierska (CAD)	K_W08, K_U02, K_U07, K_U19
<p>• Pismo techniczne • Rzuty prostokątne, rzuty aksonometryczne, widoki i przekroje. • Wykresy techniczne. • Zasady wymiarowania. • Tolerowanie wymiarów, kształtu i położenia. • Oznaczanie chropowatości powierzchni. • Połączenia części maszyn: rozłączne i nierozłączne. • Rysunki złożeniowe i wykonawcze. • Znormalizowane symbole graficzne aparatów i urządzeń stosowanych w procesach technologii chemicznej. • Wstępne informacje, uruchamianie programu AutoCAD oraz podstawowe ustawienia. • Tworzenie szablonu rysunku oraz stylu rysunkowych. • Ćwiczenia dotyczące funkcji i poleceń programu AutoCAD. • Przykładowe zastosowania wybranych funkcji programu AutoCAD. • Więzy - rysowanie parametryczne w programie AutoCAD • Kreślenie rysunków technicznych – rzutowanie i wymiarowanie złożonych brył geometrycznych. • Przygotowanie i drukowanie rysunku z poziomu układu. • Samodzielne wykonanie rysunków wykonawczych i złożeniowych części maszyn. • Czytanie dokumentacji technicznej.</p>	
Komputerowe wspomaganie projektowania 3D	K_W05, K_W08, K_U02, K_U07, K_U19, K_K01
<p>• Ustawienia i parametry programu Inventor • Przedstawianie połączeń części maszyn • Przypomnienie oraz rozszerzenie umiejętności posługiwania się programem Inventor w zakresie modelowania 2D • Ćwiczenia zastosowania wybranych funkcji programu Inventor w modelowaniu 3D • Podstawy analizy wytrzymałościowej modelu • Obliczenia wytrzymałościowe elementu aparatury chemicznej • Wykonanie i obrona projektu wybranego aparatu chemicznego</p>	
Matematyka	K_W01, K_U19
<p>• Usystematyzowanie wybranych zagadnień z algebry, analizy, geometrii i trygonometrii z zakresu szkoły średniej: elementy logiki matematycznej i teorii zbiorów, podstawowe własności funkcji jednej zmiennej rzeczywistej, wielomiany, schemat Hornera, funkcje wymierne, funkcja logarytmiczna, funkcja wykładnicza, funkcje trygonometryczne. • Zbiór liczb zespolonych: postać kanoniczna i trygonometryczna liczby zespolonej, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. • Macierze: definicja, działania na macierzach i ich własności, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy. Rozwiązywanie układów równań liniowych: twierdzenie Kroneckera-Capelli'ego, układ Cramera. • Ciągi liczbowe: monotoniczność i ograniczoność ciągów, granica ciągu, twierdzenia o istnieniu granicy, liczba e i jej zastosowania. Funkcje cyklometryczne. Granica i ciągłość funkcji zmiennej rzeczywistej: definicje granicy, własności rachunkowe granic funkcji, pojęcie ciągłości funkcji. Asymptoty funkcji. • Szeregi liczbowe: własności szeregów liczbowych, kryteria zbieżności szeregów, kryteria rozbieżności szeregów. • Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej rzeczywistej: pojęcie pochodnej funkcji, pochodne wyższych rzędów, pochodne podstawowych funkcji elementarnych, pochodna funkcji złożonej, twierdzenie de l'Hospitala, badanie monotoniczności i wyznaczanie ekstremów funkcji, wypukłość, wklęsłość i punkty przegięcia wykresu funkcji, badanie przebiegu zmienności funkcji. • Rachunek całkowy funkcji jednej zmiennej rzeczywistej: pojęcia funkcji pierwotnej i całki nieoznaczonej, całkowanie przez części i przez podstawienie, całkowanie funkcji wymiernych. • Całkowanie funkcji niewymiernych, całkowanie funkcji trygonometrycznych. Pojęcie całki oznaczonej, zastosowania całek oznaczonych, całki niewłaściwe. Zastosowania w technice i naukach przyrodniczych. • Równania</p>	

różniczkowe zwyczajne: pojęcia rozwiązania ogólnego i szczególnego, zagadnienie Cauchy'ego, równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego (m.in. o zmiennych rozdzielonych, liniowe), równania różniczkowe zwyczajne rzędu drugiego liniowe o stałych współczynnikach. Zastosowania w technice i naukach przyrodniczych. • Podstawowe własności funkcji wielu zmiennych: granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych, pochodne cząstkowe, ekstrema funkcji wielu zmiennych. Elementy rachunku całkowego funkcji wielu zmiennych. Zastosowania w technice. • Elementy rachunku wektorowego i geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach i ich własności, iloczyn skalarny wektorów i jego własności, iloczyn wektorowy i mieszany wektorów, równania płaszczyzny i prostej w przestrzeni. • Związek układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego z równaniami różniczkowymi skalarnymi rzędu n-tego. Ogólne metody rozwiązywania układów równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Metoda eliminacji, metoda całek pierwszych. • Układy równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu. Metoda wartości własnych rozwiązywania jednorodnych układów równań różniczkowych liniowych pierwszego rzędu o stałych współczynnikach oraz metoda uzmienniania stałych do rozwiązywania układów liniowych niejednorodnych. • Zagadnienia początkowe i brzegowe dla równań różniczkowych cząstkowych. Równania różniczkowe cząstkowe liniowe oraz quasi-liniowe rzędu pierwszego. • Szeregi Fouriera. Szereg trygonometryczny. Rozwijalność funkcji w szereg Fouriera. Warunki zbieżności szeregu Fouriera. Metoda Fouriera rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych. • Postać kanoniczna równania różniczkowego cząstkowego liniowego rzędu drugiego.

Materiały inżynierskie	K_W07, K_W08, K_U03, K_U08, K_U10, K_U19, K_K01
------------------------	---

• Wprowadzenie do nauki o materiałach • Materiały metaliczne • Materiały ceramiczne • Materiały polimerowe • Kompozyty, właściwości użytkowe kompozytów • Moduł sprężystości • Granica plastyczności, wytrzymałość na rozciąganie, twardość i ciągliwość • Nagłe pękanie, wiązkość i zmęczenie materiałów • Odształcenie i pękanie w wyniku pełzania • Palność materiałów konstrukcyjnych • Metody ograniczania palności materiałów konstrukcyjnych • Dobór materiałów • Określenie właściwości wytrzymałościowych kompozytów włóknistych (1) i metalowych (2) przy statycznym rozciąganiu. Otrzymywanie wyrobów z tworzyw sztucznych metodą odlewania i oznaczenie właściwości gotowych produktów. Analiza ziarnowa proszków. Oznaczanie porowatości otwartej, gęstości pozornej i nasiąkliwości wodnej materiałów ceramicznych. Oznaczenie właściwości reologicznych kompozycji polimerowych.

Mechanika płynów	K_W01, K_W03, K_W08, K_U05, K_U06, K_U19, K_K01
------------------	---

• Przypomnienie i uzupełnienie wybranych zagadnień z matematyki. Pola skalarne i wektorowe, operatory gradientu, dywergencji, rotacji, laplasjan. Współrzędne ortogonalne, krzywoliniowe. Całkowanie wybranych typów równań różniczkowych i cząstkowych. Całki po łukach i powierzchniach. Struktura płynów. Płyny doskonałe i rzeczywiste, siły działające w płynach, statyka płynów. Prawo Pascala, Eulera, Archimedesesa. Warunek równowagi płynu. Parcie cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione. Kinematyka przepływów. Analityczne metody kinematyki płynów. Ogólny bilans masy, równanie ciągłości i równanie ruchu Eulera. Przepływ laminarny i burzliwy płynów rzeczywistych. Warstwa przyścienna. Ogólny i różniczkowy bilans pędu. Równanie Naviera-Stokesa. Niektóre rozwiązania analityczne równania Naviera-Stokesa. Elementy teorii burzliwości. Czynniki wpływające na opór ciał. Elementy reologii.

Przepływ przez złożę porowate. Analiza wymiarowa, metoda Rayleigha, Buckinghama, równań różniczkowych.

Mechanika techniczna	K_W03, K_W08, K_U06, K_U18, K_U19, K_K02
----------------------	--

• Podstawowe określenia i pojęcia z zakresu mechaniki technicznej. • Płaski, zbieżny układ sił. • Moment siły. • Redukcja i równowaga płaskich układów sił zbieżnych i dowolnych. • Tarcie ślizgowe i toczne. • Środki ciężkości. • Momenty bezwładności. • Podstawowe określenia i pojęcia z zakresu wytrzymałości materiałów. • Właściwości mechaniczne materiałów konstrukcyjnych. • Podstawowe przypadki wytrzymałościowe: ściskanie, rozciąganie, ścinanie, skręcanie, zginanie, wyboczenie, wytrzymałość złożona. • Kratownice płaskie.

Metrologia i miernictwo przemysłowe	K_W08, K_W09, K_U13, K_U19
-------------------------------------	----------------------------

• Podstawowe pojęcia metrologii prawnej i przemysłowej. Rys historyczny. Układ SI. Wzorce wielkości fizycznych. • Definiowanie menzurandu oraz modelu matematycznego wyniku pomiaru. Metoda pomiarowa bezpośrednia i pośrednia. Walidacja metody pomiarowej. • Podstawowe wyposażenie pomiarowe: multimetr cyfrowy, czujnik, przetwornik, miernik. Właściwości metrologiczne wyposażenia pomiarowego. Zasady prawidłowego wykonywania pomiarów. • Ważniejsze pojęcia dotyczące wyniku pomiaru: dokładność, błąd, niepewność, poprawność, precyzja, powtarzalność, odtwarzalność. • Wartość wskazywana, wartość mierzona, błąd pomiaru, błąd instrumentalny, błąd metody pomiarowej, poprawka. Niepewność wyniku pomiaru. • Sposoby deklaracji dokładności wyposażenia pomiarowego. Statyczna charakterystyka przetwarzania, nieliniowość. Względny i bezwzględny błąd maksymalny dopuszczalny wskazania. • Szacowanie niepewności standardowej metodą typu A oraz metodą typu B. Wyznaczanie niepewności standardowej złożonej oraz niepewności rozszerzonej. • Sprawdzanie, wzorcowanie (kalibracja), legalizacja i adiustacja wyposażenia pomiarowego. Analiza zdolności procesu produkcyjnego. Wskaźniki jakości procesu oraz wskaźniki zdolności wyposażenia pomiarowego. • Rodzaje i specyfika pomiarów: dorywczego, poznawczego, weryfikującego. Wykorzystanie wzorca wielkości fizycznej oraz świadectwa wzorcowania podczas pomiaru. Przemysłowe pomiary temperatury, ciśnienia, przepływu oraz poziomu. • Zapis i interpretacja wyniku pomiaru. Spójność wyniku pomiaru. Jakość, wiarygodność i przydatność wykonanego pomiaru.

Modelowanie przepływów metodami CFD	K_W08, K_U02, K_U03, K_U19, K_K01
-------------------------------------	-----------------------------------

• Praca w trybie szkicownika. Modelowanie 2D. Uproszczanie i naprawa geometrii. Parametryzacja geometrii. • Generacja siatki w programie Ansys Meshing. Rodzaje siatek obliczeniowych. Algorytmy siatkowania. Kontrola jakości i wielkości siatki. Metodyka generacji siatki na potrzeby CFD. • Wprowadzenie do programu Fluent. Definicja modelu przepływu. Definicja warunków brzegowych. Ustawienia Solvera. • Analiza i interpretacja wyników.

Nowoczesne materiały w technologiach wodorowych	K_W07, K_W08, K_U03, K_U10, K_K01
---	-----------------------------------

• Charakterystyka i ogólna zasada działania ogniw paliwowych. Podział ogniw paliwowych. Stałotlenkowe ogniwa paliwowe. • Wytwarzanie stałotlenkowych ogniw paliwowych – technologie ceramiczne: przygotowanie i charakterystyka proszku, formowanie, spiekanie. Właściwości transportowe ceramicznych elektrolitów stałych – defekty punktowe i dyfuzja w sieci krystalicznej. • Technologie wytwarzania porowatych elementów stałotlenkowych ogniw paliwowych. • Rola interkonektorów metalicznych w odprowadzaniu energii elektrycznej do zewnętrznych odbiorników. Wytwarzanie

interkonektorów i wymagania stawiane interkonektorom metalicznym. Zastosowanie stałotlenkowych ogniw paliwowych we współczesnym przemyśle (energetyka, motoryzacja, lotnictwo, militaria itp.).

- Charakterystyka specjalistycznych kompozytowych materiałów polimerowych, stosowanych w technologiach bezpiecznego przechowywania i transportu paliwa wodorowego. Kryteria doboru materiałów w celu niezawodnej i bezpiecznej pracy urządzeń stosowanych do magazynowania i transportu wodoru. Zasady projektowania urządzeń związanych z transportem i przechowywaniem wodoru. Nowoczesne rozwiązania nanotechnologiczne stosowane w procesach magazynowania wodoru. Wysokotemperaturowe materiały polimerowe stosowane w technologii wodorowej.
- Zaprojektowanie i otrzymanie hybrydowego kompozytu na podstawie polimerowej, stosowanego do otrzymywania rur do transportu wodoru. Zbadanie właściwości użytkowych otrzymanego kompozytu pod kątem odporności na dyfuzję wodoru i pochłanianie energii wysokich uderzeń. Otrzymanie elementów instalacji do przechowywania i transportu wodoru z kompozytów na podstawie PEEK za pomocą wtrysku wysokotemperaturowego oraz druku 3D.

Nowoczesne metody modyfikacji tworzyw polimerowych	K_W03, K_W07, K_U06, K_U08, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modyfikacja polimerów jako metoda otrzymywania nowych materiałów. Modyfikacja chemiczna: kopolimery blokowe, naprzemienne i szczepione na przykładzie kopolimerów winylowych i dienowych. Jonomery. Nanomateriały otrzymywane w wyniku modyfikacji fizycznej. Metody modyfikacji powierzchni tworzyw polimerowych. Trendy w modyfikacji polimerów. Zastosowanie modyfikacji polimerów w przemyśle farb i lakierów.</li> <li>• Modyfikacja chemiczna polimerów w kierunku zwiększenia hydrofobowości</li> <li>• Otrzymywanie i modyfikacja fizyczna powłok typu high – solid</li> <li>• Otrzymywanie i charakterystyka superabsorbentu polimerowego</li> <li>• Synteza kationomeru poliuretanowego</li> </ul>	
Nowoczesne technologie polimerowe	K_W03, K_W07, K_W08, K_U05, K_U08, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polimery węglowe, grafen i jego analogi. Polikarbony, poliacetylen, polimeryzacja topochemiczna.</li> <li>• Fulereny i polifulereny oraz ich modyfikacje</li> <li>• Polimery supramolekularne – dendrymery, kompleksy z przeniesieniem ładunku, kompleksy inkluzyjne, rozpoznanie supramolekularne, samoorganizacja materii</li> <li>• Polimery topologiczne – polikatenany, polirotaksany i polikaliksareny, polimery ze śladem molekularnym</li> <li>• Polimery inteligentne</li> <li>• Nanomateriały</li> </ul>	
Ocena właściwości użytkowych tworzyw polimerowych	K_W03, K_W07, K_U02, K_U06, K_U08, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterystyka podstawowych właściwości fizycznych tworzyw polimerowych: gęstość, porowatość, rozpuszczalność, wilgotność, nasiąkliwość, itp.</li> <li>• Podział materiałów polimerowych z uwzględnieniem metod przetwórstwa i praktycznych zastosowań.</li> <li>• Oznaczanie właściwości wytrzymałościowych (statycznych i dynamicznych) materiałów polimerowych. Właściwości termiczne i palności tworzyw sztucznych. Wyznaczanie temperatury przejść fazowych (zeszklenie, topnienie, krystalizacja). Badanie odporności cieplnej. Ocena wytrzymałości tworzyw polimerowych podczas długotrwałego ogrzewania. Metody badań odporności na starzenie i odporności chemicznej. Badania właściwości elektrycznych, magnetycznych, akustycznych i optycznych tworzyw polimerowych. Badania morfologii tworzyw polimerowych.</li> <li>• Nauka oprogramowania komputerowego sterującego urządzeniami wykorzystywanych podczas ćwiczeń laboratoryjnych oraz opracowania wyników.</li> <li>• Przygotowanie próbek do analiz.</li> <li>• Analiza termiczna tworzyw sztucznych - wyznaczanie temperatury zeszklenia i stopnia</li> </ul>	

krystaliczności polimerów metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC). Analiza reaktywności żywic epoksydowych metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC). Dynamiczna analiza mechaniczna DMA wybranych tworzyw sztucznych.

Odnawialne źródła energii

K\_W07, K\_W08, K\_U06, K\_U10, K\_U11, K\_U12, K\_K01

• Wpływ wykorzystania konwencjonalnych źródeł energii na emisję gazów cieplarnianych i zmiany klimatyczne. Strategia rozwoju energetyki odnawialnej w UE i na świecie. Rodzaje dostępnych odnawialnych źródeł energii. Charakterystyka energii promieniowania słonecznego i możliwych uzysków. • Konwersja fotowoltaiczna – efekt fotowoltaiczny, rodzaje ogniw fotowoltaicznych, charakterystyka ogniw fotowoltaicznych, projektowanie struktury układu modułów PV, charakterystyka inwertera, optymalizacja instalacji PV. • Konwersja fototermiczna – zastosowania praktyczne, kolektory słoneczne – podstawy teoretyczne, rodzaje, budowa, sprawność kolektorów słonecznych, orientacja kolektorów, obliczanie chwilowego i rocznego uzysku energii, obliczanie powierzchni kolektorów słonecznych, projektowanie instalacji solarnych, pasywne systemy wykorzystania energii słonecznej. • Energetyka geotermalna - charakterystyka źródeł geotermalnych, sposoby wykorzystania energii geotermalnej, polskie zasoby geotermalne, instalacje geotermalne. • Pompy ciepła – zasada działania, rodzaje, parametry pomp ciepła, instalacje z pompą ciepła, dolne źródła ciepła i projektowanie dolnych źródeł ciepła dla pomp ciepła. • Energetyka wodna – rodzaje turbin wodnych, dobór turbin wodnych, duże elektrownie wodne, mała energetyka wodna, projektowanie uzysku energii małej elektrowni wodnej, elektrownie oceaniczne. Energetyka wiatrowa - charakterystyka energii wiatru, przegląd konstrukcji turbin wiatrowych, parametry techniczne i charakterystyka turbin wiatrowych, projektowanie lokalizacji turbin wiatrowych, dane klimatyczne o sile wiatru, rozwój energetyki wiatrowej w Polsce i na świecie. • Magazynowanie energii. Racjonalizacja wykorzystania energii - technologie energooszczędne w przemyśle chemicznym, minimalizacja zużycia energii przez integrację procesów, wykorzystanie ciepła odpadowego.

Odnawialne źródła energii i technologie energooszczędne

K\_W08, K\_U06, K\_U08, K\_U10, K\_U11, K\_U12, K\_U19, K\_K01

• BIOMASA, BIOGAZ, BIOPALIWA • Potencjał energetyczny biomasy. Energetyczne wykorzystanie biomasy. Spalanie biomasy, chemia procesu spalania. Możliwe skale procesu spalania. Uprawy energetyczne. Połączenie upraw energetycznych i oczyszczalni ścieków. Drewno i słoma jako surowiec energetyczny. • Główne źródła pozyskiwania biogazu i ich zagospodarowanie: oczyszczalnie ścieków, wysypiska śmieci, gospodarstwa rolne. Możliwe skale procesu wytwarzania biogazu. Wady i zalety produkcji energii z biogazu. • Charakterystyka i przegląd aktualnie stosowanych paliw do silników spalinowych. • Problem samowystarczalności energetycznej rolnictwa. • Synteza biopaliw. Substraty, produkty, produkty uboczne i odpady w procesie technologicznym. • Ustawa o biopaliwach. ENERGETYKA SŁONECZNA –WYKORZYSTANIE TERMICZNE • wykorzystanie energii cieplnej promieniowania słonecznego • kolektory słoneczne – podstawy teoretyczne, budowa, projektowanie, • pasywne systemy wykorzystania energii słonecznej, • metody magazynowania energii cieplnej, • pompy ciepła i ich zastosowanie do pozyskiwania energii promieniowania słonecznego. ENERGETYKA SŁONECZNA –WYKORZYSTANIE FOTOWOLTAICZNE Fotowoltaika. Rodzaje, Ekonomia. Zastosowanie. ENERGETYKA WODOROWA • wodór jako paliwo • magazynowanie wodoru • ogniwa paliwowe ENERGETYKA GEOTERMALNA • charakterystyka źródeł geotermalnych, • sposoby wykorzystania energii geotermalnej, • polskie zasoby geotermalne. • instalacje geotermalne eksploatowane w Polsce

ENERGETYKA WODNA • duże elektrownie wodne, • mała energetyka wodna, • elektrownie oceaniczne. ENERGETYKA WIATROWA • charakterystyka energii wiatru, • przegląd konstrukcji turbin wiatrowych, • rozwój energetyki wiatrowej w Polsce i na świecie. RACJONALIZACJA WYKORZYSTANIA ENERGII • technologie energooszczędne w przemyśle chemicznym, • minimalizacja zużycia energii przez integrację procesów, • wykorzystanie ciepła odpadowego, • auditing energetyczny obiektów przemysłowych. • ciepło niskotemperaturowe pompy ciepła, transformatory ciepła, system OTEC GAZ ZIEMNY Gaz ziemny a biogaz. Charakterystyka ekologiczna gazu ziemnego. PORÓWNANIE ENERGETYKI ODNAWIALNEJ I KONWENCJONALNEJ Energetyka jądrowa (odpady promieniotwórcze, ekonomia procesu) Przyszłość polskiej energetyki. Porównanie tradycyjnych i odnawialnych źródeł energii. Znaczenie nauki w strategii rozwoju Polski. Era słoneczna i energetyka wodorowa. Modele energetyki. Ekonomia skali. Miękkie i twarde technologie. Awarie energetyczne. Decentralizacja źródeł energii.

Pakiety oprogramowania użytkowego

K\_W08, K\_U02, K\_U03, K\_U19

• Zastosowanie programu MS Excel do tablicowania funkcji, tworzenia prostych i zaawansowanych wykresów, operacji tablicowych, analizy statystycznej danych oraz rozwiązywania problemów chemicznych i modelowania prostych procesów chemicznych za pomocą solvera. • Zastosowanie programu Origin Lab do przygotowania profesjonalnych wykresów 2D i 3D, obróbki statystycznej danych, estymacji parametrów równań aproksymujących dane doświadczalne, całkowania i różniczkowania funkcji podanej w formie tabelaryzowanej. • Zastosowanie programów Matlab i/lub Maple do obliczeń arytmetycznych, przekształceń algebraicznych, rozwiązywania równań, nierówności i układów równań liniowych i nieliniowych, całkowania i różniczkowania funkcji, rozwijania funkcji w szereg, algebry macierzowej, rozwiązywania równań różniczkowych, tworzenia wykresów funkcji jednej i dwóch zmiennych. Wprowadzenie do języka programowania w programie Matlab lub Maple. Tworzenie prostych programów do rozwiązywania wybranych problemów matematycznych. • Zastosowanie programu ChemSketch do tworzenia i edycji struktur chemicznych

Podstawy CAD/CAE w przetwórstwie tworzyw polimerowych

K\_W08, K\_U02, K\_U03, K\_U05, K\_U19, K\_K01

• Student zna metody projektowania 3D-CAD dedykowanego dla przyrostowych systemów wytwórczych • Student potrafi przeprowadzić obróbkę danych modelu 3D-CAD i przygotować dane do procesu wytwórczego • Student potrafi posługiwać się wybranym systemem przyrostowego wytwarzania prototypów • Student potrafi wykonać prototyp z zastosowaniem pośredniej metody prototypowania • Student potrafi przeprowadzić proces postprocessingu i obróbki wykończeniowej na prototypie • Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie treści wykładu • Student poznaje metody i sposoby obróbki danych w procesie RP śledząc uważnie treść wykładu, zadaje pytania w celu uzyskania dodatkowych informacji • Student poznaje nowoczesne metody RP sposoby wykonywania modeli fizycznych oraz możliwości zastosowania praktycznego prototypów

Podstawy maszynoznawstwa

K\_W04, K\_U04, K\_U06, K\_U17, K\_U18, K\_U19, K\_K02

• Ogólne zasady projektowania i konstruowania aparatów chemicznych • Dyrektywa ciśnieniowa PED oraz zharmonizowane normy i przepisy prawne • Podstawowe materiały konstrukcyjne wykorzystywane w budowie aparatury chemicznej: stopy żelaza, inne metale i ich stopy, tworzywa sztuczne, szkło i ceramika, kompozyty. Zasady i kryteria ich

doboru. • Podział i podstawowe części maszyn ogólnego przeznaczenia: połączenia, wały i osie, łożyska, sprzęgła, przekładnie i napędy wraz z zasadami ich obliczeń i doboru

• Podstawowe części aparatury chemicznej: powłoki, dna, króćce, włazy, osprzęt aparatów, rurociągi i ich elementy, uszczelnienia, elementy regulujące przepływ wraz z zasadami ich obliczeń i doboru

Podstawy nauki o materiałach	K_W03, K_W08, K_U01, K_U19
<p>• Wiadomości wstępne, materiał, podział materiałów pod względem uporządkowania i rozmieszczenia atomów. Podstawowe pojęcia krystalografii: sieć krystaliczna, oś krystalograficzna, komórka krystaliczna. Układy krystalograficzne. • Sieci Bravais'ego. Węzły sieci krystalicznej. Symbole kierunków i symbole płaszczyzn sieciowych w kryształach. Pas płaszczyzn. Elementy symetrii i ich kombinacje. • Klasyfikacja kryształów oparta na wiązaniach chemicznych: kryształy jonowe, kryształy kowalencyjne, kryształy metaliczne, kryształy molekularne. Wpływ wiązania chemicznego i budowy krystalograficznej na właściwości materiałów. • Struktury gęstego ułożenia. Luki oktaedryczne i tetraedryczne. Najważniejsze struktury pierwiastków i związków chemicznych. Alotropia i polimorfizm. • Kryształy rzeczywiste. Defekty punktowe, dyslokacje, defekty płaszczyznowe. Monokryształy i polikryształy. Granice ziaren. • Cwiczenia rachunkowe: Wyznaczanie symboli węzłów, symboli kierunków krystalograficznych i płaszczyzn sieciowych. Objętość i gęstość komórki elementarnej. Promienie atomowe i jonowe. Elementy symetrii kryształów. Struktury gęstego ułożenia. Kryształy rzeczywiste.</p>	
Podstawy programowania	K_U02, K_U19
<p>• Zapoznanie się z elementami środowiska programowego i kompilatora. Utworzenie przykładowego programu w celu zapoznania z strukturami , typami danych oraz z głównymi instrukcjami sterującymi w języku C++. • Przygotowanie projektu własnego programu oraz opracowanie algorytmu. Zaimplementowanie programu z wykorzystaniem elementów programowania obiektowego. Uruchamianie i testowanie programu. Opracowanie dokumentacji oraz zaliczanie projektu.</p>	
Podstawy przenoszenia ciepła i masy	K_W03, K_W04, K_W05, K_U04, K_U05, K_U06, K_U18, K_U19, K_K01
<p>• Wymiana ciepła. Rodzaje ruchu ciepła, rzeczywiste przypadki ruchu ciepła. Przewodzenie ciepła ustalone i nieustalone. I-sze prawo Fouriera i jego zastosowanie. Konwekcja ciepła, wnikanie ciepła, równanie Newtona, przenikanie ciepła. Przewodzenie ciepła przez ścianki cylindryczne oraz o dowolnych przekrojach. Krytyczna średnica izolacji. Materiały izolacyjne, ekonomiczna grubość izolacji Całkowe i różniczkowe równanie bilansu energii, II-gie prawo Fouriera, metody rozwiązywania równań bilansu energii. Transport ciepła przez promieniowanie. Prawo Plancka, Stefana- Boltzmana, Kirchhoffa. Wymiana ciepła przez promieniowanie między ciałami stałymi, znaczenie ekranów. Promieniowanie gazów i par. Typowe korelacje wnikania ciepła. Analiza przenoszenia ciepła przez konwekcję i promieniowanie. Podstawowe zasady projektowania wymienników ciepła. Transport masy. Rodzaje ruchu masy. Ustalona dyfuzja masy. Równania Maxwella-Stefana dla dyfuzji wieloskładnikowej, gęstość strumienia masy i strumienia dyfundującej masy. I-sze prawo Ficka, uogólnione prawo Ficka. Dyfuzja równomolowa przeciwkierunkowa, dyfuzja składnika przez inert. Obliczenia współczynników dyfuzji. Całkowy i różniczkowy bilans masy, II prawo Ficka. Rozwiązania analityczne różniczkowego bilansu masy. Konwekcja masy, wnikanie masy, modele wnikania masy. Korelacje opisujące typowe przypadki wnikania masy. Przenoszenie masy między fazami, strumień przenikającej masy, przypadki zaniku</p>	

oporów transportu masy.. Zasady projektowania wymienników masy: teoretyczny wymiennik jednostopniowy, wymiennik wielostopniowy, wyznaczanie liczby stopni metodą graficzną i analityczną. Sprawność półki i kolumny. Wymienniki o ciągłym kontaktowaniu faz z przepływem tłokowym, równania strumienia, średnie siły (moduły) napędowe, średnie nachylenie linii równowagi. Model wymiennika masy z uwzględnieniem dyspersji wzdłużnej. Algorytm obliczeń wysokości wymiennika masy.

Podstawy technologii chemicznej	K_W03, K_W05, K_W07, K_U01, K_U06, K_U08, K_U19, K_K01
---------------------------------	--

• Podstawowe definicje. Zasady projektowania nowych technologii. Teoria podobieństwa i jej wykorzystanie do opracowania wyników badań i przy projektowaniu. • Własności gazów i cieczy. Podobieństwo zmian własności. Metody obliczania własności gazów i cieczy. • Chemiczna koncepcja metody. Stechiometria reakcji. Obliczanie składu mieszaniny reakcyjnej. Efekt cieplny reakcji. • Powinowactwo chemiczne. Równowaga chemiczna - koncepcja i zagadnienia. Skład równowagowy mieszaniny reakcyjnej.

Praca dyplomowa	K_W07, K_U01, K_U03, K_U16, K_U18, K_U19, K_K01, K_K02, K_K03
-----------------	---

• Zapoznanie się z fachową literaturą przedmiotu • Wykonanie pomiarów eksperymentalnych, stworzenie programu komputerowego lub wykonanie innych prac związanych z wykorzystaniem narzędzi badawczych odpowiednich dla studiowanego obszaru i profilu kształcenia. Opracowanie wyników badań w formie pisemnego raportu. • Omówienie sposobu przygotowania prezentacji multimedialnej, zasady wygłaszania referatów. Prezentacja projektu dyplomowego. Dyskusje po prezentacji multimedialnej wyników badań własnych przedstawianych przez studentów.

Praktyka zawodowa	K_U11, K_U13, K_U14, K_U17, K_U18, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
-------------------	---

• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Poszerzenie w sposób praktyczny zdobytej w toku kształcenia wiedzy. Zapoznanie się ze sposobem funkcjonowania zakładu/firmy/placówki oraz ich wewnętrznymi procedurami. Przygotowanie do przyszłej pracy zawodowej.

Procesy mechaniczne i aparatura procesowa, intensyfikacja procesów	K_W03, K_W04, K_W09, K_U04, K_U05, K_U06, K_U09, K_U19, K_K01
--	---

• Kryteria podziału procesów jednostkowych i klasyfikacja aparatury procesowej. Wprowadzenie do projektowania oraz zasady intensyfikacji przebiegu procesów. • Intensyfikacja procesów przepływowych w układach prostych: parametry charakterystyczne; wpływ burzliwości przepływu na efektywność przebiegu i koszt realizacji procesów. • Transport cieczy i gazów. Zasada działania pomp tłokowych i wirowych. Wysokość ssania i pompowania. Charakterystyki, warunki i punkt pracy pomp. Łączenie pomp. • Pompy tłokowe i wirowe. Sprężarki tłokowe i wirowe. Pompy i sprężarki specjalne. Pompy próżniowe • Wprowadzenie do przepływów w układach złożonych z udziałem fazy rozdrobnionej. Charakterystyka materiałów rozdrobnionych. Rozdrabnianie ciał stałych; praca rozdrabniania, urządzenia do rozdrabniania. Metody kontaktu faz: w złożu nieruchomym materiału rozdrobnionego, fluidyzacji, transporcie pneumatycznym. • Podstawy mechanicznych procesów rozdziału zawiesin: opór ośrodka, prędkość opadania. • Metody rozdziału faz: sedymentacja, klasyfikacja, flotacja, filtracja i wirowanie, odpylanie gazów. Aparatura do sedymentacji, klasyfikacji, flotacji, filtracji i wirowania, odpylania gazów. • Mieszanie cieczy. Zużycie mocy podczas mieszania cieczy. Mieszalniki i mieszadła. • Aparatura do wymiany ciepła i masy - zasady intensyfikacji przebiegu procesów oraz ocena funkcjonalności i nowoczesności

konstrukcji: wymienników ciepła, wyparek, krystalizatorów, aparatów do destylacji i kolumn rektyfikacyjnych, absorberów i adsorberów, ekstraktorów i suszarek. • Cykl życia produktu, aparatu i instalacji produkcyjnej	
Projekt technologiczny	K_W03, K_W05, K_U02, K_U03, K_U05, K_U09, K_U19, K_K01
<p>• Wprowadzenie do metod projektowania zintegrowanych systemów technologicznych. Charakterystyka programów symulacyjnych i strategii symulacji. Definicje i organizacja obliczeń. Podstawowe zasady doboru modeli termodynamicznych. • Wprowadzenie do obliczeń symulacyjnych procesów technologicznych (przepływ informacji, analiza stopni swobody, modele wybranych procesów, klasyfikacja metod symulacji, obliczenia numeryczne, użyteczne opcje – żądanie projektowe, analiza wrażliwości. Obliczenia właściwości fizykochemicznych roztworów. • Zasady doboru procesów i parametrów pracy aparatów, wybór reaktora i parametrów prowadzenia reakcji, procesy rozdzielania – podstawy. Obliczanie procesów z reakcją chemiczną i reaktorów. Obliczanie wymienników ciepła. • Kryteria oceny projektu – „czysta” technologia chemiczna. Metoda hierarchiczna, przykład zastosowania. Podstawy metody równoczesnej. Obliczanie rozdzielaczy z dwoma fazami ciekłymi. • Heurystyki projektowe Obliczanie podstawowych operacji jednostkowych i analiza wyników (destylacja równowagowa, rektyfikacja, destylacja ekstrakcyjna, absorpcja). • Projektowanie systemów procesowych – podstawy, zakres projektu wstępnego, organizacja procesu projektowania, kryteria oceny systemu technologicznego, podstawowe strategie projektowania systemów Obliczanie sieci rurociągów i ich elementów. Obliczanie podstawowych operacji transportu płynów (pompy, sprężarki, rozprężarki, zawory). • Zastosowanie analizy wrażliwości jako narzędzia doboru parametrów pracy aparatów. • Obliczenia optymalizacyjne kolumny rektyfikacyjnej.</p>	
Projektowanie aparatury do magazynowania i transportu wodoru	K_W03, K_W08, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U09, K_K01
<p>• Dyrektywa ciśnieniowa 2014/68/UE i rozporządzenie Ministra Rozwoju w sprawie wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych (Dz.U. z dn. 15.07.2016, poz. 1036), wytyczne UDT dot. projektowania zbiorników ciśnieniowych, normy harmoniczne. • Procedury oceny zgodności z wymogami prawnymi, zakres dokumentacji technicznej, sposób oznakowania aparatów ciśnieniowych, rurociągów, osprzętu ciśnieniowego i zabezpieczającego. Analiza zagrożeń instalacji zawierających wodór, projektowanie z uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa. • Obliczenia wytrzymałościowe powłok aparatów, wymagania materiałów dla aparatury do magazynowania i transportu wodoru w stanie gazowym i ciekłym. • Termodynamiczne aspekty ładowania i rozładowywania magazynów wodoru i jego mieszanin z gazem ziemnym, zalecane równania stanu, efekt Joule’a-Thomsona. • Projektowanie sprężarek do transportu wodoru i mieszanin gazowych zawierających wodór w rurociągach na dużych odległościach, przy napełnianiu dużych ciśnieniowych zbiorników magazynujących wodór, przy napełnianiu małych zbiorników (stacje ładowania stosowane w transporcie). • Instalacje skraplania wodoru. • Inne metody magazynowania wodoru.</p>	
Projektowanie aparatury do przenoszenia ciepła	K_W03, K_W04, K_W05, K_U04, K_U05, K_U06, K_U08, K_U19, K_K01
<p>• Wymienniki ciepła: zasady projektowania; konstrukcja wymienników, bilans energetyczny, średnia różnica temperatur w wymienniku: współprądowy, przeciwprądowy i krzyżowy przepływ mediów; temperatura ścianki obliczanie powierzchni wymiany</p>	

<p>ciepła. Wyparki; zatężanie roztworów nielotnych substancji stałych w lotnych rozpuszczalnikach; roztwory i emulsje; zastosowanie odparowania w praktyce przemysłowej, bilans materiałowy wyparki jednostopniowej; bilans energetyczny jednego stopnia; wielostopniowe baterie wyparne: współprądowa i przeciwprądowa bateria wyparna; straty temperaturowe w wielostopniowej instalacji wyparnej: fizykochemiczna, hydrostatyczna i hydrauliczna depresja temperatury; optymalna liczba stopni w baterii; obliczanie instalacji wielostopniowej. • Projektowanie wymiennika płaszczowo-rurowego z wykorzystaniem programu ASPEN PLUS, projektowanie geometrii wymiennika, obliczenia wytrzymałościowe. • Obsługa prostych aparatów do wymiany ciepła, wyznaczanie współczynników wymiany ciepła</p>	
Projektowanie parametryczne w Autodesk Inventor	K_W08, K_U02, K_U03, K_U19
<p>• Interface programu Autodesk Inventor • Parametryczne kreślenie figur na płaszczyźnie - stosowanie więzów geometrycznych i wymiarowych • Różne metody kreślenia pozwalające na uzyskanie tego samego modelu bryły • Wykrywanie i poprawianie błędów • Narzędzia do tworzenia i modyfikacji elementów 3D • Elementy konstrukcyjne • Określenie własności podzespołu • Zapisywanie elementów składowych projektowanego zespołu • Składanie zespołu z części - określanie stopni swobody, więzy zespołu i ruchu • Korzystanie z bazy gotowych elementów • Tworzenie dokumentacji płaskiej • Samodzielne wykonanie projektu elementu aparatury chemicznej</p>	
Przemysłowe tworzywa polimerowe	K_W03, K_W08, K_U01, K_U08, K_U19, K_K01
<p>• Rodzaje tworzyw polimerowych stosowanych w przemyśle • Podział polimerów ze względu na zakres ich zastosowania</p>	
Reaktory chemiczne	K_W03, K_W05, K_W07, K_U05, K_U06, K_U19, K_K01
<p>• Kinetyka reakcji chemicznych. Zależność szybkości reakcji od stężenia i temperatury. Obliczanie składu mieszaniny poreakcyjnej. • Reaktory chemiczne – bilans materiałowy. Reaktor okresowy. Metody analizy danych kinetycznych. Reakcje proste i złożone w reaktorze okresowym. • Reaktor przepływowy z mieszaniem. Kaskada reaktorów przepływowych. Reaktor rurowy. Reaktor półokresowy. Reaktor rurowy z recyklem. • Porównanie reaktorów dla reakcji prostych. Porównanie reaktorów dla reakcji złożonych.</p>	
Seminarium dyplomowe	K_W07, K_U01, K_U16, K_K01, K_K03
<p>• Komunikacja interpersonalna: podstawowe aspekty, budowanie wiarygodności i zaufania. Zasady komunikacji werbalnej, techniki argumentacji. Rola głosu. Zasady komunikacji niewerbalnej: mimika, kontakt wzrokowy, gestykulacja, postawa i ruchy ciała, dystans interpersonalny. Rola wyglądu zewnętrznego. Wystąpienia publiczne: rodzaje, przygotowanie, radzenie sobie ze stresem. Wybrane sytuacje autoprezentacyjne: zdawanie egzaminów, obrona pracy dyplomowej, rozmowa kwalifikacyjna. • Zakres i tematyka pracy inżynierskiej. Gromadzenie danych literaturowych, ich ocena i selekcja. Omówienie konstrukcji i zasad pisania pracy dyplomowej. Omówienie sposobu przygotowania prezentacji multimedialnej. Konsultacje podczas realizacji pracy. Dyskusje po wygłoszeniu prezentacji multimedialnej.</p>	
Statystyka i opracowanie wyników	K_W08, K_U02, K_U19
<p>• LIMS (Laboratory Information Management System) - wybrane problemy zarządzania wynikami badań w laboratorium. • Baza danych doświadczalnych. Odrzucanie obserwacji odstających i selektywne wykorzystanie danych. • Metody analizy eksploracyjnej danych</p>	

analitycznych, statystyki opisowe i przekroje danych, testy normalności, wykresy statystyczne. Szeregi szczegółowe i rozdzielcze. • Testowanie hipotez statystycznych. Testy nieparametryczne i parametryczne. • Metody regresji wielokrotnej. Badanie korelacji między zmiennymi. • Jedno- i wielokrotna analiza wariancji. Analiza dyskryminacyjna, analiza czynnikowa i analiza składowych głównych. • Dopasowanie rozkładu danej zmiennej do rozkładu teoretycznego. • Zarządzanie danymi w programie STATISTICA. Charakterystyki liczbowe rozkładu zmiennej. • Badanie empirycznego rozkładu zmiennej. Szeregi rozdzielcze. Wnioskowanie statystyczne - testy nieparametryczne. • Wnioskowanie statystyczne - testy nieparametryczne. • Analiza zależności zjawisk: regresja liniowa i nieliniowa. • Analiza wariancji.

Technologia chemiczna	K_W06, K_W07, K_W08, K_U06, K_U08, K_U10, K_U19, K_K01
-----------------------	--

• Wiadomości wstępne. Zasady zielonej chemii. Aktualne trendy w technologii chemicznej. • Baza surowcowa przemysłu chemicznego i petrochemicznego - surowce odtwarzalne, mineralne i kopalne. Przeróbka podstawowych surowców odnawialnych. • Wybrane procesy przemysłu chemicznego nieorganicznego. • Podstawowe procesy przeróbki węgla kamiennego, • Przeróbka gazu ziemnego. Gaz syntezowy i kierunki jego wykorzystania. • Przeróbka zachowawcza i destrukcyjna ropy naftowej. Wytwarzanie paliw, olefin i związków aromatycznych. • Wybrane procesy wielkotonażowej syntezy organicznej. Wytwarzanie metanolu, chlorku winylu, styrenu, kwasu tereftalowego, glikolu etylenowego i innych. • Wykonanie sześciu ćwiczeń z grupy: Synteza ważnych technicznie związków organicznych, jak np. kaprolaktamu oraz oksymu cykloheksanolu, Przeróbka surowców naturalnych: produkcja cukru z buraków cukrowych, paliwa biodiesel, furfuralu z otręb, skrobii z ziemniaków, celulozy z waty celulozowej, olejków eterycznych z wybranych surowców. Kaustyfikacja sody Ekstrakcja kwasu fosforowego z rudy Wyodrębnianie chlorku potasu z sylwinitu Otrzymywanie sody kalcynowanej Uzyskiwanie siarki z rudy siarkowej

Technologia monomerów	K_W03, K_W07, K_U06, K_U08, K_U10, K_U17, K_U19, K_K01
-----------------------	--

• Wiadomości wstępne. Monomery olefinowe. Dieny • Monomery winylowe i akrylowe. • Alkohole wielowodorotlenowe • Formaldehyd. Oksirany i alkohole wielowodorotlenowe • Kwasy karboksylowe i ich pochodne. • Poliaminy alifatyczne i aromatyczne. • Diizocyjaniany • Fenole. Mocznik i melamina. • Syntezy trzech wybranych monomerów

Technologia przetwórstwa tworzyw polimerowych	K_W05, K_W08, K_U02, K_U03, K_U05, K_U08, K_U19, K_K01
---	--

• Środki pomocnicze do przetwórstwa tworzyw sztucznych. Przygotowanie tworzyw do przetwórstwa. Obróbka formująca. Wyłaczanie i technologie pochodne. Wtryskiwanie i technologie pokrewne. Nanoszenie, natryskiwanie. Maczanie. Powlekanie. Laminowanie. Prasowanie tłoczne i przetłoczne. Walcowanie i kalandrowanie. Spienianie. Spiekanie. Obróbka wykańczająca tworzyw sztucznych. Formowanie wtórne. Łączenie i gięcie. Obróbka powierzchni wyrobów: barwienie, drukowanie, metalizacja. Obróbka wiórowa. Ulepszanie powierzchni. Projekt: Podstawowe narzędzia stosowane w przetwórstwie tworzyw sztucznych Formy wtryskowe do termoplastów. Zastosowanie programów CAD CAM w projektowaniu. Laboratorium: Badanie wpływu parametrów prasowania tłoczego tłoczy termoutwardzalnych na właściwości wyprasek. Nastawianie procesu wtryskiwania termoplastów. Badania wpływu parametrów prasowania wtryskowego termoplastów na właściwości wytrzymałościowe wyprasek. Badanie wydajności wyłaczania profili z tworzyw sztucznych. Badania wpływu parametrów wyłaczania z

rozdmuchem na właściwości folii z poliolefin. Kompozyty poliestrowo-szklane (laminaty). Klejenie metali. Wyznaczanie optymalnego czasu walcowania mieszanek kauczukowych. Badanie wpływu wybranych parametrów na wytrzymałość spoin zgrzewanych z folii polimerowych. Przetwórstwo past polichlorowinyloowych. Galwaniczna metalizacja tworzyw sztucznych 11.Otrzymywanie wyrobów z tworzyw sztucznych metodą odlewania 12.Termoformowanie

Technologie informacyjne

K\_W08, K\_U02

• System operacyjny Windows. Sieci komputerowe. Poczta elektroniczna. Podstawy Internetu. Wyszukiwanie informacji w Internecie. Kształcenie z wykorzystaniem Internetu. • Edytory: tekstu, prezentacji, schematów i diagramów. Opracowanie danych laboratoryjnych. • Edytory struktur chemicznych • Opracowanie witryny internetowej • Definicje podstawowych pojęć: algorytm, program komputerowy, system komputerowy, system informatyczny, system operacyjny. Główne elementy składowe komputera i ich funkcje. Komputer wieloprocesorowy. • Systemy operacyjne i ich rodzaje. Programy narzędziowe i użytkowe. • Wirusy komputerowe, zabezpieczanie i profilaktyka. Sieci komputerowe (Internet, Intranet). Systemy telekomunikacyjne. Budowa stron internetowych. Zagadnienia prawne, etyczne i społeczne wynikające z rozwoju informatyki. • Formalizmy reprezentacji algorytmów: sieć przepływu informacji, sieć działania programu. Cykl tworzenia programu komputerowego: specyfikacja, projektowanie, kodowanie, testowanie, dokumentowanie. • Podstawowe elementy konfiguracji środowiska programowego i kompilatora języka C++/C#. Budowa programu w języku C++/C#. Deklaracje zmiennych i procedur oraz ich implementacja. Typy danych zdefiniowane w języku C++/C#. Pojęcie obiektu. • Główne instrukcje sterujące w języku C++/C#. Zmienne statyczne, dynamiczne oraz zarządzanie pamięcią komputera. Programowanie rozgałęzień i cykli. Definicja procedur i funkcji. Budowa procedur zagnieżdżonych. Testowanie programu zgodnie z zasadami inżynierii oprogramowania.

Technologie wodorowe w przemyśle chemicznym

K\_W03, K\_W07, K\_U03, K\_U08, K\_U10, K\_K01

• Wiadomości wstępne. Terminologia i podział procesów wodorowych. • Źródła i produkcja wodoru (m.in. wytwarzanie wodoru metodą katalitycznej konwersji węglowodorów z parą wodną, zgazowanie surowców stałych i ciekłych, wodór z procesów reformingu, pirolizy olefinowej, wodór z gazów rafineryjnych, wodór z metanolu, elektroliza, wodór ze źródeł odnawialnych - biomasy). • Rola wodoru w procesach rafineryjnych i petrochemicznych (procesy hydorafinacji produktów naftowych, hydrokrakowania olejów, hydrodealkilowania węglowodorów alkiloaromatycznych, uwodornienia związków nienasyconych, aromatycznych oraz różnych innych związków organicznych w celu wytworzenia wielkotonażowych produktów). • Reakcje uwodornienia w produkcji chemikaliów specjalistycznych. • Chemiczne formy magazynowania wodoru, Metale w generowaniu wodoru, Wodór w chromatografii gazowej, Wodór w procesach oczyszczania.

Termodynamika techniczna

K\_W03, K\_W06, K\_U06, K\_U19, K\_K01

• Równania stanu płynów, wybrane funkcje termodynamiczne. Przemiany charakterystyczne płynów rzeczywistych. Podstawy termodynamiczne obiegów chłodniczych i ciepłych. Równania stanu dla roztworów rzeczywistych, obliczanie funkcji termodynamicznych dla roztworów rzeczywistych. Podstawy równowag w układach wielofazowych: fugatywności, aktywności i metody ich obliczania. Równowaga fazowa układu ciecz-ciecz, ciecz-para, ciecz- ciało stałe.

Wybrane operacje jednostkowe	K_W03, K_W05, K_U05, K_U06, K_U08, K_U18, K_U19, K_K01
<p>• Mechanizmy przenoszenia masy. Równanie dyfuzji i jego zastosowanie. Bilans masy w układzie płyn-ciało stałe • Proces wymiany masy podczas opływu ciała stałego cieczą dla małych i dużych wartości liczby Reynoldsa. Wymiana masy przy konwekcji naturalnej. • Cel i sposoby procesu rozpuszczania. Podstawowe pojęcia. Kinetyka rozpuszczania. Różne sposoby realizacji procesu rozpuszczania. • Cel i sposoby prowadzenia procesu krystalizacji. Pojęcia podstawowe. Tworzenie i wzrost kryształów. Równowaga fazowa. Bilans masowy i cieplny. Specjalne sposoby prowadzenia krystalizacji. • Cel i sposoby prowadzenia procesów membranowych. Struktura i wytwarzanie membran. Klasyfikacja membran. Siła napędowa procesu i opory transportu. Modele transportu masy w membranie. Zastosowania procesów membranowych. • Zapoznanie z przemysłowymi aparatami i technikami prowadzenia procesów wymiany masy z udziałem fazy stałej • Metody i procedury obliczeniowe w typowym procesie wymiany masy</p>	
Wychowanie fizyczne	K_U17, K_U18
<p>• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m). • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: - zanurzanie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytopenie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem.</p>	
Język obcy - lektorat z języka angielskiego	K_U13, K_U15, K_U19
<p>• poziom B2 niższy: Organizacje – role i obowiązki wewnątrz organizacji; innowacyjność w firmie • Komunikacja podczas pierwszego spotkania; pogawędka/łamanie lodu; marki i marketing; • Komunikacja w zespole; prezentacje; formalne i pół-formalne maile. • Poziom B2 wyższy: Kultura korporacyjna; utrzymanie pracowników w firmie; budowanie relacji • Prezentowanie siebie; szkolenia i rozwój. • Strategie HR; komunikacja w zespole; prowadzenie spotkań. • Poziom C1: Innowacje w biznesie; innowacyjne myślenie;</p>	

perswadowanie. • Angażowanie się podczas prezentacji; Gospodarka o obiegu zamkniętym i liniowym. • Cykl życia produktów; klarowanie informacji; efektywne spotkania. • poziom B2 niższy: Poszukiwanie pracy; rozmowa o pracę. • List motywacyjny; strategie biznesowe; analiza czynników podczas planowania w biznesie. • Rozwiązywanie problemów; raportowanie przyczyn i skutków. • Poziom B2 wyższy: Finanse i kryzysy ekonomiczne; rywalizacja w biznesie; reagowanie na złe wiadomości. • Klarowanie informacji; raportowanie; technologia w biznesie. • Radzenie sobie z trudnym rozmówcą; negocjacje; propozycje biznesowe. • Poziom C1: Finanse i inwestycje finansowe; kwestionowanie faktów; rozpatrywanie opcji. • Analiza budżetu; innowatorzy/prekursorzy w biznesie. • Rozwiązywanie problemów; raportowanie i planowanie. • poziom B2 niższy: Logistyka; sprzedaż internetowa; komunikacja podczas współpracy. • Negocjacje; zażalenia; przedsiębiorczość/prowadzenie firmy. • Wywieranie wpływu na ludzi; przedstawianie faktów i danych. • Poziom B2 wyższy: Kultura korporacyjna; utrzymanie pracowników w firmie; budowanie relacji. • Prezentowanie siebie; szkolenia i rozwój. • Strategie HR; komunikacja w zespole; prowadzenie spotkań. • Poziom C1: Strategie marketingowe; perswazja; prezentowanie danych. • Budowanie relacji w oparciu o zaufanie; branża turystyczna. • Kontakty w biznesie; urozmaicanie prezentacji opowiadaniem, korespondencja w biznesie. • poziom B2 niższy: Różnice kulturowe; praca za granicą; podejmowanie decyzji. • Budowanie relacji; rekomendacje/sugestie; przywództwo. • Informacje zwrotne – udzielanie i przyjmowanie; prowadzenie spotkań. • Poziom B2 wyższy: Zarządzanie czasem; nagłe zdarzenia. • Trudne negocjacje; email z uzasadnieniami; zarządzanie zmianami. • Coaching i mentoring; burza mózgów. • Poziom C1: Konflikt w pracy; dawanie wsparcia; mediacje. • Raportowanie konfliktów w pracy; sposoby myślenia w biznesie. • Ewaluacja pracownika; samoocena.

Język obcy - lektorat z języka francuskiego

K\_U13, K\_U15, K\_U19

• Opowiadanie i relacjonowanie wydarzeń w czasie przeszłym. • Paryż jako stolica mody. • Miejsce zaimków COD/COI w różnych czasach. • Zawody zanikające i nowoczesne. • Prezentacja znanego projektanta mody. • Zaimki rzeczowne wskazujące i dzierżawcze. • Zaimki względne proste i złożone. • Strój ponadczasowy- jeans. • Skargi i rozwiązania problemów, udzielanie rad. • Wyrażanie przyczyny i skutku. • Tryb „subjonctif” w wyrażaniu celu. • Zasady ruchu drogowego- nakazy i zakazy. • Pytania w mowie zależnej. • Wybór zawodu, uzasadnienie wyboru. • Wyrażanie przyczyny. • Mieszkanie w kraju i za granicą, argumentacja. • Symbole narodowe Polski i Francji. • „Le passé simple- czas literacki”. • Porównania- różne style mieszkań, stopień wyższy przymiotników nieregularnych. • Rynek nieruchomości we Francji i w Polsce. • Wyrażanie przyzwolenia. • Emigracja i mobilność, wyrażanie opinii. • „Le savoir-vivre” zasady dobrego wychowania. • Wypada/ nie wypada podobieństwa i różnice w obyczajach polskich i francuskich. • Przeczenie- podsumowanie. • Wyrażanie zakazu. • Wyrażanie hipotezy. • Strona bierna w artykule prasowym. • Zmiany klimatyczne- słownictwo związane z ekologią. • Nasze zachowania ekologiczne. • Plany na przyszłość, wyrażenia czasowe. • Emeryci kiedyś i dziś; zmiany w zachowaniu i postrzeganiu seniorów. • Tworzenie przedsiębiorstwa- wizja rozwoju. • Wynalazki, które zrewolucjonizowały nasze życie. • Wyrażanie hipotezy i warunku. • Rozwiązania ekologiczne w skali miasta, regionu, kraju. • Przyjaciel idealny; stopień najwyższy przymiotnika. • Współcześni idole. • Prezentacja ulubionej postaci. • Pasje w naszym życiu. • Zgodność czasów w opowiadaniu. • Globalizacja, skutki pozytywne i negatywne. • Konstrukcje czasownikowe z bezokolicznikiem. • Wyrażanie sprzeciwu wobec propozycji. • Sztuka argumentacji w wystąpieniu. • Telefon komórkowy piekło czy raj? • Gdzie kończy się Europa?- informacje o Unii Europejskiej. • Czasowniki przydatne w argumentacji. • Spójność argumentacji- łączniki logiczne. • Transformacje

zdań- wyrażanie związków logicznych. • Szkolnictwo wyższe- fakty i oczekiwania. • Prezentacja wybranego przedsiębiorstwa.

Język obcy - lektorat z języka niemieckiego | K\_U13, K\_U15, K\_U19

• Nowoczesne media komunikacyjne. Nawiązywanie kontaktów - Speed-Dating. • Określanie własnych umiejętności językowych - praca z filmem. Deklinacja przymiotnika po rodzajniku określonym, nieokreślonym i bez rodzajnika. • Kompetencje medialne, umiejętność twórczego wykorzystania internetowych zasobów w uczeniu się języka obcego, nawigowanie w sieci. Przysłówki czasu. • Biznesowe spotkania w nowym gronie, formy powitania, przedstawiania siebie i innych. • Strategie uczenia się języka obcego zawodowego. • Spotkania prywatne i służbowe. Partykuły modalne. • Planowanie i organizacja uroczystości. • Zaproszenia ustne i pisemne, uzgadnianie terminu spotkania. Rekcja czasowników. Przysłówki zaimkowe w pytaniach i odpowiedziach. • Etapy historii Niemiec po 1945 roku. Praca z filmem - „Oktoberfest”. • Planowanie i przygotowanie prezentacji. • Posiłek biznesowy, quiz ze znajomości etykiety. • Prezentacja, cechy dobrej prezentacji. • Przygotowanie prezentacji produktu. • Planowanie urlopu, oferty biur podróży. Przypuszczenia - czasownik „werden + wohl” + bezokolicznik • Zakwaterowanie, noclegi - ocena hotelu, opinie na stronie internetowej. Zdania względne, zaimki względne. • Komunikacja miejska w krajach niemieckojęzycznych. • Podróże i pojazdy przyszłości. Czas przyszły „Futur I”. • Praca z filmem - podróże marzeń. • Organizacja konferencji, wybór hotelu, korespondencja służbowa. • Rynek mieszkaniowy, różne formy zamieszkiwania. Rzeczowniki złożone. • Wspólnota mieszkaniowa, akademik. Poszukiwanie mieszkania, ogłoszenia. Przyimki określenia czasu. • Pokój studencki, wyposażenie, opis funkcji poszczególnych mebli i przedmiotów. • Zamiana mieszkań na okres wakacji. Szyk wyrazów w zdaniu głównym. • Dom wielopokoleniowy. • Biuro, wyposażenie, przyjazny klimat. • Wspólnota mieszkaniowa ludzi biznesu, wady i zalety. • Co nas fascynuje w elektryczności? Prezentowanie wykonywanego zawodu - praca z filmem. • W dziale serwisu. Idealne miejsce pracy. Tryb przypuszczający. • Ogłoszenia o pracę, życiorys. • Różne metody poszukiwania pracy- Speed- Dating. Rady i wskazówki dla ubiegających się o pracę. Zdania z „damit” i „um...zu”. • Podanie o pracę, udzielanie informacji na temat swojego wykształcenia i doświadczenia zawodowego. • Small-talk , wyrażanie opinii na temat wykonywanego zawodu - wady, zalety. • Sławni kompozytorzy i muzycy, notatka biograficzna. Przeczenia. • Style w muzyce, instrumenty muzyczne, zespoły muzyczne. • Festiwale i koncerty muzyczne w krajach niemieckojęzycznych, kalendarz imprez muzycznych. • Planowanie wspólnego wieczoru, zaproszenie na koncert, pisanie prywatnego maila. • Zespół „Rammstein” - prezentacja zespołu. Uzasadnianie wyboru. Zdania z „denn”, „weil”, „nämlich”, „deshalb”. • Niemiecka muzyka rockowa - praca z filmem. • Przygotowanie prezentacji na temat niemieckiej muzyki rockowej. • Gry planszowe, teleturnieje. Reguły ulubionych gier. Strona bierna. • Co stanowi o dobrym komputerze? Handel elektroniczny, sklep internetowy • Psychologia sprzedaży, interpretowanie zachowań odbiorcy działań marketingowych. Strona bierna z czasownikami modalnymi. • Przyzwyczajenia konsumentów podczas robienia zakupów, identyfikacja różnic w zachowaniu konsumentów. • Dyskusja na temat zakupów online - pozytywy, negatywy. • Zawartość portfela, konto bankowe, karty kredytowe. • Zdobywanie nowych umiejętności, podnoszenie kwalifikacji, oferty kursów, certyfikaty. Dopełniacz rzeczownika. • Zaawansowane techniki wyszukiwania informacji, systemy kształcenia na odległość, platformy edukacyjne. • Wyposażenie nowoczesnego laboratorium językowego. Przyimki określenia miejsca. • System kształcenia w Niemczech - forum dyskusyjne. • Mechatronika-elektronika przyszłości. Zawody techniczne, obsługa i opis sprzętu technicznego, instrukcje obsługi. Przyimki z celownikiem i biernikiem. •

Elektronika i jej obszary. Awarie i uszkodzenia urządzeń. Tryb rozkazujący. • Komunikacja jest wszystkim-również w elektronice. Reklamacje - korespondencja mailowa.

Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego

K\_U13, K\_U15, K\_U19

• Wygląd zewnętrzny. • Nazywanie cech charakteru. • Pytanie o dane personalne. • Przetwarzanie i przekazywanie informacji. • Problemy etyczne. • Zaimki osobowe z przyimkiem lub bez niego. • Wyposażenie domu. • Czas terażniejszy czasowników. • Rynek nieruchomości. • Rzeczowniki • Remont mieszkania. • Przymiotniki • Wymagania szkolne. • Czasowniki: учить, учиться, изучать • System oświaty w Polsce i w Rosji. • Wymagania szkolne. • Przyimki: в, на • Zawody i stanowiska. • Czynności związane z wykonywaniem różnych zawodów. • Praca zawodowa. • Opisywanie pracy dorywczej. • Opisywanie rynku pracy. • Czas terażniejszy czasowników. • Nasze portfolio. • Redagowanie listu motywacyjnego. • Redagowanie CV. • Rzeczowniki. • Święta rodzinne. • Nazywanie i opisywanie świąt i uroczystości. • Zaimki dzierżawcze. • Członkowie rodziny, koledzy i przyjaciele. • Czas wolny i styl życia • Czasowniki zwrotne. • Stosunki między ludźmi. Przystawki miejsca i kierunku. • Artykuły spożywcze. Nazywanie artykułów spożywczych. • Nazywanie opakowań produktów. • Lokale gastronomiczne. • Liczebniki 1,2,3,4 w połączeniu z rzeczownikiem i przymiotnikiem. • Opisywanie diet. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Zaimki wskazujące. • Tryb rozkazujący. • Usługi dla ludności. • Kupno i sprzedaż. Czasowniki купить/покупать. • Bank (środki płatnicze). Liczebniki główne. Rzeczownik рубль. • Towary. • Reklama. Przystawki stopnia i miary. • Środki transportu Ciekawe miejsca w Rosji. • Opisywanie czynności związanych z podróżowaniem. • Nazywanie i opisywanie bazy noclegowej. • Rzeczowniki zakończone na -ий -ия, -ие. • Opisywanie wycieczek i zwiedzania. • Wyrażanie i uzasadnianie opinii i poglądów. • Redagowanie blogu. • Dziedziny sztuki (film). • Gatunki filmowe. • Mass media. • Czas terażniejszy czasowników. • Dyscypliny sportowe. • Obiekty sportowe. • Sportowcy. • Sprzęt sportowy. • Stopień wyższy przymiotników. • Zawody sportowe. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Opisywanie samopoczucia. • Nazywanie i opisywanie objawów chorób i sposobów ich leczenia. • Leczenie. • Przyimki w konstrukcjach określających czas i kierunek • Uzależnienia. • Tryb rozkazujący • Nazywanie podstawowych urządzeń technicznych. • Opisywanie czynności związanych z korzystaniem z podstawowych urządzeń technicznych. • Komputer i internet. Nazywanie elementów z dziedziny „Komputer i Internet”. • Flora i fauna. • Nazywanie i opisywanie roślin i zwierząt. • Opisywanie krajobrazu. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękko-tematowe. • Katastrofy i klęski żywiołowe. • Przymiotniki twardo- i miękko-tematowe. • Ekologia. • Opisywanie czynności związanych z ochroną środowiska naturalnego. • Rosja. Opisywanie struktury państwa. • Nazywanie urzędów. • Organizacje społeczne i międzynarodowe. • Czas terażniejszy czasowników • Gospodarka narodowa. • Konflikty wewnętrzne i międzynarodowe • Życie społeczne. Zaimek себя. • Wyrażenie друг друга. • Konflikty międzynarodowe. • Konstrukcje z trybem rozkazującym typu: Будь я президентом, не было бы такого!. • Problemy socjalne. Słownictwo związane z wybranymi problemami współczesnego społeczeństwa. • Konstrukcje czasowe z przyimkami за i через. • Mistrz i Małgorzata. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje dotyczące życia i twórczości Michała Bułhakowa. • Mitologia. Informacje encyklopedyczne dotyczące wybranych zagadnień z mitologii słowiańskiej. • Wasilij Kandinskij. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Wasilija Kandinskiego. • Relacjonowanie treści tekstu. • Iwan Szukszyn. Rozumienie tekstu czytanego zawierającego informacje n/t Iwana Szyszkina • Relacjonowanie treści tekstu. • Bajki rosyjskie. • Rzeczownik z przymiotnikiem. • Święta w Rosji. Nazywanie i opisywanie świąt. • Święta w Polsce. Nazywanie i opisywanie świąt.

Komunikacja i współpraca w zespole	K_W10, K_U17, K_U18, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komunikacja jako podstawa budowania dobrych relacji z otoczeniem.</li> <li>• Kluczowe aspekty komunikacji interpersonalnej.</li> <li>• Techniki wspierające efektywną komunikację.</li> <li>• Dobry zespół czyli jaki? Cechy i zasady obowiązujące w dobrym zespole.</li> <li>• Role grupowe i fazy rozwoju zespołu.</li> <li>• Psychologia tłumu - mechanizmy psychologiczne występujące w grupie.</li> <li>• Rodzaje i źródła konfliktów w grupie.</li> <li>• Kompetencje komunikacyjne lidera.</li> <li>• Zasady skutecznego porozumiewania się w zespole.</li> </ul>	
Kreowanie marki osobistej	K_W10, K_U17, K_U18, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rola marki osobistej w kontekście zawodowym i prywatnym.</li> <li>• Mechanizmy psychologiczne wspierające budowanie marki osobistej.</li> <li>• Marka osobista - istota i narzędzia budowania.</li> <li>• Kreowanie marki osobistej - sprawdzone praktyki oraz błędy.</li> <li>• Personal branding w mediach społecznościowych - reguły skutecznego działania.</li> <li>• Znaczenie właściwej komunikacji w kreowaniu marki osobistej.</li> </ul>	
Podstawy działalności gospodarczej	K_W10, K_W11, K_U19, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prowadzenie działalności gospodarczej na rynku. Formy prowadzenia działalności gospodarczej. Konkurencja, jako element działalności gospodarczej. Istota działalności gospodarczej. Zasady przygotowania biznesplanu. Proces planowania biznesowego - koncentracja na pomysłach, cele i strategię, decyzje operacyjne. Marketing mix w działalności gospodarczej. Zachowania rynkowe i sukces działalności gospodarczej. Sprzedaż bezpośrednia elementem sukcesu rynkowego. Reklama kontrowersyjna czynnikiem sukcesu rynkowego. Wpływ globalizacji na działalność gospodarczą. Ekologia kierunkiem przyszłości zachowań przedsiębiorstw. Proces umacniania przedsiębiorstwa na rynku - diagnoza, prognoza, wybór, plan rozwoju, gromadzenie funduszy. Proces założenia działalności gospodarczej. Zaliczenie pisemne.</li> </ul>	
Podstawy zarządzania zasobami ludzkimi	K_W10, K_W11, K_U19, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Istota oraz uwarunkowania zarządzania zasobami ludzkimi.</li> <li>• Rekrutacja i selekcja oraz wprowadzanie do pracy jako element procesu kadrowego.</li> <li>• Przygotowanie dokumentów aplikacyjnych oraz rozmowy kwalifikacyjnej.</li> <li>• Rozwój pracowników jako element procesu kadrowego.</li> <li>• Oceny pracownicze jako element procesu kadrowego.</li> <li>• Motywowanie pracowników.</li> <li>• Zwolnienia pracowników i programy outplacementowe.</li> <li>• Zakres odpowiedzialności menedżerów i działu personalnego w procesie kadrowym.</li> <li>• Wewnętrzne i zewnętrzne uwarunkowania procesu kadrowego.</li> <li>• Uwarunkowanie prawne zatrudniania pracowników.</li> </ul>	

#### 4. Praktyki i staże studenckie

Podstawowym celem praktyki zawodowej jest nabycie umiejętności praktycznych, uzupełniających i pogłębiających wiedzę uzyskaną przez studenta w trakcie zajęć dydaktycznych na Uczelni. Realizacja praktyk umożliwia rozwój kompetencji zawodowych studenta w ramach studiowanego kierunku, uzyskania wiedzy specjalistycznej i umiejętności jej praktycznego zastosowania a także uczestniczenia w realizacji konkretnych projektów i rozwiązywaniu rzeczywistych problemów. Praktyki zawodowe dają studentom możliwość zapoznania się z pracą na stanowiskach związanych z kierunkiem studiów, umożliwiają doskonalenie umiejętności organizacji pracy własnej i pracy zespołowej, uczą efektywnego zarządzania czasem, sumienności i odpowiedzialności za powierzone zadania i podejmowane decyzje, a także dają możliwość nawiązywania kontaktów zawodowych. Wszystkie te czynniki ułatwią rozpoczęcie pracy zawodowej.

Zasady organizacji i zaliczania praktyk zawodowych określa Zarządzenie Rektora. Semestr studiów, w którym jest realizowana studencka praktyka zawodowa oraz wymiar praktyk zawodowych przedstawiono w rozdziale 3 niniejszego programu studiów. Wymiar praktyk zawodowych może być różny w przypadku, gdy program studiów uwzględnia bloki tematyczne.