

<b>Barwa i jej pomiar</b> .....	3
<b>Biomateriały</b> .....	7
<b>Chemia teoretyczna w badaniach materiałów i nanostruktur</b> .....	11
<b>Elektronika organiczna</b> .....	16
Filozofia nauki i techniki.....	20
<b>FIZYKA CIEKŁYCH KRYSZTAŁÓW</b> .....	23
Fizyka ciekłych kryształów .....	27
Fizykochemia polimerów .....	31
Fotopolimery .....	37
Galwanotechnika.....	41
Instrumentalne metody badań polimerów .....	46
Komputerowe wspomaganie doboru materiału.....	51
Korozja wysokotemperaturowa.....	55
Kształtowanie właściwości materiałów inżynierskich .....	58
Materiały metaliczne i procesy metalurgiczne .....	63
Metale i stopy odporne na korozję .....	68
Metody badań korozji.....	71
Metody badań tworzyw sztucznych .....	75
<b>Metody matematyczne w projektowaniu i analizie eksperymentu</b> .....	78
Modyfikacja polimerów .....	82
<b>Nanomateriały</b> .....	87
Nanotechnologia.....	93
<b>Nowoczesna spektroskopia</b> .....	98
Nowoczesne tendencje zarządzania .....	102
Ochrona przed korozją .....	106
Odzysk i zagospodarowanie zużytych materiałów polimerowych .....	110
<b>Optyka nieliniowa</b> .....	114
<b>Podstawy biznesu</b> .....	119
<b>Polimerowe materiały promienioczułe</b> .....	124
Polimerowe materiały promienioczułe.....	128
Praca dyplomowa I.....	132
Praca dyplomowa II .....	135
Procesy wysokotemperaturowe.....	138
Projektowanie i wytwarzanie polimerowych materiałów inżynierskich.....	143
Przetwórstwo tworzyw sztucznych .....	147
Seminarium dyplomowe (+ praca dyplomowa + przygotowanie do egzaminu dyplomowego) .....	152

Statystyka matematyczna .....	155
Zaawansowane metody badania materiałów .....	159
<b>Zaawansowane metody dyfrakcyjne</b> .....	<b>164</b>

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Barwa i jej pomiar</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Color and its measurement</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Zaawansowane materiały funkcjonalne</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC020021</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

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

1. Znajomość matematyki i fizyki na poziomie studiów pierwszego stopnia na kierunkach nauk ścisłych.
2. Znajomość fundamentów fotochemii.

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Poznanie zagadnień metrologii promieniowania elektromagnetycznego stosowanej w radiometrii i fotometrii.
C2	Poznanie praktycznych metod pomiarowych stosowanych w radiometrii i fotometrii.
C3	Uzyskanie podstawowej wiedzy o świetle i barwie.
C4	Poznanie praktycznych metod pomiaru barwy oraz sposobów wyrażania różnicy barw.

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – zna podstawowe pojęcia z zakresu metrologii radiometrycznej i fotometrycznej.	
PEK_W02 – ma podstawową wiedzę o generacji i oddziaływaniu promieniowania EM z materią.	
PEK_W03 – zna praktyczne metody pomiarowe stosowane w radiometrii i fotometrii.	
PEK_W04 – zna przyjęte w praktyce układy kolorymetryczne do wyrażania barw.	
PEK_W05 – zna sposoby wyznaczania współrzędnych trójchromatycznych.	
PEK_W06 – ma wiedzę z zakresu wyznaczania różnicy barw i zmiany chromat.	
PEK_W07 – potrafi praktycznie wykonywać pomiary barwy i jej różnicy.	
PEK_W08 – ma podstawową wiedzę o psychofizycznym mechanizmie widzenia i wykorzystaniu zmysłu wzroku w ocenie zjawisk fizycznych.	
...	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – potrafi dokonywać pomiarów radiometrycznych i fotometrycznych.	
PEK_U02 – umie wykonywać pomiary barwy i jej różnicy.	
PEK_U03 – umie wyrażać barwę w wybranych układach kolorymetrycznych.	
PEK_U04 – potrafi obliczać współrzędne trójchromatyczne.	
...	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe właściwości promieniowania elektromagnetycznego.	2
Wy2	Podstawy fotometrii energetycznej i wizualnej.	2
Wy3	Relacje pomiędzy radiometrią i fotometrią.	2
Wy4	Generowanie promieniowania elektromagnetycznego.	2
Wy5	Oddziaływanie promieniowania EM z materią.	2
Wy6	Miernictwo i technika pomiarów radiometrycznych.	2
Wy7	Miernictwo i technika pomiarów fotometrycznych.	2
Wy8	Światło i jego właściwości.	2
Wy9	Psychofizyczny mechanizm widzenia.	2
Wy10	Barwa i jej właściwości.	2

Wy11	Układy kolorymetryczne CIE.	2
Wy12	Wyznaczanie współrzędnych kolorymetrycznych.	2
Wy13	Wyznaczanie zmian chromatów i różnicy barw.	2
Wy14	Pokaz syntezy barw oraz zjawiska metameryzmu.	2
Wy15	Ćwiczenie praktyczne obliczania współrzędnych trójkromatycznych i wyznaczania zmian chromatów.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną.
N2	Pokazy demonstracyjne, krótkie zadania problemowe z ich rozwiązaniami.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P(wykład)	PEK_W01- PEK_W08	kolokwium

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] E. Helbig, Podstawy fotometrii, WNT Warszawa, 1978.</p> <p>[2] J. Godlewski, Generacja i detekcja promieniowania optycznego, PWN Warszawa, 1997.</p> <p>[3] J. Mielicki, Zarys wiadomości o barwie, Fundacja Rozwoju Polskiej Kolorystyki, Łódź 1997.</p> <p>[4] W. Felhorski, W. Stanioch, kolorymetria trójkromatyczna, WNT Warszawa, 1973.</p> <p>[5] A. Zausznica, nauka o barwie, PWN Warszawa 1959.</p> <p>[6] P. Suppan, Chemia i światło, PWN Warszawa, 1997.</p> <p>[7] Z. Bielecki, A. Rogalski, Detekcja sygnałów optycznych, WNT Warszawa 2001.</p> <p>[8] M. Ostrowski, Informacja obrazowa, WNT Warszawa, 1992.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] G. Wyszecki, W.S. Stiles, Color Science, A Wiley-Interscience Publication, New York, 2000.</p> <p>[2] B. Fraser, C. Murohy, F. Bunting, Profesjonalne zarządzanie barwą, HELION Gliwice, 2006.</p> <p>[3] A. Sharma, Zrozumieć Color Management, Ergo BTL Warszawa, 2006.</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
---------------------------

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**dr hab. inż. Piotr Nowak, piotr.nowak@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Barwa i jej pomiar

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Inżynieria materiałowa

**I SPECJALNOŚCI**

Zaawansowane materiały funkcjonalne

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	<b>Kurs wybieralny</b>			
PEK_W02				
...				
...				
(umiejętności) PEK_U01				
PEK_U02				
...				
(kompetencje społeczne) PEK_K01				
PEK_K02				
...				

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Biomateriały</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Biomaterials</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Zaawansowane Materiały Funkcjonalne</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC020019</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
3.	Chemia ogólna
4.	Podstawy fizyki
5.	Podstawy biologii na poziomie szkoły średniej

--

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Uzyskanie dodatkowej wiedzy z zakresu syntezy, charakteryzacji i zastosowania biomateriów funkcjonalnych.
C2	Wiedza na temat nowoczesnych biomateriów
C3	Uzyskanie dodatkowej wiedzy na temat materiałów biologicznych
C4	Zapoznanie studenta z nowoczesnymi biomateriałami
C5	Wiedza na temat toksyczności nanomateriałów

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>
<b>Z zakresu wiedzy:</b>
Osoba, która zaliczyła przedmiot:
PEK_W01 – Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu bioinżynierii
PEK_W02 – Zna nowe metody syntezy biomateriałów
PEK_W03- Zna nowoczesne metody charakteryzacji biomateriałów
PEK_W04- Zna podstawowe metody funkcjonalizacji biomateriałów.
PEK_W05- Rozumie oraz potrafi wytłumaczyć opisy
PEK_W06- Zna i rozumie wybrane zastosowania biomateriałów.
PEK_W07- Zna i rozumie perspektywy i zagrożenia związane z syntezą i zastosowaniem nanomateriałów.
PEK_W08 – Zna nowoczesne metody dostarczania leków w organizmie
PEK_W09 – Ma znajomość toksyczności nanobiomateriałów
PEK_W10- Zna zastosowania DNA jako matrycy dla nanomateriałów
PEK_W11 - Zna nowe metody biosyntezy nanomateriałów
PEK_W12 – Zna popularne biopolimery i ich zastosowanie
PEK_W13 – Posiada wiedzę na temat biokryształów fonicznych
PEK_W14 – Zna nowe materiały biokompatybilne i protezy. Posiada wiedzę na temat wytwarzania nanomateriałów techniką 3-D

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<b>Wprowadzenie do chemii i fizyki biomateriałów.</b> Definicja i klasyfikacja biomateriałów.	2
Wy2	<b>Współczesne metody wytwarzania biomateriałów.</b> Biosynteza, funkcjonalizacja, opłaszczanie z użyciem DNA	2
Wy3	<b>Współczesne i zaawansowane metody badań i charakteryzacji biomateriałów.</b> Wykorzystanie technik laserowych, mikroskopowych, elektroforezy.	2
Wy4	<b>Metody funkcjonalizacji biomateriałów i biofunkcjonalizacja.</b> Przyłączanie DNA, struktury mieszane.	2
Wy5	<b>Nanocząstki plazmoneczne,</b> wykorzystanie w terapii nowotworów i	2



	do bioobrazowania.	
Wy6	<b>Wybrane zastosowania biomateriałów w inżynierii materiałowej i medycynie.</b> Bioobrazowanie, teranostyka.	2
Wy7	<b>Nowoczesne metody dystrybucji leków.</b> Nanocząstki porowate, farmakokineza	2
Wy8	<b>Cytotoksyczność nanomateriałów.</b> Przedstawienie podstawowych metod pomiarów toksyczności w organizmach żywych: testy na bakteriach oraz zwierzętach, testy aktywności oraz przeżywalności.	2
Wy9	<b>DNA jako matryca biomateriałów.</b> Synteza nanocząstek z zastosowaniem DNA. DNA ciekłokrystaliczne w organizmie żywym oraz jego wykorzystanie jako matryca dla nowych materiałów fotonicznych.	2
Wy10	<b>Biosynteza, biofunkcjonalizacja i bioczuJNIKI.</b> Synteza nanocząstek z użyciem organizmów żywych : roślin, grzybów, bakterii. Synteza nanocząstek biologicznych z białek. Biofunkcjonalizacja nanocząstek do zastawian jako sensory biologiczne.	2
Wy11	<b>Materiały biopolimerowe: chitozan, jedwab, nici pajęcze.</b> Zastosowanie biopochodnych materiałów dla fotoniki i inżynierii materiałowej, niezwykle właściwości (trwałość itp.)	2
Wy12	<b>Biokryształy fotoniczne.</b> Wprowadzenie pojęcia kryształów fotonicznych, przedstawianie naturalnie występujących kryształów fotonicznych (skrzydła motyli, pancerze żuków). Możliwe wykorzystanie naturalnych biokryształów w fotonice.	2
Wy13	<b>Materiały biokompatybilne: protezy. Nanodrukowanie biomateriałów w 3-D.</b> Drukowanie protez kości, rusztowań dla namnażania komórek, skóry.	2
Wy14	<b>Prezentacje studentów na zaliczenie przedmiotu</b>	2
Wy15	<b>Prezentacje studentów na zaliczenie przedmiotu, podsumowanie wykładów</b>	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykłady multimedialne
N2	Seminaria warsztatowe
N3	Praca własna – przygotowanie prezentacji/referatu

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEK-W1 do W14	Prezentacja / wykład
<b>P (Prezentacja/referat)</b>		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] R.W. Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan (red.) „Nanotechnologie”, Warszawa, 2008, PWN  
[2] Marciniak J. „Biomateriały”, Gliwice 2002

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [4] Paras N. Prasad, Nanophotonics, Wiley-Interscience, 2004  
[5] Challa Kumar, Nanomaterials for Medical Diagnosis and Therapy, Wiley, 2007  
[6] Yoon Yeo, Nanoparticulate drug delivery systems : strategies, technologies, and applications, Wiley, 2013

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. Marek Samoc, Dr inż. Katarzyna Matczyszyn**  
katarzyna.matczyszyn@pwr.edu.pl, Dr inż. Joanna Olesiak-Bańska  
joanna.olesiak@pwr.edu.pl

### **MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

#### **Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

#### **I SPECJALNOŚCI**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
(wiedza) <b>PEK_W01</b>				
<b>PEK_W02</b>				
...				
...				
(umiejętności) <b>PEK_U01</b>				
<b>PEK_U02</b>				
...				
(kompetencje społeczne) <b>PEK_K01</b>				
<b>PEK_K02</b>				
...				

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Chemia teoretyczna w badaniach materiałów i nanostruktur</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Theoretical Chemistry in the investigations of materials and nanostructures</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Zaawansowane materiały funkcjonalne</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023063</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.5	2			

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
6.	Podstawy fizyki ogólnej
7.	Podstawy fizyki ciała stałego
8.	Podstawy krystalografii
9.	Podstawy Chemii ogólnej i nieorganicznej

CELE PRZEDMIOTU	
C1	<i>Prezentacja podstawowego opisu teoretycznego, opartego na koncepcjach wywodzących się z fizyki klasycznej i kwantowej, materiałów i nanostruktur.</i>
C2	<i>Interpretacja ilościowa i jakościowa właściwości optycznych i elektrycznych różnych form materii molekularnej.</i>
C3	<i>Prezentacja ścieżek rozumowania teoretycznego prowadzących do konstrukcji prostych modeli formalnych opisujących złożone procesy fizykochemiczne zachodzące w różnych formach materii molekularnej.</i>

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – <i>zna podstawowe pojęcia i koncepcje teoretyczne stosowane w opisie materiałów i nanostruktur.</i>	
PEK_W02 – <i>rozumie podstawowe pojęcie molekularnej mechaniki kwantowej</i>	
PEK_W03 – <i>zna podstawy teoretycznego opisu materiałów w nanoskali w oparciu o zjawisko kwantowego efektu rozmiarowego</i>	
PEK_W04 – <i>rozumie zagadnienia formalne związane z opisem klasycznym i kwantowym oddziaływania światła z materią</i>	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – <i>potrafi rozwiązywać podstawowe zagadnienia rachunkowe z zakresu molekularnej mechaniki kwantowej</i>	
PEK_U02 – <i>potrafi stosować proste modele formalne (ściśle rozwiązania równania Schrödingera) w interpretacji procesów zachodzących w materiałach w różnej skali rozmiarowej</i>	
PEK_U03 – <i>potrafi interpretować zagadnienia związane z absorpcją i emisją światła przez układy molekularne i nanostruktury</i>	
PEK_U04 – <i>potrafi analizować zjawisko dyspersji w odniesieniu do wielkości mikroskopowych (polaryzowalność) i makroskopowych (podatność, współczynnik załamania)</i>	

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba god.
Wy1	<i>Modele teoretyczne w badaniach materiałów i nanostruktur – spojrzenie ogólne.</i>	2
Wy2	<i>Wprowadzenie do mechaniki kwantowej. Równanie Schrödingera.</i>	2
Wy3	<i>Konstrukcja operatora Hamiltona jako punkt wyjścia w budowie formalnych modeli zjawisk kwantowych w materii molekularnej.</i>	2

Wy4	Przegląd ścisłych rozwiązań równania Schrödingera.	
Wy5	Metoda orbitali molekularnych swobodnego elektronu (ang. FEMO) w badaniach właściwości spektroskopowych molekuł organicznych i polimerów.	2
Wy6	Zarys kwantowej teorii gazu elektronowego.	2
Wy7	Oddziaływanie światła z materią. Oscylatorowy model materii. Funkcja. Funkcja dielektryczna Lorentza.	2
Wy8	Metale: funkcja dielektryczna w modelu Drudego-Lorentza-Sommerfelda	
Wy9	Półklasyczna teoria oddziaływania z materią.	2
Wy10	Struktura elektronowa ciał stałych. Ciało stałe jako molekula.	2
Wy11	Wstęp do teorii półprzewodników i nanostruktur z półprzewodników nieorganicznych.	2
Wy12	Kwantowy efekt rozmiarowy: studnia kwantowa, drut kwantowy, kropki kwantowe.	2
Wy13	Właściwości optyczne nanocząstek półprzewodnikowych i metalicznych. Ekscytyny.	2
Wy14	Transport nośników ładunku, ruchliwość i przewodnictwo elektryczne. Ujęcie klasyczne.	2
Wy15	Transport nośników ładunku, ruchliwość i przewodnictwo elektryczne. Ujęcie kwantowo-mechaniczne.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba god.
Ćw1	Wprowadzenie do metody matematycznej w fizyce i chemii. Równania różniczkowe.	2
Ćw2	Stacjonarne i zawierające czas równanie Schrödingera.	2
Ćw3	Właściwości funkcji falowej i jej statystyczna interpretacja.	2
Ćw4	Operatory wielkości mechanicznych. Reguły Jordana.	2
Ćw5	Konstrukcja hamiltonianu dla wybranych przypadków modelowych.	2
Ćw6	Ścisłe rozwiązania równania Schrödingera: cząstka swobodna, cząstka w pudle jedno-, dwu- i trójwymiarowym, cząstka uwięziona na okręgu. Cząstka uwięziona na powierzchni walca jako model nanorurki węglowej.	2
Ćw7	Ścisłe rozwiązania równania Schrödingera: oscylator harmoniczny i anharmoniczny, efekt tunelowy.	2
Ćw8	Teoria gazu elektronowego. Statystyki kwantowe. Energia Fermiego.	2
Ćw9	Obliczenia energii przejść elektronowych molekuł i polimerów w oparciu o model orbitali molekularnych swobodnego elektronu.	2
Ćw10	Obliczenia współczynnika załamania światła i polaryzowalności elektronowych przy użyciu klasycznego modelu oscylatorowego materii molekularnej.	2
Ćw11	Rezonans plazmonowy.	2
Ćw12	Model ciasnego wiązania i teoria pasmowa ciała stałego. Masa efektywna.	2
Ćw13	Ilościowe ujęcie kwantowego efektu rozmiarowego: energie przejść	2

	<i>elektronowych, wzbudzenia ekscytonowe w nanostrukturach.</i>	
Ćw14	<i>Kolokwium pisemne 1</i>	2
Ćw15	<i>Kolokwium pisemne 2</i>	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	<i>Wykład: tradycyjny wykład uniwersytecki.</i>
N2	<i>Wykład: zestaw pytań do opracowania w czasie egzaminu.</i>
N3	<i>Ćwiczenia: zestaw zagadnień rachunkowych, rozdzielony między uczestniczących studentów celem samodzielnego opracowania i prezentacji z omówieniem w czasie ćwiczeń.</i>
N4	<i>Ćwiczenia: kolokwia pisemne w postaci zestawu zadań do rozwiązania.</i>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<i>F1</i>	<i>PEK_U01, PEK_U02 PEK_U03, PEK_U04</i>	<i>Kolokwium pisemne 1 Kolokwium pisemne 2</i>
<i>P2</i>	<i>PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04</i>	<i>Egzamin pisemny</i>
<b>P</b>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[9] L. Pielą, Idee chemii kwantowej, PWN, Warszawa 2011            [10] R.W. Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, Nanotechnologie, PWN, Warszawa 2008            [11] P.A. Tipler, R.A. Llewellyn, Fizyka współczesna, PWN, Warszawa 2011</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[7] A. Chełkowski, Fizyka dielektryków, PWN, Warszawa 2008            [8] K.Varga, J.A. Driscoll, Computational Nanoscience, Cambridge University Press, 2011</p>

[9] J. Godlewski, Wstęp do elektroniki molekularnej, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2008

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Wojciech Bartkowiak, wojciech.bartkowiak@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Chemia teoretyczna w badaniach materiałów i nanostruktur

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Inżynieria materiałowa

**I SPECJALNOŚCI**

Zaawansowane materiały funkcjonalne

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01				
PEK_W02				
...				
...				
(umiejętności) PEK_U01				
PEK_U02				
...				
(kompetencje społeczne) PEK_K01				
PEK_K02				
...				

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Elektronika organiczna</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Organic Electronics</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Zaawansowane materiały funkcjonalne</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC0236021</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				30
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>2</b>				<b>1</b>
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					<b>1</b>
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1</b>				<b>1</b>

\*niepotrzebne usunąć

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

10. Podstawy matematyki na poziomie kursów analiza matematyczna I i II (rachunek różniczkowy i całkowy), algebra
11. Podstawy fizyki: fizyka I i II.
12. Podstawy chemii fizycznej

...

### CELE PRZEDMIOTU

*Przekazanie podstawowej wiedzy w zakresie:*

C1	<i>Mechanizmów przewodnictwa elektrycznego materiałów organicznych.</i>
----	---



C2	<i>Zasad działania organicznych urządzeń elektronicznych.</i>
C3	<i>Materiałów elektroniki organicznej i sposobów ich przetwarzania.</i>
C4	<i>Metod pomiarowych stosowanych w charakteryzacji organicznych urządzeń elektronicznych</i>
C5	<i>Nabycie doświadczenia w samodzielnym opracowywaniu i prezentowaniu stanu wiedzy na podstawie publikacji naukowych.</i>

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

**Z zakresu wiedzy:**

*Osoba, która zaliczyła przedmiot:*

*PEK\_W01 – zna rodzaje i podstawowe właściwości typowych organicznych materiałów elektronicznych.*

*PEK\_W02 – zna podstawy opisu procesów przewodnictwa, wzbudzenia elektronowego w materiałach organicznych*

*PEK\_W03– zna zasady działania urządzeń diod, tranzystorów, ogniw fotowoltaicznych.*

*PEK\_W04 – zna podstawowe metody wytwarzania i charakteryzacji organicznych urządzeń elektronicznych*

...

**Z zakresu umiejętności:**

*Osoba, która zaliczyła przedmiot:*

*PEK\_U01 – potrafi interpretować, opracowywać i prezentować pewien zakres współczesnej wiedzy na podstawie oryginalnych doniesień literaturowych.*

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<i>Omówienie typów i właściwości materiałów stosowanych w elektronice organicznej: kryształy, polimery, cząsteczki</i>	2
Wy2	<i>Podstawy opisu przewodnictwa elektrycznego w materiałach organicznych</i>	2
Wy3	<i>Podstawy opisu zjawisk zachodzących podczas absorpcji i emisji promieniowania</i>	2
Wy4	<i>Metody wytwarzania: próżniowe, z roztworu, warstwy Langmuira-Blodgett</i>	2
Wy5	<i>Podstawy działania i materiały stosowane w konstrukcji diod elektroluminescencyjnych</i>	2
Wy6	<i>Podstawy działania i materiały stosowane w konstrukcji urządzeń fotowoltaicznych</i>	2
Wy7	<i>Podstawy działania i materiały stosowane w konstrukcji tranzystorów polowych</i>	2
Wy8	<i>Urządzenia elektroniczne zbudowane z pojedynczych cząsteczek</i>	2
Wy9	<i>Pamięci, urządzenia optoelektroniczne</i>	2
Suma godzin		<b>18</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
S1-S6	<i>Prezentacje studentów na wybrany temat z elektroniki organicznej opracowane na podstawie oryginalnych doniesień literaturowych</i>	12
Suma godzin		<b>12</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	<i>Wykład: tradycyjny wykład uniwersytecki.</i>
N2	<i>Seminarium: samodzielne prezentacje studentów</i>

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Wykład + seminarium</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<i>F1</i>	<i>PEK_W01 - PEK_W04</i>	<i>Opracowanie pisemne na zadany temat</i>
<i>F2</i>	<i>PEK_U01</i>	<i>Prezentacja ustna</i>
<b>P= (F1+F2)/2</b>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[10]

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Prof. Wojciech Bartkowiak, Wojciech.bartkowiak@pwr.wroc.pl</b>

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Elektronika Organiczna

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Inżynieria materiałów

**I SPECJALNOŚCI**

Materiały Zaawansowane

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza)</b> <b>PEK_W01</b>		C1, C3	Wy1	N1
<b>PEK_W02</b>		C1, C3	Wy2-Wy3	N1
<b>PEK_W03</b>		C2, C4	Wy5-Wy9	N1
<b>PEK_W04</b>		C2, C4	Wy3-Wy9	N1
<b>(umiejętności)</b> <b>PEK_U01</b>		C5	S1-S6	N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Filozofia nauki i techniki</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Philosophy of Science and Technology</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Wydział Chemiczny</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): .....</b>	
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>FLC023002</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

13. Wiedza humanistyczna na poziomie edukacji ponadgimnazjalnej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie słuchaczy z podstawowymi zagadnieniami z zakresu filozofii nauki i techniki ze szczególnym uwzględnieniem metod wnioskowania.
- C2 Zwrócenie studentom uwagi na problem twórczości w procesie rozwoju wiedzy naukowej.
- C3 Przedstawienie uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ukazanie problemu społecznej odpowiedzialności takich dziedzin jak nauka i technika.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

**Z zakresu wiedzy:**

PEK\_ HUM W07 – Student uzyskuje wiedzę na temat uprawnionych metod wnioskowania (indukcji, dedukcji, abdukcji);

PEK\_ HUM W08 – Student ma wiedzę niezbędną do rozumienia i interpretowania społecznych oraz filozoficznych uwarunkowań działalności inżynierskiej;

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEK\_ HUM K01: Student ma świadomość ważności działalności inżyniera i rozumie jej pozatechniczne aspekty i skutki, w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym wpływem odpowiedzialność za podejmowane decyzje.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy 1,2	Czym jest nauka i technika. Podstawowe pojęcia i założenia z zakresu filozofii nauki i filozofii techniki	2
Wy 3,4	Główne kryteria wiedzy naukowej	2
Wy 5,6	Teoretyczna tradycja uprawiania nauki	2
Wy 7,8	Eksperymentalna tradycja uprawiania nauki	2
Wy9, 10,11	Podstawowe metody wnioskowania – dedukcja, indukcja, abdukcja	3
Wy 12,13	Zasadnicze cele i funkcje nauki oraz techniki	2
Wy 14,15	Problem społecznej odpowiedzialności nauki i techniki	2
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Wykład informacyjny

N3. Wykład interaktywny

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_ HUM W07 PEK_ HUM W08 PEK_ HUM K01	Praca pisemna przygotowana na podstawie wykładów i zalecanej literatury lub kolokwium
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [12] E. Agazzi, *Dobro, zło i nauka. Etyczny wymiar działalności naukowo-technicznej*, Warszawa 1997;
- [13] S. Blackburn, *Oksfordzki słownik filozoficzny*, Warszawa 2004;
- [14] A. Chalmers, *Czym jest to, co zwiemy nauką*, Wrocław 1997;
- [15] R. M. Chisholm, *Teoria poznania*, 1994;
- [16] V. Dusek, *Wprowadzenie do techniki*, Warszawa 2010;
- [17] Ch. Frankfort- Nachmiast, D. Nachmiast, *Metody badawcze w naukach społecznych*, Poznań 2001;
- [18] A. Grobler, *Metodologia nauk*, Kraków 2004;
- [19] M. Heidegger, *Budować, mieszkać, myśleć*, Warszawa 1977;
- [20] T. Kuhn, *Dwa bieguny*, Warszawa 1985;
- [21] B. Latour, *Polityka natury*, Warszawa 2009;
- [22] K.R. Popper, *Wiedza obiektywna*, Warszawa 1992;
- [23] J. Woleński, *Epistemologia*, Warszawa 2005.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [11] D. Sobczyńska, P. Zeidler, *Nowy eksperymentalizm. Teoretycyzm. Reprezentacja*, Poznań 1994,
- [12] P. Zeidler, *Spór o status poznawczy teorii*, Poznań 1992.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Marek Sikora, [m.sikora@pwr.wroc.pl](mailto:m.sikora@pwr.wroc.pl)**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Filozofia nauki i techniki** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA W ZAKRESIE NAUK TECHNICZNYCH NA WYDZIALE CHEMICZNYM

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
(wiedza) PEK_HUM W07; PEK_HUM W02	T2A_W07 T2A_W08	C1, C2	Wy1 – Wy15	N1, N2
(kompetencje społeczne) PEK_HUM K01	T2A_K01	C3	Wy1-2; Wy12 -Wy15	N1, N2, N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

Politechnika Wrocławska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>FIZYKA CIEKŁYCH KRYSZTAŁÓW</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>PHYSICS OF LIQUID CRYSTALS</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Zaawansowane materiały funkcjonalne</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>FZC023003W</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

14. Fizyka ogólna,
15. Chemia ogólna

CELE PRZEDMIOTU	
C1	Nabywanie wiedzy o strukturze, oddziaływaniach i budowie ciekłych kryształów
C2	Nabywanie wiedzy z zakresu właściwości fizykochemicznych mezofaz: nematyków, smektyków oraz chiralnych nematyków włączając ferroelektryczne ciekłe kryształy
C3	Nabywanie wiedzy z zakresu optycznych i dielektrycznych właściwości ciekłych kryształów
C4	Wiedza o zastosowaniach ciekłych kryształów w dziedzinie wyświetlaczy ciekłokrystalicznych, filtrów i przestrzennych modulatorów światła

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01	ma pogłębioną wiedzę w zakresie klasyfikacji ciekłych kryształów
PEK_W02	rozumie wyjątkowość stanu ciekłokrystalicznego i konsekwencje fizyczne tego stanu
PEK_W03	Rozumie optyczne i dielektryczne właściwości ciekłych kryształów
PEK_W04	zna i rozpoznaje rozmaite grupy ciekłych kryształów stosowanych do rozmaitych funkcji takich jak wyświetlanie, przetwarzanie i magazynowanie informacji
PEK_W05	zna i rozumie pojęcia związane z zaworem optycznym, budową displejów ciekłokrystalicznych i ograniczeniami tych materiałów
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01	umie posługiwać się literaturą fachową w celu doboru materiału do zastosowania i potrafi oszacować jego przydatność kierując się kosztami wytwarzania, dostępnością materiału, jego ceną i trwałością
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_K01	potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia dotyczące fazy ciekłokrystalicznej. ( <i>budowa chemiczna, oddziaływania, komórka ciekłokrystaliczna</i> ).	2
Wy2	Struktury ciekłych kryształów ( <i>polimeryczne, liotropowe, termotropowe i barotropowe</i> ).	2
Wy3	Systematyka ciekłych kryształów: <i>cholesteryki, nematyki i smektyki, struktury dyskotyczne</i>	2
Wy4	Własności fizykochemiczne ciekłych kryształów. ( <i>sekwencja faz, przemiany fazowe, tekstury, defekty, lepkość i inne</i> )	2
Wy5	Ciekły kryształ w polu elektrycznym i magnetycznym. ( <i>anizotropia</i> )	2



	<i>podatności elektrycznej i magnetycznej, efekt Freedericksza, wyznaczanie stałych sprężystości <math>K_{11}</math>, <math>K_{22}</math> i <math>K_{33}</math>)</i>	
Wy6	Własności optyczne ciekłych kryształów. ( <i>dwójłomność, współczynniki załamania, rozpraszanie i propagacja światła, dichroizm molekularny</i> )	2
Wy7	Najważniejsze zastosowania ciekłych kryształów i polimerów – wyświetlacze ciekłokrystaliczne i przestrzenne modulatory światła. ( <i>budowa, zasada działania i stosowane konfiguracje, urządzenia fotoniki</i> )	3
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład informacyjny
N2	Wykład multimedialny
N3	Wykład problemowy

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>P (wykład): egzamin pisemny</b>	PEK_W01- PEK_W05	maks. 100 pkt  <b>3.0 jeżeli 50-60 pkt</b> <b>3.5 jeżeli 61-70 pkt</b> <b>4.0 jeżeli 71-80 pkt</b> <b>4.5 jeżeli 81-90 pkt</b> <b>5.0 jeżeli 91-95 pkt</b> <b>5.5 jeżeli 96-100 pkt</b>

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1]. Displeje ciekłokrystaliczne – fizyka, technologia, zastosowanie, PWN, Warszawa (1993)
- [2]. Handbook of Liquid Crystals, D. Demus, J. Goodby, G.W. Gray, H.W. Dpiess, V. Vill, vols. 1-3, Wiley-VCH (1998)
- [3]. I.C. Khoo, Liquid Crystals, Physical Properties and Nonlinear optical Phenomena, J. Wiley, New York (1995)
- [4]. L.M. Blinov, V.G. Chigrinov, Electrooptic Effects in Liquid Crystal Materials, Springer (1996)
- [5]. P. Yeh, C. Gu, Optics of Liquid Crystals, Wiley Interscience Publication, J. Wiley and Sons, New York (1999)

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Artykuły z czasopism naukowych
- [2] Materials Today

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Andrzej Miniewicz, e-mail: [andrzej.miniewicz@pwr.wroc.pl](mailto:andrzej.miniewicz@pwr.wroc.pl)**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU FIZYKA CIEKŁYCH KRYSZTAŁÓW Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA MATERIAŁOWA. I SPECJALNOŚCI INŻYNIERIA I TECHNOLOGIA POLIMERÓW

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	T2A_W03	C1-C4	Wy1-Wy7	N1
PEK_W02	T2A_W04, T2A_W03	C1-C4	Wy1-Wy7	N2, N3
PEK_W03	T2A_W04	C1-C4C1	Wy1-Wy7	N2, N3
PEK_W04	T2A_W04, T2A_W05	C1-C4	Wy1-Wy7	N2, N3
PEK_W05	T2A_W04, T2A_W05	C1-C4	Wy1-Wy7	N2, N3
(umiejętności) PEK_U01	InzA_W02	C1-C4	Wy1-Wy7	N2, N3
(kompetencje społeczne) PEK_K01	T2A_K01	C1-C4	Wy1-Wy17	N1

Politechnika Wrocławska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Fizyka ciekłych kryształów</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>PHYSICS OF LIQUID CRYSTALS</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>FZC023002W</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	egzamin na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

16. Fizyka ogólna,
17. Chemia ogólna

CELE PRZEDMIOTU	
C1	Nabywanie wiedzy o strukturze, oddziaływaniach i budowie ciekłych kryształów
C2	Nabywanie wiedzy z zakresu właściwości fizykochemicznych mezofaz: nematyków, smektyków oraz chiralnych nematyków włączając ferroelektryczne ciekłe kryształy
C3	Nabywanie wiedzy z zakresu optycznych i dielektrycznych właściwości ciekłych kryształów
C4	Wiedza o zastosowaniach ciekłych kryształów w dziedzinie wyświetlaczy ciekłokrystalicznych, filtrów i przestrzennych modulatorów światła

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01	ma pogłębioną wiedzę w zakresie klasyfikacji ciekłych kryształów
PEK_W02	rozumie wyjątkowość stanu ciekłokrystalicznego i konsekwencje fizyczne tego stanu
PEK_W03	Rozumie optyczne i dielektryczne właściwości ciekłych kryształów
PEK_W04	zna i rozpoznaje rozmaite grupy ciekłych kryształów stosowanych do rozmaitych funkcji takich jak wyświetlanie, przetwarzanie i magazynowanie informacji
PEK_W05	zna i rozumie pojęcia związane z zaworem optycznym, budową displejów ciekłokrystalicznych i ograniczeniami tych materiałów
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01	umie posługiwać się literaturą fachową w celu doboru materiału do zastosowania i potrafi oszacować jego przydatność kierując się kosztami wytwarzania, dostępnością materiału, jego ceną i trwałością
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_K01	potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia dotyczące fazy ciekłokrystalicznej. ( <i>budowa chemiczna, oddziaływania, komórka ciekłokrystaliczna</i> ).	2
Wy2	Struktury ciekłych kryształów ( <i>polimeryczne, liotropowe, termotropowe i barotropowe</i> ).	2
Wy3	Systematyka ciekłych kryształów: <i>cholesteryki, nematyki i smektyki, struktury dyskotyczne</i>	2
Wy4	Własności fizykochemiczne ciekłych kryształów. ( <i>sekwencja faz, przemiany fazowe, tekstury, defekty, lepkość i inne</i> )	2
Wy5	Ciekły kryształ w polu elektrycznym i magnetycznym. ( <i>anizotropia</i> )	2

	<i>podatności elektrycznej i magnetycznej, efekt Freedericksza, wyznaczanie stałych sprężystości <math>K_{11}</math>, <math>K_{22}</math> i <math>K_{33}</math>)</i>	
Wy6	Własności optyczne ciekłych kryształów. ( <i>dwójłomność, współczynniki załamania, rozpraszanie i propagacja światła, dichroizm molekularny</i> )	2
Wy7	Najważniejsze zastosowania ciekłych kryształów i polimerów – wyświetlacze ciekłokrystaliczne i przestrzenne modulatory światła. ( <i>budowa, zasada działania i stosowane konfiguracje, urządzenia fotoniki</i> )	3
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład informacyjny
N2	Wykład multimedialny
N3	Wykład problemowy

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>P (wykład): egzamin pisemny</b>	PEK_W01- PEK_W05	maks. 100 pkt  <b>3.0 jeżeli 50-60 pkt</b> <b>3.5 jeżeli 61-70 pkt</b> <b>4.0 jeżeli 71-80 pkt</b> <b>4.5 jeżeli 81-90 pkt</b> <b>5.0 jeżeli 91-95 pkt</b> <b>5.5 jeżeli 96-100 pkt</b>

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[6]. Displeje ciekłokrystaliczne – fizyka, technologia, zastosowanie, PWN, Warszawa (1993)</p> <p>[7]. Handbook of Liquid Crystals, D. Demus, J. Goodby, G.W. Gray, H.W. Dpiess, V. Vill, vols. 1-3, Wiley-VCH (1998)</p> <p>[8]. I.C. Khoo, Liquid Crystals, Physical Properties and Nonlinear optical Phenomena, J. Wiley, New York (1995)</p> <p>[9]. L.M. Blinov, V.G. Chigrinov, Electrooptic Effects in Liquid Crystal Materials, Springer (1996)</p> <p>[10]. P. Yeh, C. Gu, Optics of Liquid Crystals, Wiley Interscience Publication, J. Wiley</p>

and Sons, New York (1999)

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] Artykuły z czasopism naukowych

[2] Materials Today

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Andrzej Miniewicz, e-mail: [andrzej.miniewicz@pwr.wroc.pl](mailto:andrzej.miniewicz@pwr.wroc.pl)**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
FIZYKA CIEKŁYCH KRYSZTAŁÓW  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU  
INŻYNIERIA MATERIAŁOWA.  
I SPECJALNOŚCI  
INŻYNIERIA I TECHNOLOGIA POLIMERÓW**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	T2A_W03	C1-C4	Wy1-Wy7	N1
<b>PEK_W02</b>	T2A_W04, T2A_W03	C1-C4	Wy1-Wy7	N2, N3
<b>PEK_W03</b>	T2A_W04	C1-C4C1	Wy1-Wy7	N2, N3
<b>PEK_W04</b>	T2A_W04, T2A_W05	C1-C4	Wy1-Wy7	N2, N3
<b>PEK_W05</b>	T2A_W04, T2A_W05	C1-C4	Wy1-Wy7	N2, N3
<b>(umiejętności) PEK_U01</b>	InzA_W02	C1-C4	Wy1-Wy7	N2, N3
<b>(kompetencje społeczne) PEK_K01</b>	T2A_K01	C1-C4	Wy1-Wy17	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wrocławska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Fizykochemia polimerów</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Physical chemistry of polymers</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów, Metalurgia i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023041</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1,5		

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

18. Znajomość podstawowych właściwości polimerów
19. Znajomość chemii fizycznej
20. Znajomość chemii ogólnej i chemii organicznej

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studentów z fundamentalną wiedzą dotyczącą specyficznych fizycznych właściwości polimerów
C2	Zrozumienie zasad pomiarów właściwości fizycznych w układach polimerowych
C3	Uzyskanie wiedzy o zależności makroskopowych właściwości materiałów polimerowych od struktury cząsteczkowej polimerów
C4	Poznanie elementów reologii materiałów polimerowych

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – zna podstawowe zależności między strukturą i właściwościami polimerów	
PEK_W02 – potrafi przewidzieć strukturę fazową mieszanin polimerów	
PEK_W03 – umie opisać różnice w zachowaniu się polimerów amorficznych i semikrystalicznych	
PEK_W04 – zna właściwości lepkosprężyste polimerów w szerokim zakresie temperatur	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – umie przygotować materiały i próbki do pomiarów fizykochemicznych	
PEK_U02 – potrafi przetwarzać dane pomiarowe i dokonać ich matematycznej ewaluacji z wykorzystaniem metod komputerowych	
PEK_U03 – potrafi dokonać oceny właściwości hydrodynamicznych makrocząsteczek oraz ich oddziaływań z rozpuszczalnikiem.	
PEK_U04 – potrafi wyznaczyć masę molową polimeru	
PEK_U05 – umie dokonać kompleksowej oceny struktury polimeru semikrystalicznego	
PEK_U06 – umie dokonać pomiaru temperatury zeszklenia polimeru	
PEK_U07 – potrafi w podstawowym zakresie posługiwać się podstawowymi metodami analizy instrumentalnej stosowanymi w badaniach właściwości polimerów.	
PEK_U08 – potrafi analizować przebieg polireakcji łańcuchowej	
PEK_U09 – umie dokonać pomiaru dolnej krytycznej temperatury rozpuszczalności w polimerowych układach dwuskładnikowych	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Koncepcja makrocząsteczki.	2
Wy2	Struktura makrocząsteczek (topologia, wielkość, konformacja, konfiguracja).	2
Wy3	Konformacja kłęбка polimerowego (koncepcja Kuhna, łańcuch persystentny).	2
Wy4	Ciężar cząsteczkowy (rodzaje, rozkłady, wzajemne korelacje, stopień polimeryzacji).	2
Wy5	Metody wyznaczania ciężarów cząsteczkowych (wiskozymetryczna, osmometryczna, chromatografia żelowa, inne).	2



Wy6	Rozpraszanie światła przez makrocząsteczki (wykres Zimma).	2
Wy7	Teoria Flory'ego i Hugginsa.	2
Wy8	Parametr rozpuszczalności (definicje, metody wyznaczania, korelacja z innymi parametrami fizycznymi).	2
Wy9	Polimery amorficzne i semikrystaliczne (modele, pojedyncze kryształy, komórka elementarna polietylenu, mechanizm powstawania sferolitów, polimery ciekłokrystaliczne).	2
Wy10	Temperatura zeszklenia vs. temperatura topnienia (objętość swobodna, termodynamika i kinetyka procesów)	2
Wy11	Wpływ ciężaru cząsteczkowego, rozgałęzień, kopolimeryzacji i obecności drugiego polimeru, środków nukleujących i ciśnienia na temperaturę topnienia.	2
Wy12	Polimery usieciowane i sprężystość polimerów w stanie wysokoelastycznym (rola entropii).	2
Wy13	Lepkosprężyste właściwości polimerów (5 obszarów lepko sprężystego zachowania polimerów, równanie WLF, zasada superpozycji czasowo-temperaturowej)	2
Wy14	Dynamika łańcucha polimerowego (model Rouse, model reptacji, splątania łańcuchów, dyfuzja)	2
Wy15	Podsumowanie, perspektywy badań podstawowych w nauce o polimerach.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie: Zasady bezpiecznej pracy, zagrożenia, organizacja laboratorium, rozmieszczenie i istotne cechy stanowisk laboratoryjnych, harmonogram zajęć.	3
La2	Przygotowanie roztworów do zajęć La7 – La9, La 13 (wagi laboratoryjne, szkło laboratoryjne, mieszadła magnetyczne i mechaniczne)	3
La3	Przygotowanie próbek do zajęć La10 – La12 (prasy hydrauliczne, kontrolery temperatury, suszarki laboratoryjne)	3
La4	Analiza i wizualizacja rezultatów eksperymentów fizykochemicznych za pomocą metod komputerowych (OriginPro lub MathCAD)	3
La5	Kinetyka polimeryzacji rodnikowej cz. 1: wpływ stężenia inicjatora na szybkość konwersji monomeru (szkło laboratoryjne, refraktometr Abbego).	3
La6	Kinetyka polimeryzacji rodnikowej cz. 2: wpływ stężenia inicjatora na masę molową polimeru (szkło laboratoryjne, chromatografia żelowo-cieczowa)	3
La7	Wiskozymetria kapilarna cz. 1: oznaczenie średnicy hydrodynamicznej kłębków polimerowych i masy molowej polimeru (wiskozymetr Ubbelohde'a)	3
La8	Wiskozymetria kapilarna cz. 2: oznaczenie parametru rozpuszczalności Hildebranda (wiskozymetr Ubbelohde'a)	3

La9	Porównanie metod oznaczania mas molowych w odniesieniu do oligomeru i polimeru (spektroskopia jądrowego rezonansu magnetycznego i chromatografia żelowo-cieczowa)	3
La10	Budowa polimerów semikrystalicznych cz. I. Wpływ historii termicznej na mikrostrukturę polimeru (mikroskopia optyczna)	3
La11	Budowa polimerów semikrystalicznych cz. II. Wpływ historii termicznej na budowę komórki elementarnej oraz długość korelacji strukturalnej w kryształach polimerowych (dyfraktometria rentgenowska)	3
La12	Budowa polimerów semikrystalicznych cz. III Wpływ historii termicznej na stopień krystaliczności polimeru (dyfraktometria rentgenowska, różnicowa kalorymetria skaningowa)	3
La13	Separacja faz w układach polimerów amorficznych (mikroskop optyczny Boetiusa)	3
La14	Wpływ szybkości zmian temperatury oraz Oznaczanie temperatury zeszklenia ( $T_g$ ) metodami różnicowej kalorymetrii skaningowej oraz różnicowej kalorymetrii skaningowej z modulacją temperatury. Wpływ szybkości zmian temperatury i masy molowej polimeru na $T_g$ (DSC i MTDSC)	3
La15	Termin odróbkowy i zaliczenia.	3
	Suma godzin	<b>45</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	wykład informacyjny
N2	wykład problemowy
N3	wykonanie doświadczeń
N4	przygotowanie sprawozdań

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 do PEK_W04	
F1 (laboratorium)	PEK_U01 do PEK_U09	Kolokwium dopuszczające do laboratorium
F2 (laboratorium)	PEK_U01 do PEK_U09	Pisemne sprawozdanie
P (laboratorium) = 3,0 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) = 2,9 - 3,25$ pkt. 3,5 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) = 3,26 - 3,75$ pkt. 4,0 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) = 3,76 - 4,25$ pkt. 4,5 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) = 4,26 - 4,75$ pkt. 5,0 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) = 4,76 - 5,0$ pkt. 5,5 jeżeli $(0.5 \cdot F1 + 0.5 \cdot F2) > 5,0$ pkt.		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [24] H. Galina, „Fizyka materiałów polimerowych”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2008.
- [25] S. Połowiński, „Chemia fizyczna polimerów”, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2001.
- [26] W. Przygocki, A. Włochowicz, „Fizyka polimerów”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001
- [27] H. Galina, „Fizykochemia polimerów”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 1998

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [28] W. Przygocki, A. Włochowicz „Uporządkowanie makrocząsteczek w polimerach i włóknach”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2006.
- [29] L.H. Sperling, „Introduction to physical polymer science”, Wiley, 2006.
- [30] G. Strobl, „The physics of polymers, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1996.
- [31] W. Przygocki, „Metody fizyczne badań polimerów”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1990.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Jacek Pięglowski**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Fizykochemia polimerów

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Inżynieria Materiałowa

### I SPECJALNOŚCI

Inżynieria i technologia polimerów

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) <b>PEK_W01</b>	S2Aim1_W01	C1	Wy1, Wy5, Wy6, Wy7, Wy12	N1
<b>PEK_W02</b>	S2Aim1_W01	C2	Wy2, Wy3, Wy4	N2
<b>PEK_W03</b>	S2Aim1_W01	C3	Wy8, Wy9, Wy10, Wy11, Wy14	N1

<b>PEK_W04</b>	S2Aim1_W01	C4	Wy13, W15	N1
<b>(umiejętności) PEK_U01</b>	S2Aim1_U03	C1, C2	La2, La3, La5, La6, La13	N3, N4
<b>PEK_U02</b>	S2Aim1_U03	C2	La4, La5, La6, La11, La12	N3, N4
<b>PEK_U03</b>	S2Aim1_U03	C1	La7, La8	N3, N4
<b>PEK_U04</b>	S2Aim1_U03	C1	La6, La7, La9	N3, N4
<b>PEK_U05</b>	S2Aim1_U03	C2, C3	La10, La11, La12	N3, N4
<b>PEK_U06</b>	S2Aim1_U03	C2, C3	La 14	N3, N4
<b>PEK_U07</b>	S2Aim1_U03	C2	La6, La9, La11, La14	N3, N4
<b>PEK_U08</b>	S2Aim1_U03	C1	La5, La6	N3, N4
<b>PEK_U09</b>	S2Aim1_U03	C1, C2	La13	N3, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Fotopolimery</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Photopolymers</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i Technologia Polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC023009</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1		

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
21.	Znajomość podstaw chemii polimerów
22.	Znajomość podstaw fizykochemii polimerów
23.	Umiejętność posługiwania się aparaturą powszechnie stosowaną w laboratorium chemicznym

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie ze zjawiskami fotochromowymi w polimerach
C2	Zapoznanie z procesem fotopolimeryzacji i jego zastosowaniem
C3	Zapoznanie ze zjawiskiem fotodegradacji i fotostabilizacji polimerów
C4	Zapoznanie z nowoczesnymi zastosowaniami polimerów fotoaktywnych
C5	Zapoznanie z metodami badań zjawisk fotochromowych w polimerach
C6	Zapoznanie z metodami otrzymywania polimerów fotoaktywnych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna mechanizmy reakcji fotochromowych

PEK\_W02 - zna metody badania przebiegu procesu fotochromowego w polimerach

PEK\_W03 - zna sposoby prowadzenia fotoinicjowanej polimeryzacji i jej zastosowania

PEK\_W04 - zna mechanizmy fotodegradacji polimerów i sposoby fotostabilizacji polimerów

PEK\_W05 - zna przykłady nowoczesnych zastosowań polimerów fotoaktywnych

### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 - potrafi przeprowadzić syntezę polimeru azobenzenu

PEK\_U02 – potrafi wyznaczyć kinetykę izomeryzacji w matrycy polimerowej

PEK\_U03 – potrafi otrzymać fotochromowy materiał hybrydowy metodą zol-żel

PEK\_U04 - potrafi wykonać pomiar współczynnika załamania światła metodą elipsometryczną

PEK\_U05 – potrafi przeprowadzić reakcję fotopolimeryzacji

PEK\_U06 - potrafi otrzymać poli(cynamonian winylu)

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Pojęcia podstawowe:</b> podstawowe prawa i pojęcia fotochemiczne. Źródła światła.	2
Wy2	<b>Fotochromizm:</b> definicja fotochromizmu. Kinetyka procesów fotochromowych. Podział organicznych związków fotochromowych. Mechanizm izomeryzacji trans-cis azobenzenu. Tautomeryzacja walencyjna, przykłady związków. Spiropirany – mechanizm reakcji otwarcia-zamknięcia pierścienia, formy izomeryczne, pochodne spiropiranu, spirookszazyna. Wewnątrzcząsteczkowe zamknięcie pierścienia - fulgidy. Układy oparte na absorpcji tryplet-tryplet. Fotochromizm związany z przeniesieniem elektronu. Fotochromizm oparty na mechanizmie utleniająco-redukcyjnym.	2
Wy3	<b>Chromofory w matrycy polimerowej.</b> Sposoby wprowadzania chromoforu do polimeru. Przykłady polimerów o właściwościach fotochromowych. Przykłady otrzymywania polimerów o właściwościach fotochromowych. Wpływ matrycy polimerowej na przejścia fotochromowe pomiędzy izomerami. Wpływ przejścia fotochromowego na właściwości fizyczne i chemiczne polimeru. Fotoindukowana anizotropia optyczna.	2
Wy4	<b>Chromofory w matrycy polimerowej.</b> Metody badań reakcji fotochemicznych w polimerach. Zastosowania polimerów fotochromowych, polimerowe szkła fotochromowe.	2
Wy5	<b>Siatki dyfrakcyjne w polimerach fotochromowych:</b> Siatki objętościowe, siatki powierzchniowe. Modele powstawania powierzchniowej siatki dyfrakcyjnej. Przykłady polimerów stosowanych do zapisu powierzchniowych siatek dyfrakcyjnych. Wpływ parametrów na zapis siatek dyfrakcyjnych. Zastosowania siatek dyfrakcyjnych.	2
Wy6	<b>Polimery o właściwościach nieliniowo-optycznych.</b> Cząsteczki o właściwościach nieliniowo-optycznych, przykłady. Proces fotorefrakcji, mechanizm. Przykłady polimerowych materiałów fotorefrakcyjnych. Sposoby otrzymywania filmów na podłożu stałym: spin-coating, filmy Langmuira-Blodgett. Orientacja chromoforów w materiale polimerowym.	2
Wy7	<b>Fotochromowe materiały hybrydowe.</b> Typy materiałów hybrydowych. Materiały hybrydowe otrzymywane techniką zol-żel, klasyfikacja. Fotochromowe materiały hybrydowe, sposoby wprowadzania chromoforu, zastosowania.	2
Wy8	<b>Fotoinicjatory.</b> Fotoinicjatory w polimeryzacji rodnikowej. Fotoinicjatory pierwszego rodzaju, przykłady. Fotoinicjatory drugiego rodzaju, podział koinicjatorów, przykłady. Związki siarki jako fotoinicjatory polimeryzacji rodnikowej.	2

Wy9	<b>Fotoinicjowana polimeryzacja.</b> Sposoby prowadzenia fotoinicjowanej polimeryzacji. Skurcz polimeryzacyjny. Kontrola stopnia przereagowania w fotoinicjowanej polimeryzacji. Przykłady zastosowań fotoinicjowanej polimeryzacji.	2
Wy10	<b>Fotoinicjowana polimeryzacja sieciująca.</b> Stereolitografia. Sitodruk. Powłoki malarskie i ochronne. Zastosowanie fotopolimeryzacji w holograficznym zapisie informacji, stomatologii, medycynie	2
Wy11	<b>Fotodegradacja polimerów.</b> Wpływ promieniowania UV na polimery. Procesy przenoszenia energii i elektronów. Fotosensybilizacja. Etapy procesu fotodegradacji polimerów. Wydajność kwantowa procesów fotodegradacji. Kinetyka fotodegradacji. Mechanizm fotodegradacji utleniającej polimerów.	2
Wy12	<b>Czynniki wpływające na proces fotodegradacji polimerów.</b> Wpływ parametrów fizycznych polimeru na jego fotodegradację. Zmiana właściwości fizycznych polimerów wywołana fotodegradacją.	2
Wy13	<b>Fotostabilizacja polimerów.</b> Substancje ekranujące i absorbujące. Wygaszacze stanów wzbudzonych, Przeciwtleniacze. Degradowalne polimery naturalne. Przykłady polimerów fotodegradowalnych. Problemy ekologiczne związane z fotodegradacją polimerów.	2
Wy14	<b>Podsumowanie.</b> Polimery fotoaktywne, przykłady nowoczesnych zastosowań: polimery fotoprzewodzące, polimery elektroluminescencyjne, polimery elektrochromowe. Fotowoltaika.	2
Wy15	<b>Kolokwium</b> zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie. Omówienie programu zajęć. Zapoznanie z zasadami BHP	4
La2	Modyfikacja polimeru barwnikiem azobenzenowym.	4
La3	Zjawiska fotochromowe w roztworze i w matrycy polimerowej	4
La4	Zastosowanie metody zol-żel – otrzymanie filmów hybrydowych	4
La5	Wyznaczanie zmian współczynnika załamania światła metodą elipsometryczną	4
La6	Fotopolimeryzacja akryloamidu	4
La7	Synteza poli(cynamonianu winylu).	4
La8	Kolokwium, zaliczenia	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną
N2	Spektrofotometr
N3	Elipsometr
N4	Spin-coater
N5	Powszechnie stosowana aparatura laboratoryjna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W05	kolokwium
F1 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U06	sprawozdanie

F1 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U06	kolokwium
P (laboratorium) = F1 + F2/2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J.F. Rabek, Współczesna wiedza o polimerach, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008  
 [2] Praca zbiorowa pod redakcją Z. Florjańczyka i S. Penczka, Chemia polimerów t. I i III, Oficyna Wydawnicza politechniki Warszawskiej, Warszawa 1995  
 [3] J. Pączkowski, Fotochemia polimerów. Teoria i zastosowanie, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [13] W. Schnabel, Polymers and Light, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2007  
 [14] P. Bamfield, M.G. Hutchings, Chromic Phenomena, RSC Publishing 2010  
 [15] H. Zweifel, plastics Additives Handbook, Hanser Publishers, Munich 2001  
 [16] Y. Zhao, T. Ikeda, Smart Ligth-Responsive Materials, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey 2009  
 [17] J. Najbar, A. Turk, Fotochemia i spektroskopia optyczna, Ćwiczenia laboratoryjne, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Dr inż. Ewelina Ortyl**, ewelina.ortyl@pwr.wroc.pl

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Fotopolimery

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

(Inżynieria Materiałowa)

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Aim1_W06	C1	Wy1-Wy3	N1
PEK_W02	S2Aim1_W06	C5	Wy4	N1
PEK_W03	S2Aim1_W06	C2	Wy8-Wy10	N1
PEK_W04	S2Aim1_W06	C3	Wy11-Wy13	N1
PEK_W05	S2Aim1_W06	C4	Wy5-Wy7, Wy14	N1
(umiejętności) PEK_U01	S2Aim1_U06	C1	La2	N5
PEK_U02	S2Aim1_U06	C5	La3	N2
PEK_U03	S2Aim1_U06	C4	La4	N5, N4
PEK_U04	S2Aim1_U06	C1, C5	La5	N3
PEK_U05	S2Aim1_U06	C2	La6	N5
PEK_U06	S2Aim1_U06	C6	La7	N5

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej



Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Galwanotechnika</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Electroplating</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Metalurgia chemiczna i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>TCC023032</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

24. Podstawy chemii fizycznej - elektrochemia

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Poznanie podstaw teoretycznych dotyczących mechanizmów i kinetyki procesów elektroosadzania.
----	--

C2	Poznanie rodzaju powłok galwanicznych i konwersyjnych - metod ich otrzymywania, badania i zastosowania
C3	Przekazanie wiedzy na temat osadzania powłok stopowych
C4	Podanie informacji o sposobach określania wskaźników techniczno-ekonomicznych procesów galwanicznych
C5	Poznanie sposobów konserwacji kąpeli galwanicznych oraz postępowania ze ściekami pogałwanicznymi

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna teoretyczne podstawy mechanizmów i kinetyki procesów galwanicznych,

PEK\_W02 – zna rodzaje powłok galwanicznych, sposoby ich otrzymywania, badania i miejsce zastosowań,

PEK\_W03 – rozumie podstawy teoretyczne osadzania powłok stopowych,

PEK\_W04 – ma wiedzę o wskaźnikach techniczno-ekonomicznych procesów galwanicznych,

PEK\_W05 – uzyskała wiedzę o sposobach postępowania ze ściekami pogałwanicznymi.

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi zbudować układ elektryczny do osadzania metali i otrzymać powłoki metalowe oraz stopowe,

PEK\_U02 – potrafi określić właściwości powłok metalowych i konwersyjnych, w tym: grubość, chropowatość, twardość, połysk, odporność na korozję,

PEK\_U03 – umie metodami laboratoryjnymi wyznaczyć optymalne warunki osadzania oraz wyliczyć wskaźniki techniczno-ekonomiczne,

PEK\_U04 – umie przeprowadzić konserwację kąpeli galwanicznej i wie jak postępować ze ściekami pogałwanicznymi.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Systematyka powłok galwanicznych. Podział w zależności od metody otrzymywania, przeznaczenia i składu.	2
Wy2	Powłoki wielowarstwowe – rodzaje, cel stosowania.	2
Wy3	Laboratoryjne układy do osadzania powłok galwanicznych i osadzanie w warunkach przemysłowych.	2
Wy4	Mechanizmy i kinetyka osadzania powłok elektrolitycznych.	2
Wy5	Otrzymywanie powłok bezprądowych (chemicznych).	2
Wy6	Składniki kąpeli galwanicznych i ich rola w procesie osadzania.	2
Wy7	Obróbka powierzchni podłoża przed osadzeniem metali.	2
Wy8	Powłoki konwersyjne – rodzaje, właściwości zastosowanie	2
Wy9	Wskaźniki techniczno-ekonomiczne w procesach galwanicznych. Wydajność prądowa. Wydzielanie wodoru jako przykład reakcji	2

	ubocznej.	
Wy10	Metody badania właściwości powłok metalowych	2
Wy11	Odporność korozyjna powłok metalowych. Powłoki katodowe i anodowe. Porównanie z powłokami otrzymywanymi innymi metodami.	2
Wy12	Sposoby elektroosadzania w skali przemysłowej. Reaktory, zasilacze, grzanie/chłodzenie, mieszanie, materiały anodowe.	2
Wy13	Ścieki pogalwaniczne. Trójstumienny podział ścieków. Metody utylizacji ścieków.	2
Wy14	Ścieki po procesie chromowania. Ścieki cyjankowe.	2
Wy15	Trendy występujące w galwanotechnice w ostatnich latach	1
Wy16	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Laboratorium wstępne. Przepisy BHP. Zasady realizacji zajęć. Instrukcje. Wymagania.	2
La2	Badanie właściwości kąpieli. Komórka Hulla i Harringa-Bluma.	4
La3	Bezprądowe osadzanie powłok niklowych. Badanie osadzonych powłok	4
La4	Otrzymanie powłok dekoracyjnych. Badania właściwości powłok, w tym różne metody pomiaru połysku.	4
La5	Otrzymywanie powłok ochronnych. Proste metody oznaczania odporności na korozję. Pomiar wydajności prądowej procesu.	4
La6	Konserwacja kąpieli galwanicznych do cynkowania.	4
La7	Otrzymywanie powłok chromianowych na cynku oraz powłok fosforanowych na stali. Charakterystyka kąpieli. Badanie właściwości powłok.	4
La8	Barwienie aluminium.	4
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład informacyjny
N2	wykład problemowy
N3	wykonanie doświadczenia
N4	przygotowanie sprawozdania

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 –	kolokwium końcowe

	PEK_W05	
F1 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U04	Ocena z kartkówki oraz ze sprawozdania do każdego laboratorium
P (laboratorium): ocena zaliczenia to średnia arytmetyczna zaliczeń ze wszystkich laboratoriów Warunek: zaliczenie wszystkich laboratoriów		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [32] Paunovic M., Schlesinger M., Fundamentals of electrochemical deposition, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 2006.
- [33] Socha J., Weber J.A., Podstawy elektrolitycznego osadzania stopów metali, Oficyna Drukarska – Instytut Mechaniki Precyzyjnej, Warszawa, 2001.
- [34] Schlesinger M., Paunovic M., Modern electroplating, 4<sup>th</sup> Edition, John Wiley & Sons, New York, 2000.
- [35] Ciszewski A., Technologia chemiczna. Procesy elektrochemiczne, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2008.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [18] Ciszewski A., Podstawy inżynierii elektrochemicznej, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2004.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Bogdan Szczygiel**, bogdan.szczygiel@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Galwanotechnika

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Inżynieria materiałowa

### I SPECJALNOŚCI

Metalurgia chemiczna i korozja metali

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Aim2_W06	C1	Wy4, Wy5	N1
PEK_W02	S2Aim2_W06	C2	Wy1-Wy3,	N1, N2

			Wy7-Wy12, Wy15	
<b>PEK_W03</b>	S2Aim2_W06	C3	Wy4, Wy6	N1
<b>PEK_W04</b>	S2Aim2_W06	C4	Wy9, Wy12	N1, N2
<b>PEK_W05</b>	S2Aim2_W06	C5	Wy13, Wy14	N1, N2
<b>(umiejętności) PEK_U01</b>	S2Aim2_U06	C2, C3	La1, La2, La4, La5,	N3, N4
<b>PEK_U02</b>	S2Aim2_U06	C2	La3, La4, La5, La7, La8	N3, N4
<b>PEK_U03</b>	S2Aim2_U06	C2, C4	La2, La3, La5,	N3, N4
<b>PEK_U04</b>	S2Aim2_U06	C5	La6	N3, N4

WYDZIAŁ Chemiczny	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Instrumentalne metody badań polimerów</b>
Nazwa w języku angielskim	Instrumental methods of polymer characterization
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b> <i>Inżynieria Materiałowa</i>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b> <i>Inżynieria i Technologia Polimerów</i>	
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy / <del>wybieralny</del> / ogólnouczelniany *</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>CHC023056</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne skreślić

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

25. fizyki zgodna z nauczaniem na kierunku inżynieria materiałowa
26. Znajomość chemii ogólnej zgodna z nauczaniem na kierunku inżynieria materiałowa
27. Znajomość chemii fizycznej
28. Znajomość fizykochemii polimerów

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z zastosowaniem wybranych technik instrumentalnych do fizykochemicznej charakteryzacji materiałów polimerowych
- C2 Omówienie fizycznych podstaw funkcjonowania wybranych instrumentalnych technik pomiarowych oraz zasad i ograniczeń ich zastosowania.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna najważniejsze metody badawcze stosowane w badaniach polimerów

PEK\_W02 – zna podstawy zasad działania wybranych metod instrumentalnych

PEK\_W03 – zna zasady doboru metody do oceny wybranej właściwości polimeru

PEK\_W04 – zna przykłady strategii badawczych wykorzystujących więcej niż jedną technikę instrumentalną

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wybrane aspekty budowy cząsteczkowej i nadcząsteczkowej polimerów I. Budowa makrocząsteczek syntetycznych i naturalnych. Konformacja i dynamika makrocząsteczek	2
Wy2	Wybrane aspekty budowy cząsteczkowej i nadcząsteczkowej polimerów II. Polimery w stanie stałym. Relacje pomiędzy dynamiką i uporządkowaniem makrocząsteczek a właściwościami polimerów.	2
Wy3	Spektroskopowe metody badania konformacji makrocząsteczek w roztworach I. Jednowymiarowa spektroskopia jądrowego rezonansu magnetycznego.	2
Wy4	Spektroskopowe metody badania konformacji makrocząsteczek w roztworach II. Wielowymiarowa spektroskopia jądrowego rezonansu magnetycznego. Zastosowanie wielowymiarowej	2
Wy5	Inne, metody badania struktury i konformacji makrocząsteczek w roztworach: chromatografia żelowo-cieczowa (GPC), spektroskopia w nadfiolecie (UV-VIS), spektroskopia Ramana.	2
Wy6	Struktura polimerów w stanie stałym: spektroskopia NMR ciała stałego (techniki szerokopasmowe, CP-MAS i in.)	2
Wy7	Zastosowanie spektroskopii oscylacyjnej do badań struktury polimerów w stanie stałym. Spektroskopia w podczerwieni (FTIR) i spektroskopia Ramana.	2
Wy8	Wprowadzenie rentgenografii polimerów. Źródła promieniowania i rodzaje dyfraktometrów. Badanie struktury polimerów za pomocą technik rentgenograficznych I. Ocena parametrów budowy krystalicznej polimerów za pomocą szerokokątowej dyfraktometrii rentgenowskiej (WAXS).	2
Wy9	Badanie struktury polimerów za pomocą technik rentgenograficznych II. Zastosowanie techniki małokątowej dyfraktometrii rentgenowskiej (SAXS) do badania nanostruktury polimerów semikrystalicznych oraz wybranych heterogenicznych układów polimerowych.	2
Wy10	Zastosowanie promieniowania synchrotronowego w badaniach polimerów. Badania przemian fazowych, pomiary czasowo-rozdzielcze.	2
Wy11	Zastosowanie metod analizy termicznej do badania przemian fazowych i składu materiałów polimerowych. Różnicowa kalorymetria skaningowa (DSC), techniki termograwimetryczne (TGA/SDTA). Analiza produktów termolizy badanych materiałów w technikach tandemowych – spektroskopia masowa (TGA-MS) i w podczerwieni (TGA-FTIR).	2

Wy12	Makroskopowe metody oceny dynamiki makrocząsteczek: spektroskopia relaksacji dielektrycznej (DRS), dynamiczna analiza termomechaniczna (DMTA).	2
Wy13	Mikroskopia sił atomowych (AFM). Tworzenie trójwymiarowych map powierzchni materiałów polimerowych. Zastosowanie AFM do pomiaru oddziaływań w układach wielkocząsteczkowych .	2
Wy14	Nowoczesne strategie badawcze. Łączenie danych z różnych technik pomiarowych na przykładzie mikroskopii elektronowej, rentgenografii i NMR. Pomiary jednoczesne. Krytyczna interpretacja rezultatów pomiarów. Sposób prezentacji rezultatów badań	2
Wy15	Kolokwium sprawdzające	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład informacyjny  
 N2. Prezentacja multimedialna  
 N3. Wykład problemowy

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 do PEK_W04	O ocenie decyduje liczba punktów uzyskanych na kolokwium końcowym. Ocena pozytywna wymaga uzyskanie połowy z maksymalnej liczby punktów

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [36] Pr. zb. pod red. L. Komorowskiego i A. Olszowskiego. Chemia fizyczna cz. 4. Laboratorium fizykochemiczne WN PWN, Warszawa 2013.
- [37] Pr. zb. pod red. W. Zielińskiego i A. Rajcy Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych.
- [38] W. Przygocki, A. Włochowicz Uporządkowanie makrocząsteczek w polimerach i włóknach WNT Warszawa 2006
- [39] G. Strobl, The Physics of Polymers. Concepts for Understanding Their Structures and Behavior. Springer-Verlag 1997
- [40] G.E. Bacon Newer Methods of Polymer Characterization. J Wiley & Sons 1964
- [41] N. Stribeck. X-ray Scattering of Soft Matter. Springer 2007

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [42] S.L. Rosen, Fundamental principles of polymeric materials, J.Wiley&Sons Inc., N.Y. 1993;



[43] H.Galina, Fizykochemia polimerów, Oficyna Wydawnicza P.Rz., Rzeszów 1998;

[44] W.Przygocki, A.Włochowicz, Fizyka polimerów, PWN, Warszawa 2001;

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr inż. Adam Kiersnowski (adam.kiersnowski@pwr.edu.pl)

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
*Instrumentalne metody badań polimerów*  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU *Inżynieria Materiałowa*  
 I SPECJALNOŚCI *Inżynieria i Technologia Polimerów*

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01-PEKW04</b>	S2Aim1_W05	C1, C2	Wy1-Wy9, Wy11-Wy13	N1, N2
<b>PEK_W01-PEKW04</b>	S2Aim1_W05	C1, C2	Wy10,	N2, N3
<b>PEK_W04</b>	S2Aim1_W05	C1	Wy14	N2, N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

Politechnika Wrocławska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Komputerowe wspomaganie doboru materiału</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Computer-aided material selection</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów, Metalurgia chemiczna i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC023003</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			1		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

29. Znajomość podstawowych grup materiałów
30. Podstawowa wiedza z zakresu chemii i fizykochemii polimerów
31. Podstawowa wiedza o metalach i stopach metali
32. Umiejętność obsługi komputera

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie z grupami materiałów inżynierskich i przykładami ich zastosowań
C2	Zapoznanie z właściwościami mechanicznymi, eksploatacyjnymi i technologicznymi materiałów
C3	Zapoznanie z źródłami informacji i systemami komputerowego wspomaganie doboru materiałów
C4	Zapoznanie z obsługą i możliwościami programu Materials Studio
C5	Wykorzystanie programu Materials Studio do modelowania materiałów z różnych grup, wyznaczenia podstawowych właściwości materiałów

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01	– potrafi wskazać przykłady materiałów odpowiednich dla wybranych zastosowań
PEK_U02	– potrafi korzystać z źródeł informacji i systemów komputerowego wspomaganie doboru materiałów
PEK_U03	– potrafi korzystać z podstawowych i zaawansowanych funkcji programu Materials Studio
PEK_U04	– wykorzystując program komputerowy potrafi obliczyć właściwości elektryczne, optyczne, magnetyczne oraz mechaniczne polimerów
PEK_U05	– potrafi zastosować metody obliczeń potrzebne do wyznaczenia współczynników dyfuzji gazów w polimerach
PEK_U06	– potrafi oszacować oddziaływania tworzyw powłokowych z metalami i tlenkami metali
PEK_U07	– potrafi przygotować graficzną prezentację wyników

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Podstawowe grupy materiałów inżynierskich i przykłady ich zastosowań.	2
La2	Porównanie podstawowych właściwości mechanicznych, technologicznych i eksploatacyjnych materiałów inżynierskich.	2
La3	Czynniki decydujące o doborze materiałów do zastosowań technicznych.	2
La4	Ekonomiczne uwarunkowania stosowania materiałów inżynierskich.	2
La5	Źródła informacji i systemy komputerowego wspomaganie doboru materiałów.	2
La6	Kolokwium . Zapoznanie z programem Materials Studio.	2
La7	Modelowanie amorficznych i krystalicznych polimerów.	2
La8	Określanie właściwości układów polimer-polimer, polimer- plastyfikator.	2

La9	Wyznaczenie zależności właściwości materiału od składu.	2
La10	Modelowanie nanomateriałów.	2
La11	Obliczanie właściwości elektrycznych, optycznych, magnetycznych oraz mechanicznych polimerów.	2
La12	Modelowanie oddziaływania tworzyw powłokowych z metalami i tlenkami metali.	2
La13	Wyznaczanie współczynników dyfuzji gazów w polimerach.	2
La14	Projekt.	2
La15	Dokończenie i omówienie projektów.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	prezentacja multimedialna
N2	internetowe bazy danych
N3	systemy komputerowego wspomaganie doboru materiałów
N4	program Materials Studio
N5	program umożliwiający analizę i wizualizację danych

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 – PEK_U02	Kolokwium (maks. 10 pkt)
F2	PEK_U03 – PEK_U07	Projekt (maks. 10 pkt)
P = 3,0 jeżeli (F1 + F2) = 10,0 – 11,5 pkt. 3,5 jeżeli (F1 + F2) = 12,0 – 13,5 pkt. 4,0 jeżeli (F1 + F2) = 14,0 – 15,5 pkt. 4,5 jeżeli (F1 + F2) = 16,0 – 17,5 pkt. 5,0 jeżeli (F1 + F2) = 18,0 – 19,5 pkt. 5,5 jeżeli (F1 + F2) = 20,0 pkt.		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [45] L.A. Dobrzański, Zasady doboru materiałów inżynierskich z kartami charakterystyk, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2001
- [46] L.A. Dobrzański, Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe: podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2006
- [47] M.F. Ashby, Dobór materiałów w projektowaniu inżynierskim, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1998

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [19] L.A. Dobrzański, Wprowadzenie do nauki o materiałach, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2007
- [20] M.F. Ashby, Materials selection in mechanical design, Butterworth-Heinemann, Burlington, 2011
- [21] M.F. Ashby, K. Johnson, Materials and design: the art and science of material selection in product design, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2010

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

dr inż. Sonia Zielińska, [sonia.zielinska@pwr.wroc.pl](mailto:sonia.zielinska@pwr.wroc.pl);

dr inż. Ewelina Ortyl, [ewelina.ortyl@pwr.wroc.pl](mailto:ewelina.ortyl@pwr.wroc.pl)

## **MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Komputerowe wspomaganie doboru materiału

### **Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Inżynieria Materiałowa

### **I SPECJALNOŚCI**

Inżynieria i technologia polimerów / Metalurgia chemiczna i korozja metali

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>PEK_U01</b>	K2Aim_U04	C1, C2	La1, La2, La3, La4	N1, N2, N3
<b>PEK_U02</b>	K2Aim_U04	C3	La5	N1, N2, N3
<b>PEK_U03</b>	K2Aim_U04	C4, C5	La6, La7, La8, La10, La15	N1, N4
<b>PEK_U04</b>	K2Aim_U04	C4, C5	La9, La11	N1, N4
<b>PEK_U05</b>	K2Aim_U04	C4, C5	La13	N1, N4
<b>PEK_U06</b>	K2Aim_U04	C4, C5	La12	N1, N4
<b>PEK_U07</b>	K2Aim_U04	C4, C5	La9, La11, La12, La14, La15	N5

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ Chemiczny

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim:	<b>Korozja wysokotemperaturowa</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>High Temperature Corrosion</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria materiałowa</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): Metalurgia i korozja metali</b>	
<b>Stopień studiów i forma: I/ II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>	
<b>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>	
<b>Kod przedmiotu TCC020020w</b>	
<b>Grupa kursów TAK / NIE*</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

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

33. Podstawy chemii fizycznej – termodynamika, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi fazowe

### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Poznanie podstaw teorii korozji gazowej materiałów metalicznych  
C2 Poznanie korozji gazowej tworzyw metalicznych w różnych środowiskach gazowych  
C3 Poznanie powłok ochronnych i atmosfer ochronnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 - zna kinetykę i mechanizm powstawania zgorzelin na metalach

PEK\_W02 – zna żaroodporne stopy żelaza i innych metali

PEK\_W03 - wie, jakie zastosować materiały do określonych atmosfer korozyjnych

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi określić, według jakiego prawa zachodzi utlenianie metalu w wybranej atmosferze korozyjnej

PEK\_U02 – umie dobrać tworzywa i powłoki ochronne do wybranych agresywnych atmosfer korozyjnych i dobrać atmosfery ochronne ograniczające korozję wysokotemperaturową tworzyw metalicznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_K01 – rozumie potrzebę systematycznego uzupełniania wiedzy

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Termodynamika i kinetyka utleniania metali i stopów	2
Wy2	Diagram Ellinghama	2
Wy3	Typy zgorzelin i mechanizm ich powstawania	2
Wy4	Jonowo-elektronowa teoria Wagnera	2
Wy5	Kinetyka i mechanizm powstawania strefy utleniania wewnętrznego	2
Wy6	Korozja w atmosferach tlenowych	2
Wy7	Korozja katastrofalna stali żaroodpornej wywołana dodatkami stopowymi	2
Wy8	Korozja metali w atmosferze pary wodnej	2
Wy9	Korozja wybranych metali i ich stopów w atmosferze związków węgla	2
Wy10	Korozja wybranych metali i ich stopów w atmosferze związków siarki	2
Wy11	Korozja wybranych metali i ich stopów w środowisku spalin	2
Wy12	Korozja wybranych metali i ich stopów w środowiskach specjalnych	2
Wy13	Powłoki ochronne	2
Wy14	Atmosfery ochronne	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład informacyjny

N2. Wykład problemowy

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca	Numer efektu	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
----------------------	--------------	---



(w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	kształcenia	
P (wykład)	PEK_W01– PEK_W03	Kolokwium końcowe

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>            [48] S. Mrowec, T. Werber.: Korozja gazowa metali, wyd. Śląsk, 1975            [49] H. Bala.: Korozja materiałów – teoria i praktyka. Wyd. WIPMiFS Politechniki Częstochowskiej, 2002</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>            [22] J. M. West.: Basic corrosion and oxidation, J. Willey and Sons, 1986            [23] Shreir’s corrosion. Vol. 1, Basic concepts, high temperature corrosion , Elsevier, 2010</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Przygotował: Dr hab. inż. Jan Masalski, jan.masalski@pwr.edu.pl</b>

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

**Korozja wysokotemperaturowa**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU  
 Inżynieria materiałowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)				
PEK_W02				
...				
...				
PEK_U01 (umiejętności)				
PEK_U02				
...				
PEK_K01 (kompetencje)				
PEK_K02				
...				

Politechnika Wroclawska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Kształtowanie właściwości materiałów inżynierskich</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Tailoring of properties of engineering materials</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów, Metalurgia chemiczna i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC023004</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

34. Zaliczone wykłady Inżynieria materiałowa i nauka o materiałach I, Inżynieria materiałowa i nauka o materiałach II
- 35.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie studentów ze sposobami kształtowania właściwości polimerów stosowanymi na różnych etapach procesu produkcji.
C2	Zapoznanie studentów z czynnikami wpływającymi na właściwości mechaniczne i użytkowe materiałów polimerowych

C3	Zapoznanie studentów ze sposobami kształtowania właściwości materiałów inżynierskich (metalicznych i ceramicznych) na różnych etapach procesu wytwarzania.
C4	Zapoznanie studentów z czynnikami wpływającymi na właściwości mechaniczne i użytkowe materiałów inżynierskich (metalicznych i ceramicznych).

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna sposoby kształtowania właściwości polimerów stosowane na różnych etapach procesu produkcji,

PEK\_W02 – zna czynniki wpływające na właściwości mechaniczne i użytkowe materiałów polimerowych

PEK\_W03 – potrafi podać przykłady i wyjaśnić mechanizm działania dodatków modyfikujących właściwości materiałów polimerowych

PEK\_W04 – zna czynniki wpływające na stopień krystaliczności i szybkość krystalizacji polimerów semikrystalicznych

PEK\_W05 – zna sposoby kształtowania właściwości materiałów inżynierskich (metalicznych i ceramicznych) na różnych etapach procesu wytwarzania.

PEK\_W06 – zna czynniki wpływające na właściwości mechaniczne i użytkowe materiałów inżynierskich (metalicznych i ceramicznych).

PEK\_W07 – potrafi podać przykłady i wyjaśnić mechanizm działania dodatków modyfikujących właściwości materiałów inżynierskich (metalicznych i ceramicznych).

PEK\_W08 – zna czynniki wpływające na stopień krystaliczności materiałów inżynierskich (metalicznych i ceramicznych), a także na odporność korozyjną w różnych środowiskach.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Otrzymywanie wysokoudarowego polistyrenu.	2
Wy2	Mechanizmy odpowiedzialne za wzrost odporności na uderzenie.	2
Wy3	Metody kształtowania właściwości materiałów polimerowych na różnych etapach procesu wytwarzania. Przegląd dodatków stosowanych do modyfikacji właściwości materiałów polimerowych. Przykłady podstawowych dodatków stosowanych do polipropylenu.	2
Wy4	Stabilizatory UV. Stabilizatory termiczne PVC do różnych zastosowań. Przeciwutleniacze, I i II rzędowe. Środki smarujące, zewnętrzne, wewnętrzne, przykłady.	2
Wy5	Modyfikatory udarności. Czynniki wpływające na efektywność modyfikacji kauczukami. Reaktywne i niereaktywne modyfikatory udarności. Komodyfikatory udarności, komercyjne modyfikatory elastomerowe typu rdzeń-otoczka. Napelniacze, glinokrzemiany warstwowe. Uniepalniacze.	2

Wy6	<p>Kształtowanie właściwości tworzyw termoplastycznych na przykładzie poli(tereftalanu etylenu).</p> <p>Wady PET z perspektywy formowania wtryskowego.</p> <p>Dodatki stosowane do PET. Przedłużacze łańcucha, czynniki sprzęgające, ich wpływ na lepkość graniczną PET w temperaturze wytłaczania. Przyspieszacze polimeryzacji w fazie stałej. Dodatki przeciwdziałające hydrolizie. Polimerowe modyfikatory PET.</p> <p>Dodatki specjalne stosowane do PET: poprawiające wytrzymałość stopu, akceptory kwasu węglowego, inhibitory transestryfikacji, nadające połysk, wygładzające powierzchnię, stabilizatory przetwórstwa, czynniki sprzęgające.</p>	2
Wy7	<p>Czynniki wpływające na właściwości mechaniczne polimerów, Wpływ stopnia krystaliczności na moduł Younga i granicę plastyczności. Czynniki wpływające na krystalizację polimerów.</p>	2
Wy8	<p>Metody kontroli szybkości krystalizacji, stopnia krystaliczności i morfologii polimerów semikrystalicznych. Czynniki nukleujące. Promotory krystalizacji.</p>	2
Wy9	<p>Określenie żarowytrzymałości oraz żaroodporności materiałów metalicznych. Charakterystyka nadstopów oraz ich podział. Ogólna charakterystyka składu chemicznego nadstopów. Rola pierwiastków w nadstopach. Omówienie znaczenia poszczególnych dodatków stopowych na właściwości mechaniczne, chemiczne oraz użytkowe materiałów metalicznych. Właściwości nadstopów i innych materiałów ceramicznych. Zastosowanie nadstopów.</p>	2
Wy10	<p>Określenie składu chemicznego nadstopów na bazie niklu, kobaltu i żelaza. Podstawowe pierwiastki i ich rola w budowie stopów niklu, kobaltu i żelaza. Fazy obecne w stopach: niklu, kobaltu i żelaza. Nadstopy na bazie kobaltu: charakterystyka stopów. Wpływ dodatków stopowych na stabilność odmian alotropowych kobaltu. Charakterystyka stopów żelaza. Skład chemiczny stopów żelaza. Podział nadstopów żelaza. Fazy występujące w nadstopach na bazie żelaza.</p>	2
Wy11	<p>Wpływ obróbki cieplnej metali i stopów na ich właściwości inżynierskie. Rodzaje obróbki cieplnej. Operacje i zabiegi obróbki cieplnej. Tendencje w rozwoju technologii obróbki cieplnej. Obróbka cieplno-chemiczna materiałów metalicznych. Podział metod obróbki cieplno-chemicznej. Rodzaj pierwiastka nasycającego.</p>	2
Wy12	<p>Nowoczesne metody otrzymywania metalicznych materiałów inżynierskich o strukturze amorficznej. Szkła metaliczne – struktura, typy szkieł, właściwości szkieł metalicznych. Ogólna charakterystyka masywnych metalowych materiałów inżynierskich o strukturze amorficznej. Metody otrzymywania gotowych materiałów inżynierskich o strukturze szkła. Metalurgia proszków materiałów metalicznych, jako technologia materiałów i gotowych produktów. Metody metalurgii proszków materiałów metalicznych. Wady i zalety metody metalurgii proszków. Proces technologiczny produktów metodą metalurgii proszków – wady i zalety.</p>	2
Wy13	<p>Klasyfikacja metod wytwarzania proszków. Metody mechaniczne wytwarzania proszków: mechaniczna synteza oraz inne metody otrzymywania nanomateriałów (wysokoenergetyczne rozdrabnianie,</p>	2

	metoda zol-żel, reakcje chemiczne w fazie gazowej – PVD, CVD; reaktywne mielenie; metoda szybkiego chłodzenia cieczy). Metody konsolidacji nanoproszków – wpływ formowania, spiekania na właściwości mechaniczne i użytkowe. Metoda izostatycznego prasowania – wady i zalety pod względem właściwości użytkowych materiałów metalicznych i ceramicznych. Inne metody konsolidacji proszków materiałów inżynierskich z uwzględnieniem ich wpływu na właściwości użytkowe i funkcjonalne.	
Wy14	Ceramika jako materiał inżynierski. Podstawowe właściwości mechaniczne i fizykochemiczne ceramiki. Klasyfikacja materiałów ceramicznych. Charakterystyka struktury materiałów ceramicznych i szkielek. Rodzaje struktur tworzonych przez tetraedry $\text{SiO}_4^{4-}$ . Własności chemiczne materiałów ceramicznych i szkielek. Przemiany fazowe krzemionki, tlenków glinu oraz glinokrzemianów. Szkło jako materiał inżynierski – otrzymywanie szkła. Właściwości materiałów ceramicznych. Ogólny podział porcelany i fajansu. Współczesne konstrukcyjne i funkcjonalne materiały ceramiczne. Wpływ składników na właściwości szkielek.	2
Wy15	Powłoki ceramiczne jako materiał inżynierski na podłożu metalicznym. Ranking najważniejszych właściwości powłok ze względu na wymagania produkcyjne i zastosowania użytkowe. Metody nanoszenia powłok ceramicznych. Warunki procesu otrzymywania powłok. Zalety i ograniczenia metod otrzymywania powłok ceramicznych. Wpływ parametrów na zmianę struktury powłoki. Właściwości fizykochemiczne materiałów twardych. Powierzchniowe warstwy ceramiczne i ich praktyczne znaczenie.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną
N2	
N3	

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W08	egzamin końcowy

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [50] L. A. Dobrzański , Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe,
- [51] M. F. Ashby, D. R. H. Jones, Engineering Materials 2, An introduction to Microstructures, Processing and Design , Elsevier, Oxford, 2006
- [52] Dobrzański L.A., Metalowe materiały inżynierskie, WNT, Warszawa, 2004.
- [53] Dobrzański L.A., Podstawy kształtowania struktury i własności materiałów metalowych, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2007.
- [54] Ashby M.F., Jones D.R.H., Materiały inżynierskie, t. 1 i 2, WNT, Warszawa, 2004.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] P. Eyerer, M. Weller, C. Hübner, The Handbook of Environmental Chemistry, Polymers- Opportunities and Risk II. Sustainability, Product Design and Processing, Springer, Berlin Heidelberg, 2010
- [2] J. Scheirs, T. E. Long, Modern Polyesters: Chemistry and Technology of Polyesters and Copolyesters, Wiley & Sons, Chichester, 2003
- [3] Blicharski M., Wstęp do inżynierii materiałowej, WNT, Warszawa, 1998.
- [4] Blicharski M., Inżynieria materiałowa - stal, WNT, Warszawa, 2004.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

Prof. dr hab. inż. Jacek Pięglowski, jacek.piglowski@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Kształtowanie właściwości materiałów inżynierskich

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Inżynieria materiałowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) <b>PEK_W01</b>	K2Aim_W06	C1, C2	Wy2, Wy3, Wy1	N1
<b>PEK_W02</b>	K2Aim_W06	C1, C2	Wy6, Wy7	N1
<b>PEK_W03</b>	K2Aim_W06	C1, C2	Wy1, Wy4,- Wy6, Wy8	N1
<b>PEK_W04</b>	K2Aim_W06	C1, C2	Wy7, Wy8	N1
<b>PEK_W05</b>	K2Aim_W06	C3, C4	Wy9, Wy10, Wy11-15	N1
<b>PEK_W06</b>	K2Aim_W06	C3, C4	Wy9, Wy10, Wy11-15	N1
<b>PEK_W07</b>	K2Aim_W06	C3, C4	Wy9, Wy10, Wy11-15	N1
<b>PEK_W08</b>	K2Aim_W06	C3, C4	Wy9, Wy10, Wy11-15	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Materiały metaliczne i procesy metalurgiczne</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Metallic materials and metallurgical processes</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>1. Inżynieria i technologia polimerów 2. Metalurgia chemiczna i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC023002</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		30		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		0,5		

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawy chemii ogólnej i nieorganicznej</li> <li>2. Podstawy chemii fizycznej</li> <li>3. Podstawowe informacje z zakresu inżynierii materiałowej</li> </ol>

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studentów z najważniejszymi cechami procesów hydrometalurgicznych: charakterystyką surowca, doбором czynnika ługującego i systemu ługowania.
C2	Poznanie mechanizmów reakcji ługowania.
C3	Poznanie przykładów zastosowania hydrometalurgii dla wybranych metali podstawowych (Cu, Ni, Co) i szlachetnych (Ag, Au, PGE).
C4	Poznanie zalet i wad podstawowych materiałów metalicznych.
C5	Poznanie sposobu znakowania metali i stopów.
C6	Przekazanie wiedzy o rodzajach obróbki metali i stopów oraz celach ich stosowania.
C7	Opanowanie metodyki wyznaczania warunków występowania różnych typów korozji.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – rozumie istotę procesów pirometalurgicznych, elektrometalurgicznych i hydrometalurgicznych

PEK\_W02 – zna podstawowe operacje jednostkowe w hydro- i pirometalurgii

PEK\_W03 – zna zalety i wady podstawowych metali i stopów stosowanych w praktyce

PEK\_W04 – potrafi określić rodzaj stali po jej oznakowaniu

PEK\_W05 – zna podstawowe rodzaje obróbki metali i rozumie cel ich stosowania

PEK\_W06 – rozumie sposób oddziaływania dodatków stopowych na właściwości materiałów metalicznych

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi dobrać warunki elektrorafinacji w badaniach laboratoryjnych

PEK\_U02 – umie wyznaczyć ciepło molowe metali

PEK\_U03 – potrafi przedstawić podstawowe aspekty ługowania minerałów utlenionych i siarczkowych

PEK\_U04 – potrafi badać i ocenić zachowanie metali i stopów w środowiskach agresywnych i wyznaczać warunki występowania różnych rodzajów zniszczeń korozyjnych na podstawie badań elektrochemicznych

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Uwarunkowania makroekonomiczne, rynki metali, znaczenie gospodarcze metalurgii i hydrometalurgii, perspektywy wydobywania i zastosowania.	2
Wy2	Operacje jednostkowe w hydrometalurgii.	2
Wy3	Ługowanie: charakterystyka surowca, dobór czynnika ługującego, ocena parametrów ługowania.	2
Wy4	Systemy ługowania surowców metalonośnych – rodzaje, zasady doboru, parametry.	2
Wy5	Hydrometalurgia miedzi: rynki metalu, surowce, zastosowania,	2



	rodzaje czynników ługujących i systemów ługowania. Przykłady instalacji.	
Wy6	Hydrometalurgia niklu i kobaltu: rynki metali, surowce, zastosowania, rodzaje czynników ługujących i systemów ługowania. Przykłady instalacji.	2
Wy7	Hydrometalurgia złota: rynki metalu, surowce, rodzaje czynników ługujących i systemów ługowania. Przykłady instalacji.	2
Wy8	Hydrometalurgia platynowców: rynki metalu, surowce, rodzaje czynników ługujących i systemów ługowania. Przykłady instalacji.	1
Wy9	Struktura metali. Roztwory stałe. Stopy.	1
Wy10	Ogólny przegląd metali i stopów stosowanych w praktyce.	2
Wy11	Stal niestopowa jako materiał inżynierski.	2
Wy12	Stal stopowa, jej właściwości i zastosowanie.	2
Wy13	Znakowanie stali – normy polskie, unijne, amerykańskie.	2
Wy14	Rodzaje obróbki stali: cieplnej, cieplno-chemicznej i mechanicznej. Sposób przeprowadzenia i cele.	2
Wy15	Stopy glinu i miedzi – najczęściej stosowane stopy metali nieżelaznych.	2
Wy16	Nikiel, kobalt i ich stopy. Tytan i stopy tytanu. Stopy magnezu. Wady i zalety stopów różnych metali nieżelaznych i ich zastosowanie.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Ługowanie nieutleniające koncentratu miedzi - kontrolowany rozkład węglanów - kinetyka, parametry, warunki elektrochemiczne (lub: Ługowanie atmosferyczne koncentratu miedzi - kinetyka ługowania Cu, Zn, Ni, Co, As, V, Mo oraz ocena wpływu parametrów i wydajności procesu).	3
La2	Elektrorefinacja metali. Wyznaczanie ciepła molowego metali.	3
La3	Pasywność metali - badania zjawisk pasywności metali i stopów z uwzględnieniem wpływu rodzaju środowiska elektrolitycznego oraz jego stężenia i temperatury, obecności utleniaczy oraz rodzaju tworzywa metalicznego,	3
La4	Kinetyka tworzenia wżeru – wyznaczenie potencjału zarodkowania wżerów stali odpornej na korozję oraz aluminium, określenie współczynników „b” w równaniu opisującym kinetykę wzrostu wżeru.	3
La5	Korozja międzykrystaliczna - obliczania średniej szybkości korozji; obserwacji mikroskopowej plamki trawienia.	3
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład informacyjny

N2	wykład problemowy
N3	wykonanie doświadczenia
N4	przygotowanie sprawozdania

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W06	egzamin końcowy
F1 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U04	sprawdzian pisemny
F2 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U04	Sprawozdanie z wykonania ćwiczenia
<b>P (laboratorium)</b> – warunek zaliczenia: pozytywne oceny ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych Ocena z laboratorium: $P(\text{laboratorium}) = 1/3 F1 + 2/3 F2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[55] Habashi F., A textbook of hydrometallurgy, Metallurgie Extractive Quebec, Enr., 1993.
[56] Halik T., Hydrometallurgy – principles and applications, CRS Press, 2008.
[57] Pourbaix M., Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions, Pergamon Press, London – New York – Paris, 1966.
[58] Gupta C.K., Mukherjee T.K., Hydrometallurgy in Extraction Processes Vol.1+2 CRC Press 1990.
[59] Marsden J.O., House C. Iain, The Chemistry of Gold Extaction, SME 2006.
[60] Cholewa M., Gawroński J., Przybyła M., Podstawy procesów metalurgicznych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2004.
[61] Blicharski M., Wstęp do inżynierii materiałowej, WNT, Warszawa, 1998.
[62] Blicharski M., Inżynieria materiałowa – stal, WNT, Warszawa, 2004.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[24] Łętowski F., Podstawy hydrometalurgii, WNT, Warszawa, 1975.
[25] Rawlings D.E., Johnson D.B. (eds.), Biominig, Springer 2007,
[26] Han K.N., Aqueous Metallurgy, SME 2002,
[27] Burkin A.R., Chemical Hydrometallurgy, Imperial College Press, 2001,
[28] Yannopoulos J.C. The Extractive Metallurgy of Gold,
[29] Biswas A.K & Davenport W.G. Extractive Metallurgy of Copper
[30] Drzymala J., Mineral Processing – Foundations of theory and practice of mineralurgy, Wroclaw Univ. of Techn., 2007.
[31] Ciszewski A., Radomski T., Szummer A., Materiałoznawstwo, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2003.

--

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Prof. dr hab. inż. Bogdan Szczygiel</b> , bogdan.szczygiel@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Materiały metaliczne i procesy metalurgiczne

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Inżynieria materiałowa

### I SPECJALNOŚCI

Inżynieria i technologia polimerów

Metalurgia chemiczna i korozja metali.

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) <b>PEK_W01</b>	K2Aim_W02	C1, C2	W1-W3	N1
<b>PEK_W02</b>	K2Aim_W02	C1-C3	W4-W8	N1
<b>PEK_W03</b>	K2Aim_W02	C4	W10-W12, W15, W16	N1,N2
<b>PEK_W04</b>	K2Aim_W02	C5	W13	N1
<b>PEK_W05</b>	K2Aim_W02	C6	W9, W14	N1
<b>PEK_W06</b>	K2Aim_W02	C4, C6	W9, W12, W14-W16	N1
(umiejętności) <b>PEK_U01</b>	K2Aim_U02	C1	La2	N3, N4
<b>PEK_U02</b>	K2Aim_U02	C1	La2	N3, N4
<b>PEK_U03</b>	K2Aim_U02	C1-C3	La1	N3, N4
<b>PEK_U04</b>	K2Aim_U02	C7	La3-La5	N3, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wrocławska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Metale i stopy odporne na korozję</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Metals and corrosion resistant alloys</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Metalurgia i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu	<b>TCC020019</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

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

36. Podstawy chemii fizycznej – elektrochemia, równowagi fazowe

#### CELE PRZEDMIOTU

C1	Poznanie rodzajów stali odpornych na korozję (SONK)
C2	Poznanie typów korozji, jakim ulegają SONK

C3	Poznanie właściwości antykorozyjnych SONK i metalicznych materiałów inżynierskich oraz obszarów ich zastosowań
----	--

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – zna typy stali odpornych na korozję	
PEK_W02– zna zalety i wady różnych typów stali i innych metalicznych materiałów inżynierskich	
PEK_W03– rozumie podstawy procesów korozyjnych zachodzących na materiałach metalicznych	
PEK_W04– wie, jakie zastosować materiały do określonych środowisk korozyjnych	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Rodzaje stali odpornych na korozję (SONK) i typy korozji, jakim ulegają	2
Wy2	Skład i struktura stali austenitycznych, ferrytycznych i dupleksowych.	2
Wy3	Skład i struktura stali martenzytycznych, utwardzanych wydzieleniowo i staliw.	2
Wy4	Korozja wżerowa i korozja szczelinowa SONK.	2
Wy5	Korozja międzykrystaliczna i korozja naprężeniowa SONK.	2
Wy6	Korozja zmęczeniowa, galwaniczna, erozyjna SONK i kawitacja	2
Wy7	Korozja ogólna SONK.	2
Wy8	Korozja stali węglowych	2
Wy9	Glin i jego stopy. Ołów i stopy ołowiu. Cyna i blacha cynowa	2
Wy10	Stopy kobaltu. Stopy cyrkonu	2
Wy11	Miedź i stopy miedzi. Cynk	2
Wy12	Tytan i stopy tytanu	2
Wy13	Magnez i stopy magnezu	2
Wy14	Stopy amorficzne	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
Suma godzin		30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład informacyjny
N2	wykład problemowy

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01– PEK_W04	Kolokwium końcowe

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L.A Dobrzański.: Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe, WNT, 2006.</li> <li>2. A.J. Sedriks, Corrosion of Stainless Steel, J. Wiley &amp; Sons 1996.</li> </ol> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. H. H. Uhlig, Korozja i jej zapobieganie, WNT, 1976.</li> <li>2. Uhlig's Corrosion Handbook, ed. by R.W.Revie, J. Wiley &amp; Sons. 2000.</li> </ol>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Dr hab. inż. Jan Masalski, jan.masalski@pwr.wroc.pl</b>

Politechnika Wrocławska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Metody badań korozji</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Corrosion test methods</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Metalurgia i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>TCC023026</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		0,5		

\*niepotrzebne usunąć

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

37. Podstawy chemii fizycznej - elektrochemia

#### CELE PRZEDMIOTU

C1	Poznanie systematyki metod badań korozji
C2	Poznanie zalet i wad metod przyspieszonych i polowych

C3	Poznanie podstaw teoretycznych stała i zmiennoprądowych metod badania korozji
C4	Podanie informacji, jakie zastosować metody badawcze do oceny narażeń korozyjnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

**Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna systematykę metod badania korozji

PEK\_W02 – zna zalety i wady metod przyspieszonych i polowych

PEK\_W03 – rozumie podstawy teoretycznych stała i zmiennoprądowych metod badania korozji

PEK\_W04 – wie, jakie zastosować metody badawcze do oceny narażeń korozyjnych

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi zbudować układy pomiarowe do badań polaryzacyjnych metodą potencjostatyczną i galwanostatyczną

PEK\_U02 – potrafi przeprowadzić pomiary elektrochemiczne, stała- i zmiennoprądowe, i określić szybkość korozji metali

PEK\_U03 – potrafi ocenić zakresy potencjału, w których występuje zagrożenie korozją różnego typu

PEK\_U04 – potrafi wykonać badania przyspieszone w komorach korozyjnych zgodnie z obowiązującymi normami

PEK\_U05 – umie wyznaczyć szybkość korozji ogólnej metodą grawimetryczną

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasady badan korozyjnych w warunkach laboratoryjnych.	2
Wy2	Zasady badan korozyjnych w warunkach eksploatacyjnych.	2
Wy3	Metoda galwanostatyczna.	2
Wy4	Metoda potencjostatyczna.	2
Wy5	Metoda oporu polaryzacyjnego.	2
Wy6	Metoda cyklicznej voltamperometrii	2
Wy7	Metody badan korozji lokalnej: wżerowej i szczelinowej.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Badania grawimetryczne	3
La2	Wyznaczanie szybkości korozji metodą potencjostatyczną	3



La3	Monitorowanie korozji metali w warunkach przemysłowych	3
La4	Korozja atmosferyczna	3
La5	Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna	3
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład informacyjny
N2	wykład problemowy
N3	wykonanie doświadczenia
N4	Przygotowanie sprawozdania

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01– PEK_W05	Kolokwium końcowe
F1 (laboratorium)	PEK_U01– PEK_U05	Ocena z kartkówki oraz ze sprawozdania do każdego laboratorium
P (laboratorium): ocena zaliczenia to średnia arytmetyczna zaliczeń ze wszystkich laboratoriów Warunek: zaliczenie wszystkich laboratoriów		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[63] M.G. Fontana, N.D. Greene ; Corrosion Engineering, McGraw-Hill Book Company 1986.
[64] E. Yeager; Techniques of Electrochemistry, J. Wiley and Sons, Inc. 1987.
[65] R. Juchniewicz; Ćwiczenia laboratoryjne z korozji i ochrony metali, Politechnika Gdańska, Gdańsk 1974.
[67] A.T. Kuhn; Techniques in Electrochemistry, Corrosion and Metal Finishing, J. Wiley and Sons, Chichester, 1987.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[32] H. Bala; Korozja materiałów – teoria i praktyka, Wydawnictwo Politechnika Częstochowska, 2002.
[33] J. Baszkiewicz, M. Kamiński; Korozja materiałów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.
[34] H. H. Uhlig, Korozja i jej zapobieganie, WNT, 1976.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Dr hab. inż. Jan Masalski, jan.masalski@pwr.wroc.pl****MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Metody badań korozji

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Inżynieria materiałowa

**I SPECJALNOŚCI**

Metalurgia chemiczna i korozja

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
(wiedza) <b>PEK_W01</b>	S2Aim2_W05	C1	Wy1	N1, N2
<b>PEK_W02</b>	S2Aim2_W05	C2	Wy1-Wy3	N1, N2
<b>PEK_W03</b>	S2Aim2_W05	C3	Wy1-Wy7	N1, N2
<b>PEK_W04</b>	S2Aim2_W05	C4		N1, N2
(umiejętności) <b>PEK_U01</b>	S2Aim2_U05	C1	La1, La2, La3, La4, La5	N3, N4
<b>PEK_U02</b>	S2Aim2_U05	C1	La1, La2, La3, La4, La5	N3, N4
<b>PEK_U03</b>	S2Aim2_U05	C2, C3	La1, La2, La3, La4, La5	N3, N4
<b>PEK_U04</b>	S2Aim2_U05	C3, C4	La1, La2, La3, La4, La5	N3, N4
<b>PEK_U05</b>	S2Aim2_U05	C4	La1, La2, La3, La4, La5	N3, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Metody badań tworzyw sztucznych</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Analysis methods of polymeric materials</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>TCC023022</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			1		

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

38. Wiedza z zakresu chemii materiałów polimerowych
39. Wiedza z zakresu fizykochemii polimerów

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studentów metodami analizy materiałów polimerowych.
C2	Nauczenie prawidłowej interpretacji wyników badań materiałów.

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – potrafi określić temperaturę topnienia, temperaturę krystalizacji, temperaturę zeszklenia i stopień krystaliczności polimeru na podstawie analizy DSC.	
PEK_U02 – potrafi przeprowadzić oznaczenie czasu indukcji utleniania materiału polimerowego metodą HP DSC.	
PEK_U03 – na podstawie wyniku analizy termogravimetrycznej potrafi określić stabilność termiczną i skład ilościowy kompozytu polimerowego.	
PEK_U04 – potrafi zinterpretować wyniki analizy DMTA polimeru amorficznego i semikrystalicznego.	
PEK_U05 – potrafi wyznaczyć temperaturę mięknięcia materiałów polimerowych.	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Organizacja ćwiczeń, BHP, wprowadzenie.	2
La2	Wyznaczanie temperatury topnienia oraz stopnia krystaliczności mieszanin polimerowych metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC).	4
La3	Określanie stabilności termooksydacyjnej poliolefin w warunkach kontrolowanego ciśnienia tlenu, analiza metodą HP DSC.	4
La4	Wyznaczanie zawartości napelnacza włóknistego w kompozytach polimerowych na podstawie analizy termogravimetrycznej (TGA).	4
La5	Dynamiczna analiza termomechaniczna (DMTA) amorficznego i semikrystalicznego polimeru termoplastycznego.	4
La6	Określanie czasu żelowania poli(chloroku winylu).	4
La7	Określenie temperatury mięknięcia metodą Vicata i badania analizowanych próbek na konsystometrze Höpplera .	4
La8	Termin odróbkowy. Zaliczenia.	4
Suma godzin		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykonanie doświadczeń
N2	przygotowanie sprawozdań

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01 do PEK_U05	Kolokwium dopuszczające do laboratorium

F2	PEK_U01 do PEK_U05	Pisemne sprawozdanie
P - Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen cząstkowych otrzymanych w trakcie semestru. Warunkiem zaliczenia jest zrealizowanie wszystkich ćwiczeń.		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [68] J. D. Menczel, R. B. Prime, Thermal analysis of polymers, Fundamentals and applications, John Wiley&Sons Ltd., 2009
- [69] W. Przygocki, A. Włochowicz, Fizyka polimerów, PWN, Warszawa, 2001
- [70] T. Broniewski, J. Kapko, W. Płaczek, J. Thomala, Metody badań i ocena właściwości tworzyw sztucznych, WNT, Warszawa, 2001

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [71] N. P. Cheremisinoff, Polymer Characterization - Laboratory Techniques and Analysis, William Andrew Publishing, 1996

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**dr inż. Małgorzata Gazińska, malgorzata.gazinska@pwr.edu.pl**

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Metody badań tworzyw sztucznych

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Inżynieria Materiałowa

### I SPECJALNOŚCI

Inżynieria i technologia polimerów

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne
(umiejętności) PEK_U01	S2Aim1_U05	C1, C2	La2	N1, N2
PEK_U02	S2Aim1_U05	C1, C2	La3	N1, N2
PEK_U03	S2Aim1_U05	C1, C2	La4	N1, N2
PEK_U04	S2Aim1_U05	C1, C2	La5	N1, N2
PEK_U05	S2Aim1_U05	C1, C2	La7	N1, N2

WYDZIAŁ Chemiczny

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim

**Metody matematyczne w projektowaniu i analizie eksperymentu**

Nazwa w języku angielskim

**Mathematical methods in the experiment design and analysis****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biotechnologia, Chemia, Inżynieria materiałowa, Technologia chemiczna****Specjalność (jeśli dotyczy):****Stopień studiów i forma: II stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu: MAC023003****Grupa kursów: NIE /**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Projekt	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Zaliczenie kursów Analiza I, Algebra I.
2. Umiejętność obsługi komputera.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zrozumieć zastosowania modelowania statystycznego w opisie eksperymentu chemicznego.
- C2 Nauczyć się zastosowania numerycznych metod matematycznych do kontroli procesu chemicznego.
- C3 Zrozumieć aparat matematyczny używany w obliczeniach związanych z projektowaniem i analizą eksperymentu.
- C4 Nauczyć się jak opracować wyniki eksperymentu metodami statystycznymi z użyciem pakietów numerycznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu umiejętności:

PEK1 -

P2A\_W02 - w interpretacji zjawisk i procesów przyrodniczych opiera się na podstawach empirycznych, rozumiejąc w pełni znaczenie metod matematycznych i statystycznych

P2A\_W03 - ma wiedzę z zakresu matematyki, fizyki i chemii niezbędną dla zrozumienia podstawowych zjawisk i procesów przyrodniczych  
potrafi powiązać zjawisko fizyko-chemiczne z odpowiednim modelem matematycznym, potrafi zidentyfikować jakiego typu metodę matematyczną należy zastosować do rozwiązania zadanego problemu

P2A\_W06 - ma wiedzę w zakresie statystyki i informatyki na poziomie pozwalającym na opisywanie i interpretowanie zjawisk przyrodniczych, potrafi opracować wyniki eksperymentu metodami statystycznymi, potrafi ocenić rodzaj korelacji pomiędzy zestawem danych a następnie dopasować odpowiedni model, potrafi metodami statystycznymi określić jakość dopasowania modelu do danych eksperymentalnych

P2A\_W07 – stosując odpowiednie metody numeryczne oraz pakiety do obliczeń matematycznych umie rozwiązać zadany problem z zadaną dokładnością,

Z zakresu kompetencji społecznych:

P2A\_K01 - rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób

P2A\_K05 - rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, podstawowymi dla studiowanego kierunku studiów, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy

P2P\_K02 - potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Metody rozwiązywania układów równań liniowych, równania macierzowe, obliczanie macierzy odwrotnej, algorytm Gaussa: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietu MATLAB.	2
Wy2	Metody rozwiązywania układów równań nieliniowych, lokalizacja rozwiązań, metoda Newtona-Raphsona: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietu MATLAB.	2
Wy3	Metody rozwiązywania układów równań różniczkowych, metoda Eulera,	2

	metoda Verleta, schemat jawny, schemat niejawny: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietu MATLAB.	
Wy4	Estymacja liniowa – metoda najmniejszych kwadratów, współczynnik korelacji, suma kwadratów, założenia dotyczące błędu: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietów Excel, MATLAB.	2
Wy5	Estymacja nieliniowa, linearyzacja, równania normalne, metoda Gaussa-Newtona. Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietów Excel, MATLAB.	2
Wy6	Ocena dopasowania modelu: proporcja wyjaśnionej wariancji, test chi-kwadrat, test Kolomogorova-Smirnova, test Grubba. Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietów Origin, MATLAB.	2
Wy7	Testowanie hipotez - rozkład normalny, t-Studenta, ANOVA: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietów Origin, Excel.	2
Wy8	Metoda powierzchni odpowiedzi, metoda Boxa-Behnkena: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietu MATLAB.	1
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacje multimedialne.  
 N2. Demonstracje komputerowe.  
 N3. Praca własna studenta.  
 N4. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>P</b>	P2A_W02, P2A_W03, P2A_W06, P2A_W07	Ocena kolokwium.
ocena	<b>2,0</b> jeżeli P < 25 pkt. <b>3,0</b> jeżeli P = 25,5– 28 pkt. <b>3,5</b> jeżeli P = 28,5 – 31 pkt. <b>4,0</b> jeżeli P = 31,5 – 34 pkt. <b>4,5</b> jeżeli P = 34,5- 37 pkt. <b>5,0</b> jeżeli P = 40 - 45 pkt. <b>5,5</b> jeżeli P = 45,5- 50 pkt.	



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] Steven C. Chapra, Applied Numerical Methods with MATLAB: for Engineers and Scientists, McGraw 2012

[2] Atkinson, A., Donev, A. and Tobias, R. (2007). Optimum Experimental Designs, with SAS (Oxford University Press)

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[35] Źródła internetowe

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Łukasz Radośniński**  
**Łukasz.radosinski@pwr.wroc.pl**

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Metody matematyczne w projektowaniu i analizie eksperymentu.** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA STUDIACH II STOPNIA

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
(umiejętności) PEK1	K2Abt_W01, K2Ach_W01, K2Aic_W01, K2Aim_W01, K2Atc_W01	C1-C4	Wy1-Wy8	N1-N4
P2A_W03	K2Abt_W01, K2Ach_W01, K2Aic_W01, K2Aim_W01, K2Atc_W01	C1-C3	Wy1-Wy8	N1-N4
P2A_W06	K2Abt_W01, K2Ach_W01, K2Aic_W01, K2Aim_W01, K2Atc_W01	C1, C3, C4	Wy1-Wy8	N1-N4
P2A_W07	K2Abt_W01, K2Ach_W01, K2Aic_W01, K2Aim_W01, K2Atc_W01	C2, C4	Wy1-Wy8	N1-N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Modyfikacja polimerów</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Modification of polymers</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023055</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

40. Znajomość podstawowych właściwości polimerów
41. Znajomość metod oceny właściwości mechanicznych i fizykochemicznych

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studentów z celami modyfikacji polimerów
C2	Poznanie termodynamiki mieszania polimerów
C3	Uzyskanie wiedzy na temat metod wzmacniania polimerów
C4	Poznanie klasyfikacji metod modyfikacji i ich wyboru dla realizacji określonego celu

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – zna podstawowe metody modyfikacji chemicznej i fizycznej polimerów	
PEK_W02 – potrafi przewidzieć strukturę fazową mieszanin polimerów	
PEK_W03 – umie opisać mechanizmy wzmocnienia polimerów	
PEK_W04 – zna metody oceny efektów modyfikacji	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – potrafi dobrać odpowiedni modyfikator PVC i potrafi wyjaśnić wpływ modyfikatora na właściwości mechaniczne mieszaniny	
PEK_U02 – potrafi przygotować nanokompozyty z osnową z polimeru termoplastycznego i glinokrzemianami warstwowymi jako napełniaczami	
PEK_U03 – umie wytworzyć materiał polimerowy o zwiększonej odporności na uderzenie	
PEK_U04 – potrafi określić wpływ napełniacza na krystalizację i morfologię polimerów semikrystalicznych	
PEK_U05 – potrafi zmodyfikować warstwę wierzchnią polimeru oraz napełniaczy włóknistych za pomocą plazmy w celu uzyskania oczekiwanych właściwości powierzchniowych	
PEK_U06 – umie wytworzyć materiał polimerowy zawierający uniepalniacze	
PEK_U07 – potrafi przeprowadzić proces sieciowania poli(alkoholu winylowego) i kauczuku nitrylowego	
PEK_U08 – potrafi ocenić efekty modyfikacji materiałów polimerowych	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Rodzaje modyfikacji polimerów (metody chemiczne, metody fizyczne, klasyfikacja metod, kryteria ekonomiczne modyfikacji).	2
Wy2	Termodynamika mieszanin polimerów.	2
Wy3	Opis funkcji termodynamicznych mieszania w funkcji składu i ciężarów cząsteczkowych. Rola parametru oddziaływań Flory'ego i Hugginsa.	2
Wy4	Podział fazowy w mieszaninach polimerów. Dolna krytyczna temperatura rozpuszczania, górna krytyczna temperatura	2

	rozpuszczania, mechanizmy podziału: nukleacja i wzrost, podział spinodalny).	
Wy5	Poli(chlorek winylu) jako wielkotonazowy polimer. PCW-E , PCW-S, budowa ziaren, szkodliwość monomeru chlorku winylu.	2
Wy6	Plastyfikacja poli(chlorku winylu). Pasty i suche mieszanki. Rodzaje plastyfikatorów małowcząsteczkowych. Plastyfikatory polimeryczne. Migracja plastyfikatora.	2
Wy7	Proces żelowania i metoda oceny procesu.	2
Wy8	Materiały polimerowe o zwiększonej odporności na uderzenie. Porównanie układów plastyfikowanych z dwufazowymi kompatybilnymi.	2
Wy9	Kompatybilizacja mieszanin polimerowych. Rola napięcia międzyfazowego, wpływ kopolimerów na kompatybilność.	2
Wy10	Układy polimer – napelniaz. Rodzaje napelniazczy.	2
Wy11	Polimery wysokomodulowe. Wytłaczanie w stanie „stałym”. Wysoko- modulowe włókna polietylenowe przędzone z roztworu.	2
Wy12	Nanokompozyty ceramiczno-polimerowe. Podstawowe pojęcia z zakresu interkalacji glinokrzemianów. Porównanie właściwości z klasycznymi materiałami kompozytowymi.	2
Wy13	Metody badawcze stosowane w ocenie wieloskładnikowych mieszanin polimerów (DSC, DMTA, pomiar odporności na uderzenie, mikroskopia optyczna, mikroskopia elektronowa, przykłady).	2
Wy14	Wykorzystanie polimerów naturalnych w modyfikacji polimerów.	2
Wy15	Podsumowanie, perspektywy, znaczenie modyfikacji dla recyklingu.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Organizacja ćwiczeń, BHP, wprowadzenie.	2
La2	Modyfikacja PVC, cz. 1- modyfikatory przetwórstwa. Sporządzanie mieszanin polimerów w stopie.	2
La3	Modyfikacja PVC, cz. 2 - przygotowanie kształtek do badań wytrzymałościowych.	2
La4	Modyfikacja PVC, cz. 3 - właściwości mechaniczne.	2
La5	Zmiękczenie poli(chlorku winylu) - wiskozymetr rotacyjny.	2
La6	Modyfikacja polimerów krystalicznych nanonapełniaczami, cz. 1 - otrzymywanie kompozytów.	2
La7	Modyfikacja polimerów krystalicznych nanonapełniaczami, cz. 2 - badania mikroskopowe.	2
La8	Uniepalnianie polimerów, wytwarzanie kompozytów metodą wytłaczania, przygotowanie próbek do prób palności.	2
La9	Modyfikacja powierzchni polimerowych plazmą radiową.	2
La10	Modyfikacja plazmowa włókien naturalnych.	2
La11	Ocena efektu modyfikacji plazmowej włókien i folii, pomiary kąta zwilżania zmodyfikowanych powierzchni.	2

La12	Sieciowanie poli(alkoholu winylowego).	2
La13	Ocena właściwości mechanicznych elastomerów, wulkanizacja kauczuku.	2
La14	Termin odróbkowy.	2
La15	Zaliczenia.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład informacyjny
N2	wykład problemowy
N3	wykonanie doświadczeń
N4	przygotowanie sprawozdań

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 do PEK_W04	
F1 (laboratorium)	PEK_U01 do PEK_U08	Kolokwium dopuszczające do laboratorium
F2 (laboratorium)	PEK_U01 do PEK_U08	Pisemne sprawozdanie
P (laboratorium) = 3,0 jeżeli $(0.75 \cdot F1 + 0.25 \cdot F2) = 3,0 - 3,1$ pkt. 3,5 jeżeli $(0.75 \cdot F1 + 0.25 \cdot F2) = 3,2 - 3,6$ pkt. 4,0 jeżeli $(0.75 \cdot F1 + 0.25 \cdot F2) = 3,7 - 4,1$ pkt. 4,5 jeżeli $(0.75 \cdot F1 + 0.25 \cdot F2) = 4,2 - 4,6$ pkt. 5,0 jeżeli $(0.75 \cdot F1 + 0.25 \cdot F2) = 4,7 - 5,0$ pkt. 5,5 jeżeli $(0.75 \cdot F1 + 0.25 \cdot F2) = 5,1 - 5,5$ pkt.		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>            [72]            [73]</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>            [74] W. Przygocki, A. Włochowicz „Fizyka Polimerów” Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.            [75] S. Wu, „Polymer Interface and Adhesion” M. Dekker, New York and Basel 1982.            [76] M. Oblój - Muzaj, B. Świerz - Motysia, B. Szablowska „Polichlorek winylu” Wydawnictwo Naukowo Techniczne WNT, Warszawa 1997.</p>

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**  
(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Jacek Pięglowski**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Modyfikacja polimerów

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Inżynieria Materiaowa

**I SPECJALNOŚCI**

Inżynieria i technologia polimerów

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	S2Aim1_W01	C1	Wy1, Wy5, Wy6, Wy7, Wy12	N1
<b>PEK_W02</b>	S2Aim1_W01	C2	Wy2, Wy3, Wy4	N2
<b>PEK_W03</b>	S2Aim1_W01	C3	Wy8, Wy9, Wy10, Wy11, Wy14	N1
<b>PEK_W04</b>	S2Aim1_W01	C4	Wy13, W15	N1
<b>(umiejętności) PEK_U01</b>	S2Aim1_U03	C1, C4	La2, La3, La4, La5	N3, N4
<b>PEK_U02</b>	S2Aim1_U03	C3	La6, La8	N3, N4
<b>PEK_U03</b>	S2Aim1_U03	C3	La2	N3, N4
<b>PEK_U04</b>	S2Aim1_U03	C4	La7	N3, N4
<b>PEK_U05</b>	S2Aim1_U03	C1, C4	La9, La10	N3, N4
<b>PEK_U06</b>	S2Aim1_U03	C1, C4	La8	N3, N4
<b>PEK_U07</b>	S2Aim1_U03	C1, C4	La12, La13	N3, N4
<b>PEK_U08</b>	S2Aim1_U03	C1, C4	La4, La5, La7, La11, La13	N3, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Nanomateriały</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Nanomaterials</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Zaawansowane Materiały Funkcjonalne</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC023020</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				30
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
42.	Chemia ogólna
43.	Podstawy fizyki i matematyki.
44.	Podstawy biologii na poziomie szkoły średniej

--

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Uzyskanie dodatkowej wiedzy z zakresu chemii, charakteryzacji i zastosowania nanomateriałów funkcjonalnych.
C2	Wiedza na temat nowoczesnych nanomateriałów hybrydowych i teranostycznych.
C3	Uzyskanie dodatkowej wiedzy na temat funkcjonalizacji nanomateriałów
C4	Zapoznanie studenta z nowoczesnymi metodami otrzymywania nanomateriałów.
C5	Wiedza na temat toksyczności nanomateriałów

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01	– Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu nanoskali, nanotechnologii i nanoinżynierii materiałowej
PEK_W02	– Zna nowe metody syntezy nanomateriałów. Ma podstawową wiedzę z zakresu pojęć związanych z syntezą i klasyfikacją nanomateriałów.
PEK_W03	- Zna nowe metody syntezy nanomateriałów.
PEK_W04	- Zna nowoczesne metody charakteryzacji nanomateriałów. Zna i rozumie podstawowe pojęcia związane z budową i działaniem zaawansowanej aparatury pomiarowej.
PEK_W05	- Ma uporządkowaną i podstawową wiedzę z zakresu technik spektroskopowych i laserowych. Rozumie oraz potrafi wytłumaczyć zjawiska i procesy zachodzące podczas oddziaływania światła z nanomateriałem.
PEK_W06	- Posiada wiedzę dotyczącą jonów pierwiastków ziem rzadkich. Rozumie pojęcie diagramu Jabłońskiego. Zna właściwości fizyko-chemiczne materiałów domieszkowanych jonami lantanowców.
PEK_W07	- Zna i rozumie pojęcie optycznego efektu rozmiarowego w materiale półprzewodnikowym. Zna właściwości materiałów półprzewodnikowych. Zna podstawowe metody syntezy materiałów półprzewodnikowych. Rozumie ogólnie pojęcie elektronowej struktury pasmowej w półprzewodnikach.
PEK_W08	- Ma znajomość i rozumienie właściwości metalicznych nanomateriałów. Zna i rozumie pojęcie powierzchniowego efektu plazmonicznego.
PEK_W09	- Zna krystaliczne formy węgla. Ma znajomość właściwości nanomateriałów węglowych.
PEK_W10	- Zna podstawowe metody funkcjonalizacji nanomateriałów.
PEK_W11	- Rozumie oraz potrafi wytłumaczyć opisy prawidłowości, zjawisk i procesów chemicznych i fizycznych nanocząstek hybrydowych i teranostycznych.
PEK_W12	- Zna i rozumie wybrane zastosowania nanomateriałów.
PEK_W13	- Zna najważniejsze czasopisma naukowe z zakresu syntezy, właściwości i zastosowania nanomateriałów. Zna naukowe bazy danych i potrafi wyszukiwać zagadnienia z wiązaniem z technologią nanomateriałów
PEK_W14	- Zna i rozumie perspektywy i zagrożenia związane z syntezą i zastosowaniem nanomateriałów.



**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEK\_U01 – Potrafi nazwać i zdefiniować nowe nanomateriały i skalę nanometryczną. Zna podstawowe pojęcia związane z nanotechnologią.
- PEK\_U02 – Potrafi klasyfikować nanomateriały ze względu na rodzaj syntezy, budowę, właściwości fizyko-chemiczne i zastosowanie.
- PEK\_U03 - Potrafi rozwiązać protokół syntezy nanomateriałów. Potrafi nazwać i zdefiniować sprzęt niezbędny do syntezy nanomateriałów. Potrafi rozwiązywać proste zadania z zakresu syntezy nanomateriałów.
- PEK\_U04- Potrafi nazwać i zdefiniować zaawansowany sprzęt do charakteryzacji nanomateriałów. Wie jakiej techniki należy użyć w celu pozyskania pożądanej informacji o właściwościach nanomateriałów. Potrafi wyliczyć rozmiar nanokrystalitu za pomocą reguły Scherrera.
- PEK\_U05- Potrafi nazwać i sklasyfikować lasery do badań nanomateriałów. Zna podstawowe techniki spektroskopowe w badaniach nanomateriałów. Potrafi narysować i omówić diagram Jabłońskiego.
- PEK\_U06- Potrafi nazwać i zdefiniować nanomateriały domieszkowane jonami pierwiastków ziem rzadkich. Zna podstawowe pojęcia związane z właściwościami nanomateriałów domieszkowanych jonami lantanowców.
- PEK\_U07- Potrafi nazwać i zdefiniować nanomateriały półprzewodnikowe. Zna podstawowe pojęcia związane z właściwościami struktur półprzewodnikowych.
- PEK\_U08- Potrafi nazwać i zdefiniować nanomateriały plazmoneczne. Zna podstawowe pojęcia związane z właściwościami nanomateriałów metalicznych.
- PEK\_U09- Potrafi nazwać i zdefiniować nanomateriały węglowe. Zna podstawowe pojęcia związane z właściwościami nanomateriałów węglowych.
- PEK\_U10- Ma umiejętności językowe z zakresu funkcjonalizacji nanomateriałów. Potrafi rozwiązać protokół syntezy funkcjonalizacji nanomateriałów.
- PEK\_U11- Potrafi nazwać i zdefiniować materiały hybrydowe, teranostyczne i funkcjonalne.
- PEK\_U12- Ma umiejętności językowe z zakresu stosowania nanomateriałów.
- PEK\_U13- Zna najnowsze czasopisma dotycząca nanomateriałów. Potrafi podać przykłady czasopism naukowych związanych z tematyką nanomateriałów. Potrafi wyszukiwać informacji w naukowych bazach danych z zakresy nanotechnologii. Zna zaawansowane pojęcia i terminologię związaną z nanotechnologią.
- PEK\_U14- Potrafi dokonać krytycznej analizy perspektyw zastosowania nanomateriałów i ocenić istniejące zagrożenia w obszarze nanotechnologii,

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do nanomateriałów. Definicja nanomateriałów i skali nanometrycznej. Podstawowe właściwości fizyko-chemiczne nanomateriałów. Wprowadzenie do nanochemii.	2
Wy2	Klasyfikacja nanomateriałów ze względu na syntezę, budowę, właściwości fizyko-chemiczne i zastosowania: cienkie filmy, spieki	2

	ceramiczne, nanoproszki, nanocząstki rozdyspergowane.	
Wy3	Współczesne metody wytwarzania nanomateriałów. Mokre techniki chemiczne. Koloidalne nanocząstki.	2
Wy4	Współczesne i zaawansowane metody badań i charakteryzacji nanomateriałów: SEM, TEM, proszkowe XRD (reguła Scherrera), XPS, STM/AFM, podstawy spektroskopii.	2
Wy5	Fotonika nanomateriałów. Techniki spektroskopowe i laserowe w badaniach nanomateriałów.	2
Wy6	Nanocząstki domieszkowane jonami pierwiastków ziem rzadkich. Synteza i właściwości. Lantanowce. Konwersja energii w dół i w górę.	2
Wy7	Półprzewodnikowe kropki kwantowe. Synteza i właściwości. Optyczny półprzewodnikowy efekt rozmiarowy.	2
Wy8	Nanomateriały plazmoneczne. Synteza. Zlokalizowany powierzchniowy efekt plazmoneczny.	2
Wy9	Właściwości nanostruktur węglowych. Nanomateriały z grafenu i fulerenów.	2
Wy10	Metody funkcjonalizacji nanomateriałów. Biofunkcjonalizacja. Związki powierzchniowo czynne.	2
Wy11	Hybrydowe i teranostyczne nanomateriały. Nanocząstki typu rdzeń-płaszcz. Terapia fotodynamiczna.	2
Wy12	Wybrane zastosowania nanomateriałów w fotonice, optoelektronice i medycynie. Bioobrazowanie, baterie słoneczne nowej generacji. Nanomateriały dla Ogniw Paliwowych.	2
Wy13	Przegląd najnowszych i najważniejszych naukowych baz danych, patentów i artykułów naukowych z zakresu zaawansowanej technologii nanomateriałów.	2
Wy14	Perspektywy, bezpieczeństwo i zagrożenia związane ze stosowaniem funkcjonalnych nanomateriałów.	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy1	1
Se2	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy2	1
Se3	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy3	1
Se4	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy4	1
Se5	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy5	1
Se6	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy6	1
Se7	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy7	1
Se8	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy8	1
Se9	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy9	1
Se10	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy10	1
Se11	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy11	1
Se12	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy12	1
Se13	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy13	1

Se14	Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy14	1
Se15	Podsumowanie	1
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1	Wykłady multimedialne	
N2	Seminaria warsztatowe	
N3	Praca własna – przygotowanie prezentacji/referatu	

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEK-W1 do W14	Kolokwium/Test
F2 (seminarium)		Prezentacja/referat autorski
<b>P (kolokwium + prezentacja/referat)</b>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[3] R.W. Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan (red.) „Nanotechnologie”, Warszawa, 2008, PWN</p> <p>[4] K. Kurzydłowski, M. Lewandowska, „Nanomateriały inżynierskie konstrukcyjne i funkcjonalne”, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2011</p> <p>[5] L. Cademartiri, G. A. Ozin, „Nanochemia”, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012</p> <p>[6] Marciniak J. „Biomateriały”, Gliwice 2002</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[36] Paras N. Prasad, Nanophotonics, Wiley-Interscience, 2004</p> <p>[37] Paras N. Prasad, Introduction to Nanomedicine and Nanobioengineering, Wiley, 2012</p> <p>[38] Yoon Yeo, Nanoparticulate drug delivery systems : strategies, technologies, and applications, Wiley, 2013</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Dr hab. inż. Marcin Nyk, <a href="mailto:marcin.nyk@pwr.edu.pl">marcin.nyk@pwr.edu.pl</a></b>

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Nanomateriały

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Inżynieria materiałowa

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
(wiedza) PEK_W01				
PEK_W02				
...				
...				
(umiejętności) PEK_U01				
PEK_U02				
...				
(kompetencje społeczne) PEK_K01				
PEK_K02				
...				

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Nanotechnologia</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Nanotechnology</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów; Metalurgia chemiczna i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>TCC023019</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

45. Znajomość chemii organicznej, chemii fizycznej oraz chemii polimerów

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie studentów z nowymi trendami rozwoju nanotechnologii.
C2	Zapoznanie studentów z charakterystyką oraz podziałem nanomateriałów.
C3	Zapoznanie studentów z nanostrukturami oraz nowoczesnymi metodami ich wytwarzania.
C4	Zapoznanie studentów powszechnie stosowanymi w nanotechnologii nanomateriałami.

C5	Zapoznanie studentów z nanotechnologiami stosowanymi w medycynie oraz technologiach przemysłowych.
----	--

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna podstawowe pojęcia dotyczące nowych trendów rozwoju nanotechnologii,

PEK\_W02 – potrafi dokonać prawidłowej charakterystyki nanotechnologii oraz nanomateriałów,

PEK\_W03 – ma podstawowe wiadomości o powszechnie stosowanych nanotechnologiach,

PEK\_W04 – posiada ogólną wiedzę o nanomateriałach i technologiach dotyczących ich produkcji,

PEK\_W05 – posiada ogólną wiedzę o nanotechnologiach stosowanych w medycynie oraz innych technologiach przemysłowych.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1-2	<b>Rozwój nanotechnologii – nowe trendy.</b> Rozwój nanotechnologii to jeden z kluczowych trendów obecnego rozwoju nauki i technologii. Tworzywa sztuczne mają z nią związek, gdyż ich struktura jest kontrolowana na poziomie pojedynczych cząsteczek i w ten sposób można uzyskiwać np. materiały o niespotykanych wcześniej właściwościach mechanicznych. W tej chwili najczęściej inicjatyw w dziedzinie nanotechnologii podejmowanych jest w Stanach Zjednoczonych, Japonii i Unii Europejskiej. Pierwszy spójny narodowy program rozwoju nanotechnologii powstał w USA w 2000 roku.	4
Wy3-4	<b>Budowa i charakterystyka nanomateriałów.</b> Istotne cechy nanomateriałów, które określają ich potencjalne zastosowania są następujące: duże pole powierzchni właściwej (zdefiniowanej jako $S = F/m$ , gdzie $F$ to pole powierzchni, a $m$ to masa); wysoka aktywność; powierzchnia katalityczna; adsorbent; skłonność do aglomeracji. Gwałtowny rozwój nanonauk i nanotechnologii powoduje, iż coraz więcej nanocząsteczek zostaje również uwalnianych do środowiska. Niestety niedostateczna wiedza dotycząca ich właściwości oraz oddziaływania z otoczeniem powoduje, aktualnie nie potrafimy ocenić ryzyka związanego z ich zastosowaniem.	4
Wy5	<b>Podział nanomateriałów.</b> Nanomateriały dzieli się w zależności od ich budowy: -Materiały zerowymiarowe –np. kropki kwantowe. Nanomateriały te są zbudowane z osnowy, w której znajdują się cząstki nanometryczne. -Materiały jednowymiarowe, dwuwymiarowe – wykorzystywane w elektronice, czyli warstwy, które są zbudowane z jednej bądź kilku substancji nanometrycznych. - Materiały trójwymiarowe–nanocząsteczki. Nanocząsteczki przyjmują także różne formy:	2

	<p>- Kule</p> <p>- Rurki – najbardziej znane są nanorurki węglowe, jednak istnieją nanorurki, które mogą być zbudowane z innych substancji chemicznych.</p>	
Wy6	<p><b>Nanostruktury i nowoczesne technologie ich wytwarzania.</b> Budowanie nano- i mikroprecyzyjnych urządzeń wymaga użycia nowoczesnych materiałów i technologii ich łączenia. Wytwarzanie nanomateriałów jest istotne nie tylko ze względu na budowę urządzeń o tych wymiarach. Zastosowanie materiałów o specyficznej strukturze molekularnej może być bardzo obiecujące w wielu dziedzinach. Zalicza się do nich m.in. medycyna i farmakologia. Jednym z przykładów takich zastosowań są materiały dla chirurgii urazowej.</p>	2
Wy7-8	<p><b>Nanomateriały metaliczne.</b> Nanometryczne tlenki cynku, indu, cyny, ceru, tytanu, glinu, krzemu oraz innych metali, w tym metali ziem rzadkich znajdują zastosowanie w filtrach przeciwsłonecznych, w produkcji szkła odpornego na zarysowanie, do wytwarzania katalizatorów samochodowych, kosmetyków, magazynów wodoru dla ogniw paliwowych, nanodruków, nanoproductów ceramicznych i różnych samoorganizujących się struktur. Oprócz wymienionych zalet i sposobów wykorzystania nanopowłok fotokatalitycznych, preparatyte mogą pełnić rolę środków wspomagających przy utrzymaniu w czystości odzieży, wyposażenia kuchni, sprzętu AGD, sprzętu elektronicznego, pomieszczeń mieszkalnych itp. I kolokwium.</p>	4
Wy9	<p><b>Nanomateriały ceramiczne i szklano-ceramiczne. nanokompozyty ceramiczne.</b> Przemysł ceramiczny wytwarzający materiały o dużej wytrzymałości i odporności na ścieranie wytwarza materiały w formie nanokompozytowych powłok, np. AlTiN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Warstwy te wydłużają kilkukrotnie czas pracy elementu. Powłoki te mogą być wytwarzane w postaci warstw gradientowych, wielowarstw lub nanokompozytów ziarnistych, co zwiększa możliwości ich zastosowań.</p>	2
Wy10-11	<p><b>Nanomateriały polimerowe.</b> Zakres zastosowań nanomateriałów oraz nanotechnologii polimerowych ograniczony jest ich ceną. Obecne zastosowanie obejmuje dwie gałęzie: przemysł opakowaniowy oraz motoryzacyjny. W przyszłości może dotyczyć on lotnictwa, medycyny, diagnostyki poprzez wprowadzenie nanorurek węglowych.</p>	4
Wy12-13	<p><b>Nanokompozytowe materiały inżynierskie.</b> Materiałami nazywane są w pojęciu technicznym ciała stałe o właściwościach, które umożliwiają ich wykorzystanie przez człowieka do produkcji towarów. Natomiast materiałami inżynierskimi, nazywane są materiały konstrukcyjne, wykorzystywane do budowy urządzeń i maszyn. Przeważnie wśród materiałów o technicznym znaczeniu wyróżnić możemy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiały inżynierskie, które nie występują w naturze, ale wymagające zastosowania złożonych wytwórczych procesów do ich przystosowania dla potrzeb technicznych, już po wykorzystaniu surowców, które dostępne są w naturze;</li> <li>- Materiały naturalne, które wymagają jedynie zmiany kształtu, do zastosowania technicznego.</li> </ul>	4
Wy14	<p><b>Biomateriały ceramiczne.</b> Medycyna wykorzystuje wiele biomateriałów różnego rodzaju w uzupełnianiu ubytków kostnych w</p>	2

	organizmie człowieka. Naukowcy wraz z lekarzami szukają uniwersalnego biomateriału, który będzie współpracował z żywym organizmem nie wykazując skutków ubocznych. Jednym z wyników wieloletnich badań jest zastosowanie materiałów ceramicznych w celu zastąpienia uszkodzonych lub chorych kości i do ich odbudowy.	
Wy15	<p><b>Materiały dla biologii i medycyny.</b> Biomateriał może być syntetyczny lub naturalny, może być ciałem stałym lub cieczą, wiele najnowszych biomateriałów to kompozyty. Powinien być biokompatybilny (nie może wywoływać reakcji obronnej tkanek);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Może być przy tym neutralny dla organizmu (nie oddziałuje);</li> <li>– Może być bioaktywny (oddziałuje z tkankami: następuje integracja materiału z tkanką).</li> <li>– Może być biodegradowalny (rozkładać się w organizmie);</li> <li>– Musi mieć odpowiednie właściwości. Np. implant kości nie może być ani słabszy, ani silniejszy niż kość.</li> </ul> <p>II kolokwium.</p>	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	wykład z prezentacją multimedialną
----	------------------------------------

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład) = F1+F2	PEK_W01 – PEK_W05	kolokwia zaliczeniowe
F1 (wykład)	PEK_W01 – PEK_W03	kolokwium cząstkowe I (maks. 10 pkt.)
F2 (wykład)	PEK_W04 – PEK_W05	kolokwium cząstkowe II (maks. 10 pkt.)
<p>P (wykład) = 3,0 jeżeli (F1 + F2) = 10,0 – 11,5 pkt.  3,5 jeżeli (F1 + F2) = 14,0 – 12,0 pkt.  4,0 jeżeli (F1 + F2) = 16,0 – 14,5 pkt.  4,5 jeżeli (F1 + F2) = 18,0 – 16,5 pkt.  5,0 jeżeli (F1 + F2) = 19,5 – 18,5 pkt.  5,5 jeżeli (F1 + F2) = 20,0 pkt.</p>		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [77] M. Jurczyk, *Nanomateriały*. Wybrane zagadnienia, Wydawnictwo PP, 2000
- [78] J. McMurry, *Chemia organiczna*, PWN 2012
- [79] Z. Florjańczyk, St. Penczka (red.), *Chemia polimerów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1998



[80] S. Błażewicz, L. Stoch, *Biomateriały* T.4, Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, 2004

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] W.D. Callister, *Materials science and engineering: An introduction*, Wiley, 1999  
[2] H.S. Malvaed, *Nanostructured materials and nanotechnology*, Academic Press, 2002  
[3] M.G. Elias, *An introduction to plastics*, WCH Publishers, Inc., 1993

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. Jadwiga Sołoducho**, [jadwiga.soloducho@pwr.wroc.pl](mailto:jadwiga.soloducho@pwr.wroc.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Nanotechnologia

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Inżynieria materiałowa

**I SPECJALNOŚCI**

Inżynieria i technologia polimerów; Metalurgia chemiczna i korozja metali

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) <b>PEK_W01</b>	K2Aim_W04	C1	Wy1-Wy2	N1
<b>PEK_W02</b>	K2Aim_W04	C2-C3	Wy3-Wy5	N1
<b>PEK_W03</b>	K2Aim_W04	C3	Wy6	N1
<b>PEK_W04</b>	K2Aim_W04	C3-C4	Wy6-Wy11	N1
<b>PEK_W05</b>	K2Aim_W04	C5	Wy12-Wy15	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Nowoczesna spektroskopia</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Modern spectroscopy</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Zaawansowane Materiały Funkcjonalne</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023061</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	egzamin	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3				

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
46.	Chemia ogólna
47.	Podstawy fizyki
48.	Podstawy chemii fizycznej

--

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Uzyskanie dodatkowej wiedzy z zakresu spektroskopii
C2	Wiedza na temat nowoczesnych technik spektroskopowych
C3	Uzyskanie dodatkowej wiedzy na temat nowych układów do pomiarów spektroskopowych
C4	Zapoznanie studenta z trendami w charakteryzacji materiałów z wykorzystaniem spektroskopii

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu spektroskopii	
PEK_W02 – Zna źródła światła używane w spektroskopii	
PEK_W03- Zna nowoczesne układy wykorzystywane w spektroskopii	
PEK_W04- Zna współczesne techniki czasowo-rozdzielcze typu TCSPC	
PEK_W05- Zapoznał się z technikami czasowo-rozdzielczymi typu pump-probe	
PEK_W06- Zna i rozumie wybrane aspekty spektroskopii nieliniowej	
PEK_W07- Zapoznał się z technikami spektroskopowymi typu spektroskopia rozpraszania	
PEK_W08 – Zna spektroskopię Hyper-Ramana	
PEK_W09 – Posiada wiedzę na temat spektroskopii podczerwieni	
PEK_W10- Zna nowe techniki pomiarowe typu SERS i CARS	
PEK_W11 - Zna metody pomiarowe charakterystyczne dla materiałów chiralnych typu dichroizm kołowy	
PEK_W12 – Zna nowe metody spektroskopii modulacyjnej	
PEK_W13 – Posiada wiedzę na temat spektroskopii fotostymulowanej	
PEK_W14 – Zna nowe trendy w spektroskopii	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<b>Wprowadzenie do nowoczesnych technik spektroskopowych.</b> Podstawowe pojęcia występujące w spektroskopii, podział technik.	2
Wy2	<b>Źródła światła w spektroskopii laserowej.</b>	2
Wy3	<b>Nowoczesne układy pomiarowe w spektroskopii.</b>	2
Wy4	<b>Współczesne techniki czasowo-rozdzielcze cz.1.</b> Pomiary typu TCSPC.	2
Wy5	<b>Współczesne techniki czasowo-rozdzielcze cz.2.</b> Pomiary typu pump-probe.	2

Wy6	<b>Spektroskopia nieliniowa cz.1.</b> Opis pomiarów typu absorpcja nieliniowa, spektroskopia saturacyjna.	2
Wy7	<b>Spektroskopia nieliniowa cz.2.</b> Charakteryzacja pomiarów typu spektroskopia rozpraszania Hyper-Rayleigh'a.	2
Wy8	<b>Spektroskopia nieliniowa cz.3.</b> Spektroskopia Hyper-Ramana	2
Wy9	<b>Nowoczesne techniki spektroskopii w podczerwieni.</b> Spektroskopia ultraszybka, 2D-IR	2
Wy10	<b>Spektroskopia rozpraszania ramanowskiego.</b> Spektroskopia rezonansowa, SERS, CARS	2
Wy11	<b>Techniki obrazowania ramanowskiego i w podczerwieni.</b>	2
Wy12	<b>Spektroskopie chiralne – dichroizm kołowy.</b>	2
Wy13	<b>Spektroskopia modulacyjna.</b> Przykłady spektroskopii stymulowanej elektrycznie, magnetycznie, światłem.	2
Wy14	<b>Najnowsze trendy nowoczesnej spektroskopii</b>	2
Wy15	<b>Kolokwium</b>	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykłady multimedialne
N2	Dyskusje w czasie wykładu
N3	Praca własna – przygotowanie prezentacji/referatu

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEK-W1 do W14	Kolokwium
<b>P (kolokwium + prezentacja/referat)</b>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[39] H. Abramczyk, Spektroskopia laserowa, skrypt PWr, 2011
[40] W. Demtröder, Spektroskopia laserowa. Wydawn. Naukowe PWN, 1993
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[41] A. Corney, Atomic and laser spectroscopy. Oxford Classic Texts in the Physical Sciences, 2006
[42] S. Svanberg, Atomic and Molecular Spectroscopy. Springer, 2004
[43] J.M. Hollas, Modern Spectroscopy, 2004
[44] Joseph R. Lakowicz, Principles of Fluorescence Spectroscopy, Springer, 2006
[45] Max Diem, Introduction to Modern Vibrational Spectroscopy Wiley, 1993
[46] Michael D. Fayer ed., Ultrafast Infrared Vibrational Spectroscopy, CRC press

2013.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

Prof. Marek Samoć [marek.samoc@pwr.edu.pl](mailto:marek.samoc@pwr.edu.pl), Dr inż. Tomasz Misiaszek  
Tomasz.misiaszek@pwr.edu.pl, Dr inż. Katarzyna Matczyszyn  
katarzyna.matczyszyn@pwr.edu.pl, Dr inż. Joanna Olesiak-Bańska  
joanna.olesiak@pwr.edu.pl

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Nowoczesna spektroskopia

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Inżynieria materiałowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01				
PEK_W02				
...				
...				
(umiejętności) PEK_U01				
PEK_U02				
...				
(kompetencje społeczne) PEK_K01				
PEK_K02				
...				

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Wydział Chemiczny

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Nowoczesne tendencje zarządzania**

Nazwa w języku angielskim: **Modern tendencies in management**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria materiałowa**

**Specjalność (jeśli dotyczy): .....**

**Stopień studiów i forma: II stopień, stacjonarna**

**Rodzaj przedmiotu:**

**Kod przedmiotu ZMZ000382**

**Grupa kursów NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5				

\*niepotrzebne skreślić

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

49. -

### CELE PRZEDMIOTU

- C1: Przekazanie studentom wiedzy o istocie, cechach i kierunkach rozwoju zarządzania oraz o wyzwaniach stojących przed współczesnym zarządzaniem.
- C2: Zapoznanie studentów z wybranymi koncepcjami i metodami uchodzącymi za przydatne w zarządzaniu współczesnym przedsiębiorstwem. Przedstawienie przesłanek i barier wdrażania tych metod, ich podstawowych założeń i komponentów oraz zalet i wad.
- C3: Przekazanie studentom wiedzy o wartościach istotnych dla współczesnego przedsiębiorstwa uwzględnianych w procesie zarządzania

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

Student:

PEK\_W01: Posiada podstawową wiedzę o procesach zarządzania: wyjaśnia istotę i przedmiot zarządzania, identyfikuje podstawowe problemy zarządzania.

PEK\_W02: Posiada wiedzę o cechach i kierunkach rozwoju współczesnego zarządzania oraz o wartościach istotnych dla współczesnego przedsiębiorstwa uwzględnianych w procesie zarządzania.

PEK\_W03: Zna wybrane współczesne koncepcje i metody zarządzania (m.in. zarządzanie rzez jakość, CSR, outsourcing, controlling, benchmarking, CRM, lean management, BPR, zarządzanie procesowe, zarządzanie wiedzą, JIT, organizacja wirtualna i organizacja ucząca się, zarządzanie zmianą, zarządzanie projektami, zarządzanie czasem, BSC). Rozpoznaje i rozumie ich istotę, cele, przesłanki i bariery wdrażania, ich podstawowe założenia i komponenty oraz zalety i wady.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie: istota i przedmiot zarządzania, rozwój wiedzy o zarządzaniu przedsiębiorstwem.	2
Wy2	Wyzwania dla współczesnego zarządzania (globalizacja i zmiany otoczenia przedsiębiorstw, idea zrównoważonego rozwoju). Cechy i kierunki rozwoju współczesnego zarządzania (orientacja na klienta, podejście procesowe, sieciowe współdziałanie przedsiębiorstw itd.).	2
Wy3 – Wy5	Wybrane współczesne koncepcje i metody zarządzania (CSR, outsourcing, controlling, benchmarking, CRM, lean management, BPR, zarządzanie procesowe, zarządzanie wiedzą, JIT, organizacja wirtualna i organizacja ucząca się, TQM, zarządzanie wartością przedsiębiorstwa, BSC)	6
Wy6 – Wy7	Wartości istotne dla współczesnego przedsiębiorstwa uwzględniane w procesie zarządzania (zarządzanie kulturową różnorodnością, zarządzanie małymi przedsiębiorstwami, zarządzanie firmą rodzinną, zarządzanie systemami informacyjnymi, zarządzanie komunikowaniem się w organizacji, zarządzanie czasem, etyka biznesu)	4
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
La2		
La3		

	Suma godzin	
--	-------------	--

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja wiedzy w formie przekazu bezpośredniego (wykładu) – środki audiowizualne (slajdy, projektor komputerowy).
N2. Materiały wykładowe (synteza) dostępne w formie elektronicznej.
N3. Studia przypadków.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 – PEK_W03	Kolokwium pisemne
<b>P=100% F1</b>		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[81] Brilman J.: Nowoczesne koncepcje i metody zarządzania, Polskie Wyd. Ekonomiczne, Warszawa 2002.</p> <p>[82] <i>Współczesne metody zarządzania w teorii i praktyce</i>, pod red. M. Hopeja i Z. Krala, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2011.</p> <p>[83] Zimniewicz K., <i>Współczesne koncepcje i metody zarządzania</i>, PWE, Warszawa 2009.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[47] Bielski M.: <i>Podstawy teorii organizacji i zarządzania</i>, C. H. Beck, Warszawa 2004.</p> <p>[48] Drucker P.F., <i>Praktyka zarządzania</i>, Wyd. Nowoczesność, Warszawa 1994.</p> <p>[49] <i>Podstawy nauki o przedsiębiorstwie</i>, red. J. Lichtarski, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007.</p> <p>[50] <i>Zarządzanie. Teoria i praktyka</i>, pod red. A.K. Koźmińskiego i W. Piotrowskiego, PWN, Warszawa 1995.</p>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Anna Zabłocka-Kluczka, dr inż., anna.zablocka-kluczka@gmail.com</b>



MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Nowoczesne tendencje zarządzania**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU .....  
 I SPECJALNOŚCI .....

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01 (wiedza)</b>				
<b>PEK_W02</b>				
<b>PEK_W03</b>				
...				
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>				
<b>PEK_U02</b>				
...				
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>				
<b>PEK_K02</b>				
...				

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Ochrona przed korozją</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Corrosion protection</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Metalurgia chemiczna i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>TCC023025</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

50. Chemia fizyczna - elektrochemia

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Przypomnienie podstaw teoretycznych procesów korozji
C2	Przekazanie wiedzy na temat profilaktyki antykorozyjnej

C3	Poznanie metod ochrony antykorozyjnej – podstawy teoretyczne i praktyczne zastosowanie
C4	Nauczenie postępowania przy wyborze metody ochrony przed korozją dla konkretnych środowisk, urządzeń, konstrukcji i metali
C5	Nauczenie wykorzystywania technik pomiarowych stosowanych w elektrochemii do oceny zagrożeń korozyjnych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

**Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna podstawy teoretyczne procesów korozji,

PEK\_W02 – rozumie znaczenie i celowość prowadzenia profilaktyki antykorozyjnej,

PEK\_W03 – zna główne metody ochrony przed korozją i rozumie zasady ich działania,

PEK\_W04 – potrafi zaproponować odpowiednią metodę ochrony dla konkretnego środowiska, urządzenia, konstrukcji i metalu.

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – umie wyznaczyć stopień działania ochronnego powłok lakierniczych,

PEK\_U02 – potrafi określić skuteczność ochronną inhibitora oraz określić charakter działania inhibitora,

PEK\_U03 – potrafi określić skuteczność ochrony katodowej i wpływ przewodnictwa elektrycznego roztworu na promień działania protektora,

PEK\_U04 - potrafi wykorzystać techniki elektrochemiczne do wyznaczenia szybkości korozji i oceny działania inhibitora.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie wiadomości z teoretycznych podstaw procesów korozji. Ogólne kryteria ochrony przed korozją.	2
Wy2	Profilaktyka antykorozyjna – dobór materiału i kształt urządzenia.	2
Wy3	Ograniczenie strat korozyjnych na drodze modyfikacji środowiska.	2
Wy4	Systematyka metod ochrony przed korozją.	2
Wy5	Diagram potencjał – pH na potrzeby ochrony antykorozyjnej.	2
Wy6	Metody wyznaczania szybkości korozji.	2
Wy7	Inhibitory korozji – rodzaje, mechanizmy działania.	2
Wy8	Zastosowanie inhibitorów korozji w środowiskach wodnych.	2
Wy9	Lotne inhibitory korozji. Inhibitory stali zbrojeniowej	2
Wy10	Ochrona metali za pomocą powłok - systematyka. Powłoki organiczne. Powłoki lakiernicze – mechanizm ochrony, trendy, czynnik ekologiczny.	2
Wy11	Powłoki nieorganiczne. Metalowe powłok ochronne.	2
Wy12	Powłoki konwersyjne. Rodzaje, otrzymywanie, zastosowanie.	2
Wy13	Ochrona elektrochemiczna – podstawy teoretyczne, rodzaje,	2

	zastosowanie.	
Wy14	Rozwiązania praktyczne ochrony elektrochemicznej na konkretnych przykładach.	2
Wy15	Ochrona czasowa. Dobór ochrony dla wybranych urządzeń i konstrukcji.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia wprowadzające. Szkolenie BHP	2
La2	Lakiernicze powłoki ochronne.	4
La3	Inhibitory korozji.	4
La4	Wyznaczanie szybkości korozji na podstawie analizy danych impedancyjnych.	4
La5	Wpływ przewodnictwa elektrycznego roztworu na promień działania protektora.	4
La6	Ochrona katodowa.	4
La7	Pasywność metali.	4
La8	Zajęcia odróbkowe. Zaliczenie zajęć.	4
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład informacyjny
N2	wykład problemowy
N3	wykonanie doświadczenia
N4	przygotowanie sprawozdania

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W04	egzamin końcowy
F1(laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U04	Ocena z kartkówki („wejściówki”) oraz ze sprawozdania do każdego ćwiczenia laboratoryjnego
P(laboratorium): ocena z zaliczenia to średnia arytmetyczna zaliczeń ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych Warunek: zaliczenie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych.		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [84] Wranglen G., Podstawy korozji i ochrony metali, WNT, Warszawa, 1985.  
[85] Perez N., Electrochemistry and corrosion science, Kluwer Academic Publisher, Boston, 2004.  
[86] Żakowski K., Darowicki K., Ochrona katodowa, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2011.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [51] Bala H., Korozja materiałów – teoria i praktyka, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2002.  
[52] Fontana M.G., Greene N.D., Corrosion Engineering, McGraw-Hill Book Company, New York, 1986

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Bogdan Szczygiel**, bogdan.szczygiel@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Ochrona przed korozją

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Inżynieria materiałowa

### I SPECJALNOŚCI

Metalurgia chemiczna i korozja metali

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Aim2_W04	C1, C3	Wy1, Wy4	N1
PEK_W02	S2Aim2_W04	C2	Wy2, Wy3, Wy5	N1, N2
PEK_W03	S2Aim2_W04	C3	Wy6-Wy13	N1, N2
PEK_W04	S2Aim2_W04	C4	Wy14, Wy15	N1, N2
(umiejętności) PEK_U01	S2Aim2_W04	C3, C5	La1, La2, La8	N3, N4
PEK_U02	S2Aim2_W04	C3, C5	La1, La3, La8	N3, N4
PEK_U03	S2Aim2_W04	C3, C5	La1, La5, La6, La8	N3, N4
PEK_U04	S2Aim2_W04	C3, C5	La1, La4, La7, La8	N3, N4

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Odzysk i zagospodarowanie zużytych materiałów polimerowych</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Recovery and recycling of polymeric materials</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC0200018</b>
Grupa kursów	<b>TAK</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

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

51. Tworzywa Polimerowe

#### CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z zagrożeniami wynikającymi ze złej gospodarki odpadami materiałów polimerowych.
----	---

C2	Zapoznanie studentów z obowiązującymi dyrektywami dotyczącymi zagospodarowania odpadów tworzyw polimerowych.
C3	Zapoznanie studentów ze źródłami i strukturą odpadów tworzyw oraz systemach ich zbierania.
C4	Zapoznanie studentów z systemami zbiórki odpadów tworzyw, urządzeniami i maszynami używanymi w procesie recyklingu tworzyw
C5	Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami zagospodarowania odpadów wielkotonażowych tworzyw
C6	Zapoznanie studentów z recyklingiem materiałowym, surowcowym, energetycznym tworzyw polimerowych.
C7	Zapoznanie studentów z tworzywami i materiałami ulegającymi degradacji w środowisku.
C8	Zapoznanie studentów z metodami zagospodarowania materiałów wieloskładnikowych (blendy, mieszaniny, kompozyty).

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – Zna podstawowe dyrektywy UE i zarządzenia dotyczące gospodarki odpadami tworzyw polimerowych

PEK\_W02 – Zna podstawowe źródła odpadów tworzyw oraz ma pojęcie o składzie odpadów (zawartość poszczególnych tworzyw).

PEK\_W03 – Zna działanie systemów zbiórki odpadów z tworzyw polimerowych oraz urządzenia wykorzystywane w procesie recyklingu.

PEK\_W04 – Zna metody zagospodarowania (odzysku, recyklingu) podstawowych tworzyw wielkotonażowych.

PEK\_W05 – Ma wiedzę na temat recyklingu materiałowego, surowcowego oraz energetycznego oraz umie dobrać metodę odzysku/recyklingu do konkretnego materiału.

PEK\_W06 – Ma wiedzę na temat postępowania z materiałami biodegradowalnymi.

PEK\_W07 – Ma wiedzę na temat zagospodarowania polimerowych układów wieloskładnikowych

...

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_K01 – Zna zagrożenia wynikające ze złej gospodarki odpadami tworzyw polimerowych.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<i>Zagrożenia spowodowane złą gospodarką odpadami tworzyw 1.</i> Konsumpcja tworzyw a potrzeby ludzkie, aspekty gospodarcze, wpływ tworzyw na jakość życia.	2
Wy2	<i>Zagrożenia spowodowane złą gospodarką odpadami tworzyw 2.</i> Globalne problemy z odpadami tworzyw. Zanieczyszczenie ekosystemów, wpływ odpadów tworzyw polimerowych na ekosystemy.	2

Wy3	<b>Rozporządzenia i dyrektywy dotyczące odzysku, recyklingu (zagospodarowania) tworzyw polimerowych.</b> Prawodawstwo w Unii Europejskiej i w Polsce. Cele i trendy.	2
Wy4	<b>Analiza produkcji oraz zużycia tworzyw.</b> Produkcja tworzyw w skali światowej, w Europie i Polsce. Wykorzystanie tworzyw w różnych gałęziach przemysłu. Tworzywa wielkotonażowe, zastosowanie.	2
Wy5	<b>Analiza struktury odpadów tworzyw.</b> Źródła produkcji odpadów tworzywowych. Cykl życia tworzyw. Planowane starzenie (wybrane przykłady).	2
Wy6	<b>System zbiórki i segregacji odpadów i tworzyw użytkowych.</b> Oznakowania, logistyka, rozdział.	2
Wy7	<b>Maszyny i urządzenia w procesie recyklingu.</b> Maszyny do rozdrabniania, mycia, segregowania, wytwarzania regranulatów.	2
Wy8	<b>Metody utylizacji odpadów z wielkotonażowych tworzyw sztucznych.</b> Zagospodarowanie podstawowych odpadów wielkotonażowych tworzyw, tj. PET, PVC, poliolefiny, poliuretany.	2
Wy9	<b>Recykling materiałowy tworzyw termoplastycznych i duroplastycznych.</b> System powtórnego zagospodarowania tworzyw termoplastycznych. Spienianie recyklatów, przykłady. Recykling tworzyw duroplastycznych.	2
Wy10	<b>Recykling materiałowy elastomerów.</b> Depolimeryzacja, dewulkanizacja.	2
Wy11	<b>Recykling surowcowy.</b> Paliwa alternatywne, RDF, BRAM, PAKOM, SRF, etapy produkcji, przykłady przemysłowe. Kraking mieszanin odpadów.	2
Wy12	<b>Recykling energetyczny (termiczny).</b> Spalanie z odzyskiem energii, aspekty ekologiczne spalarni, aspekty jakości (kaloryczności) tworzyw polimerowych.	2
Wy13	<b>Tworzywa biodegradowalne.</b> Materiały biodegradowalne, kompostowalne, klasyfikacja, perspektywy i zagrożenie.	2
Wy14	<b>Kompozyty.</b> Wytwarzanie kompozytów jako metoda odzysku odpadów tworzyw. Recykling kompozytów z osnową termoutwardzalną (mechaniczny, zgazowanie, chemiczny). Przykłady technologii. Recykling mieszanin/blend polimerowych.	2
Wy15	<b>Kolokwium zaliczeniowe</b>	2
	Suma godzin	<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	Prezentacja multimedialna
N2	Wykład problemowy

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01- PEK_W07	kolokwium



## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Odzysk i recykling materiałów polimerowych, J. Kijeński, A. K. Błędzki, R. Jeziórska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011
- [2] Podstawy recyklingu tworzyw sztucznych (Kozłowski M., red.), Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1998.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [3] Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów, Jerzy Osieński, Piotr Żach, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2006
- [4] Systemy recyklingu odpadów opakowaniowych w aspekcie wymagań ochrony środowiska / Hanna Żakowska, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, 2008

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Dr inż. Konrad Szustakiewicz, konrad.szustakiewicz@pwr.wroc.pl**

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

#### Odzysk i zagospodarowanie zużytych materiałów polimerowych Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Inżynieria materiałowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Narzędzia dydaktyczne***
(wiedza) PEK_K01		C1	Wy1, Wy2	N2
PEK_W01		C2	Wy3	N1
PEK_W02		C3	Wy4, Wy5	N1
PEK_W03		C4	Wy6, Wy 7	N1
PEK_W04		C5	Wy 8	N1
PEK_W05		C6	Wy 9, Wy 10, Wy 11, Wy 12	N1
PEK_W06		C7	Wy 13	N1
PEK_W07		C8	Wy 14	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Optyka nieliniowa</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Nonlinear optics</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>ZAAWANSOWANE MATERIAŁY FUNKCJONALNE</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu	<b><u>IMC020020</u></b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

52. Fizyka ogólna,  
53. Chemia ogólna

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Nabycie wiedzy i opanowanie pojęć z zakresu nieliniowych zjawisk optycznych
C2	Nabycie wiedzy z zakresu teorii nieliniowego oddziaływania światła z materiałami dielektrycznymi
C3	Nabycie wiedzy na temat głównych metod badawczych materii za pomocą wiązek światła o bardzo dużych natężeniach i krótkich czasach trwania
C4	Określenie podstawowych mechanizmów na poziomie mikroskopowym tłumaczących liniowe i nieliniowe oddziaływanie fali elektromagnetycznej materią
C5	Opanowanie umiejętności wyszukiwania informacji i studiowania literatury z zakresu fotoniki i optyki nieliniowej

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
PEK_W01	ma pogłębioną wiedzę w zakresie podstawowych zagadnień i sformułowań nieliniowej optyki
PEK_W02	rozumie prawa rządzące nieliniowym oddziaływaniem światła z materią na poziomie mikroskopowym i makroskopowym
PEK_W03	zna i rozpoznaje nieliniowe zjawiska optyczne drugorzędowe i trzeciorzędowe
PEK_W04	zna i rozumie metody pomiarowe służące do oceny nieliniowych właściwości optycznych danego materiału optycznego
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
PEK_U01	potrafi zaproponować i wybrać materiał optyczny do spełnienia konkretnej funkcji z zakresu drugo- i trzeciorzędowych efektów optycznych
PEK_U02	umie zaprojektować układ pomiarowy do mierzenia podstawowych wielkości z zakresu optyki nieliniowej.
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>	
PEK_K01	potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
PEK_K02	ma znajomość ważności i roli światła w codziennym życiu oraz materiałów z nim oddziałujących w sposób nieliniowy dla tworzenia ekonomicznych i przyjaznych człowiekowi urządzeń

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Propagacja światła w liniowym ośrodku optycznym.	2
Wy2	Model oscylatora harmonicznego dla opisu liniowych procesów optycznych	2
Wy3	Nieliniowy ośrodek optyczny, polaryzacja, nieliniowe podatności optyczne	2

Wy4	Fenomenologiczny opis nieliniowych procesów optycznych drugiego rzędu	2
Wy5	Fenomenologiczny opis nieliniowych procesów optycznych trzeciego rzędu	2
Wy6	Parametryczne i nieparametryczne procesy optyczne	2
Wy7	Symetria nieliniowej podatności drugiego rzędu	2
Wy8	Równania fal sprzężonych	2
Wy9	Generacja drugiej harmonicznej (SHG) a dopasowanie fazowe	2
Wy10	Nieliniowy współczynnik załamania	2
Wy11	Procesy samo-oddziaływania światła	2
Wy12	Mechanizmy związane z trzeciorzędowymi nieliniowymi efektami optycznymi	2
Wy13	Metody pomiarowe ważniejszych nieliniowych efektów optycznych	2
Wy14	Współczesne materiały optyki nieliniowej	2
Wy15	Test sprawdzający wiedzę	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykłady problemowe – metoda tradycyjna, prezentacje multimedialne
N2	Konsultacje
N3	Praca własna – przygotowanie do wykładu z literatury naukowej

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>P1 (wykład):</b> kolokwium zaliczeniowe z całości wykładu	PEK_W01- PEK_W04	maks. 100 pkt <b>3.0 jeżeli 50-60 pkt</b> <b>3.5 jeżeli 61-70 pkt</b> <b>4.0 jeżeli 71-80 pkt</b> <b>4.5 jeżeli 81-90 pkt</b> <b>5.0 jeżeli 91-95 pkt</b> <b>5.5 jeżeli 96-100 pkt</b>

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] B.E. A. Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley, New York, 1999
- [2] P. N. Prasad, Nanophotonics, Wiley-Interscience, New Jersey, 2004
- [3] Pavel Chmela, "Wprowadzenie do optyki nieliniowej", PWN, Warszawa 1987
- [4] A. Yariv, P. Yeh, "Optical waves in crystals", Wiley 1984
- [5] F. Kaczmarek, „Wstęp do fizyki laserów”, PWN, Warszawa 1986
- [6] S. Kielich, "Molekularna optyka nieliniowa", PWN Warszawa, 1977

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [53] Photonics - periodyk
- [54] Literatura naukowa dostępna poprzez zasoby elektroniczne Biblioteki Głównej PWr

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Andrzej Miniewicz, e-mail: [andrzej.miniewicz@pwr.wroc.pl](mailto:andrzej.miniewicz@pwr.wroc.pl)**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### Optyka nieliniowa

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

### INŻYNIERIA MATERIAŁOWA.

### I SPECJALNOŚCI

### Zaawansowane materiały funkcjonalne

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01		C1-C4	Wy1	N1
PEK_W02		C1-C4	Wy1-Wy14	N2, N3
PEK_W03		C1-C4	Wy1-Wy14	N2, N3
PEK_W04		C1-C4	Wy1-Wy14	N2, N3
(umiejętności) PEK_U01		C5	Wy1-Wy14	N1, N3
PEK_U02		C5	Wy1-Wy14	N1, N3
(kompetencje społeczne) PEK_K01		C1	Wy1-Wy14	N1, N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**OPTYKA NIELINIOWA**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA MATERIAŁOWA  
 I SPECJALNOŚCI ZAAWANSOWANE MATERIAŁY FUNKCJONALNE

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
<b>PEK_W01</b> (wiedza)		C1, C2, C3, C4	Wy1- Wy15	N1-N3
<b>PEK_W02</b>		C1, C2, C3, C4	Wy1- Wy15	N1-N3
<b>PEK_W03</b>		C1, C2, C3, C4	Wy1- Wy15	N1-N3
<b>PEK_W04</b>				N1-N3
<b>PEK_U01</b> (umiejętności)		C1, C2, C3, C4 C5	Wy1- Wy15	N1-N3
<b>PEK_K01</b> (kompetencje)		C1, C2, C3, C4	Wy1- Wy15	N1-N3
<b>PEK_K02</b>		C1, C2, C3, C4	Wy1- Wy15	N1-N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

WYDZIAŁ Chemiczny

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim

**Podstawy biznesu**

Nazwa w języku angielskim

**Principles of Bussiness**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Inżynieria materiałowa

Specjalność (jeśli dotyczy):

Stopień studiów i forma:

**I/ II stopień\*, stacjonarna / niestacjonarna\***

Rodzaj przedmiotu:

**obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany \***

Kod przedmiotu

**ZMZ000127**

Grupa kursów

**TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	-	-	-	-
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	-	-	-	-
Forma zaliczenia	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI****brak****CELE PRZEDMIOTU**

- C1: Przekazanie studentom wiedzy o procesach tworzenia, rozwoju oraz zarządzania przedsiębiorstwem ze szczególnym uwzględnieniem jednoosobowej działalności osób fizycznych oraz uświadomienie studentom szans oraz głównych zagrożeń ich źródeł w prowadzeniu małego biznesu.
- C2: Przekazanie studentom wiedzy na temat procesu opracowania wielowariantowego biznes planu dla małego biznesu.
- C3: Kształtowanie i utrwalanie kompetencji społecznych polegających na umiejętności kreatywnego i przedsiębiorczego działania, odpowiedniego określania priorytetów służącego realizacji wyznaczonego przez siebie lub innych zadania oraz umiejętności współpracy (w grupie studenckiej, a potem w grupie zawodowej) mających na celu

efektywne rozwiązywanie problemów.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01: Rozumie pojęcie przedsiębiorczości oraz istotę przedsiębiorstwa, zna zasady i obszary jego funkcjonowania. Rozumie istotę i cele funkcjonowania przedsiębiorstwa w różnych formach organizacyjno-prawnych. Posiada ogólną wiedzę o zasadach funkcjonowania przedsiębiorstw oraz o wybranych aspektach zarządzania nimi.

PEK\_W02: Posiada ogólną wiedzę dotyczącą procesu zakładania przedsiębiorstwa, a w szczególności przedsiębiorstwa osoby fizycznej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01: Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania. Potrafi w sposób kreatywny i przedsiębiorczy współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia organizacyjne - zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Przedsiębiorstwo (w szczególności MSP) w warunkach gospodarki rynkowej. Otoczenie biznesowe przedsiębiorstwa (uwarunkowania prowadzenia działalności gospodarczej)	2
Wy2 - Wy3	Przedsiębiorczość, przedsiębiorca, przedsiębiorstwo – definiowanie przedsiębiorczości; rola, odpowiedzialność i cechy przedsiębiorcy; istota, atrybuty oraz cele funkcjonowania przedsiębiorstw (w szczególności MSP). Cykl życia przedsiębiorstwa.	4
Wy4 - Wy6	Formalna organizacja przedsiębiorstwa – wybrane aspekty uruchamiania i prowadzenia działalności gospodarczej osób fizycznych (decyzje strategiczne na etapie zakładania przedsiębiorstwa, obowiązki rejestracyjne, źródła finansowania, wybór formy opodatkowania itd.). Wady i zalety funkcjonowania przedsiębiorstwa w innych formach organizacyjno-prawnych.	6
Wy7 - Wy8	Formułowanie biznesplanu (dochodzenie do koncepcji funkcjonowania i rozwoju przedsiębiorstwa z uwzględnieniem wyznaczników konkurencyjności przedsiębiorstwa (jakość, koszty, innowacyjność itd.)).	4
Wy9 - Wy11	Wybrane aspekty zarządzania przedsiębiorstwem (Strategia działalności przedsiębiorstwa. Marketingowa koncepcja rozwoju przedsiębiorstwa. Finanse przedsiębiorstwa - zasady i uwarunkowania myślenia biznesowego w kategorii zysków i strat ekonomicznych. Ocena działalności przedsiębiorstwa)	6
Wy12	Kolokwium zaliczeniowe	2
Wy13- 14	Case study – prezentacja biznes planów przygotowanych przez studentów w ramach projektu zbiorowego.	4
Wy15	Kolokwium poprawkowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>



Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	.	
La2		
La3		
La4		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja wiedzy w formie przekazu bezpośredniego (wykładu) – środki audiowizualne (slajdy, projektor komputerowy).
N2. Materiały wykładowe (synteza) dostępne w formie elektronicznej.
N3. Studia przypadków.
N4. Praca własna studenta – studia literaturowe.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 – PEK_W02	Kolokwium pisemne
F2	PEK_K01	Udział w case study
<b>P=0,8 F1+ 0,2 F2</b>		
UWAGA: zaliczenie studium przypadku (F2) jest warunkiem otrzymania oceny pozytywnej		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] *Podstawy nauki o przedsiębiorstwie*, red. J. Lichtarski, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 17 – 58.
- [2] Sudół S., *Przedsiębiorstwo. Podstawy nauki o przedsiębiorstwie. Teorie i praktyka zarządzania*, Dom Organizatora, Toruń 2002, s. 19 – 50.
- [3] *Nauka o przedsiębiorstwie. Wybrane zagadnienia*, red. Irena Lichniak, SGH w Warszawie, Warszawa 2009, s.13 – 68.
- [4] *Zarządzanie małym i średnim przedsiębiorstwem*, pod red. K. Safina, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2012,
- [5] Markowski W., *ABC small business'u*, Wyd. MARCUS s.c., Łódź 2012.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [6] Młodzikowska D., Lunden B., *Jednoosobowa firma. Jak założyć i samodzielnie prowadzić jednoosobową działalność gospodarczą*, Wyd. BL Info Polska Sp. z o.o., Gdańsk 2012.
- [7] Robbins S.P., DeCenzo D.A.: *Podstawy zarządzania*, PWE, Warszawa 2002.

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr inż. Anna Zabłocka-Kluczka, [anna.zablocka-kluczka@pwr.edu.pl](mailto:anna.zablocka-kluczka@pwr.edu.pl)

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Podstawy biznesu**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU  
**Inżynieria materiałowa**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01</b>	<b>T2A_W09</b>	C1	W1 – W3, W9 – W11	N1, N2, N4
<b>PEK_W02</b>	<b>X2A_W10</b>	C1, C2	W4 – W8	N1, N2, N4
<b>PEK_K01</b>	<b>T2A_K03, T2A_K04, T2A_K06</b>	C3	W13 – W14	N3, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Polimerowe materiały promienioczułe</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Polymeric ray-sensitive materials</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Zaawansowane materiały funkcjonalne</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0.5				

\*niepotrzebne usunąć

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

54. Znajomość matematyki, fizyki i chemii na poziomie studiów pierwszego stopnia na kierunkach nauk ścisłych.
55. Znajomość fundamentów fotochemii.
56. Znajomość podstaw chemii i fizyki ciała stałego.

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Poznanie zagadnień generowania promieniowania elektromagnetycznego w przedziałach częstotliwości o znaczeniu praktycznym.
C2	Poznanie skutków oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego z materią.
C3	Uzyskanie podstawowej wiedzy o materiałach promienioczułych wykorzystywanych praktycznie.
C4	Poznanie współczesnych kierunków rozwoju badań nad materiałami promienioczułymi nowej generacji oraz ich potencjalnych możliwości użytkowego wykorzystania.

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01	– zna podstawowe zagadnienia budowy generatorów i generacji promieniowania elektromagnetycznego w wybranych zakresach spektralnych.
PEK_W02	– ma podstawową wiedzę z zakresu budowy detektorów i detekcji promieniowania elektromagnetycznego w zakresach spektralnych o znaczeniu praktycznym.
PEK_W03	– zna skutki oddziaływania promieniowania EM na materię.
PEK_W04	– zna budowę i właściwości materiałów promienioczułych opartych na solach cynku, żelaza, chromu i srebra.
PEK_W05	– zna budowę i właściwości materiałów promienioczułych opartych na polimerach, ciekłych kryształach, solach diazoniowych i substancjach fotochromowych.
PEK_W06	– zna budowę i właściwości materiałów promienioczułych opartych na półprzewodnikach.
PEK_W07	– zna budowę i właściwości materiałów promienioczułych hybrydowych.
PEK_W08	– ma podstawową wiedzę o praktycznym zastosowaniu materiałów promienioczułych w detekcji promieniowania i obrazowaniu optycznym.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawy teoretyczne generacji promieniowania elektromagnetycznego w wybranych zakresach spektralnych.	1
Wy2	Zagadnienia ogólne oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego z materią.	1
Wy3	Generacja promieniowania UV/Vis. Budowa generatorów.	1
Wy4	Generacja promieniowania IR/THr. Budowa generatorów.	1
Wy5	Fizykochemiczne skutki działania promieniowania UV/Vis na materię. Budowa detektorów.	1
Wy6	Fizykochemiczne skutki działania promieniowania IR/THr na materię. Budowa detektorów.	1
Wy7	Półprzewodnikowe materiały promienioczułe. Budowa i zasada	1

	działania. Zależność właściwości spektralnych od składu, budowy i technik wytwarzania.	
Wy8	Materiały promienioczułe oparte na solach żelaza, chromu i cynku.	1
Wy9	Nieorganiczne materiały promienioczułe oparte na halogenkach srebra.	1
Wy10	Fotopolimery. Budowa, synteza, właściwości, działanie.	1
Wy11	Fotopolimery. Sensybilizacja spektralna, fotosieciowanie, fotoutlenianie i fotodestrukcja.	1
Wy12	Fotopolimery wezikularne i materiały diazoniowe.	1
Wy13	Materiały ciekłokrystaliczne.	1
Wy14	Materiały fotochromowe.	1
Wy15	Hybrydowe materiały promienioczułe.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną.
N2	Pokazy demonstracyjne.
N3	Krótkie zadania problemowe z ich rozwiązaniami proaktywnymi.
N4	Interaktywny system konsultacji elektronicznych.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P(wykład	PEK_W01- PEK_W08	kolokwium
<b>P</b>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[87] E.f. Pliński, Światło czy fale? Wybrane aspekty techniki terahercowej, OW PWr Wrocław, 2012.
[88] J. Godlewski, Generacja i detekcja promieniowania optycznego, PWN Warszawa, 1997.
[89] P. Suppan, Chemia i światło, PWN Warszawa, 1997.
[90] Z. Bielecki, A. Rogalski, Detekcja sygnałów optycznych, WNT Warszawa 2001.
[91] J. Szabatin, Podstawy teorii sygnałów, WKŁ Warszawa 2000.
[92] R.G. Lyons, Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów, WKŁ, Warszawa, 2000.
[93] M. Ostrowski, Informacja obrazowa, WNT Warszawa, 1992.
[94] W.T. Cathey, Optyczne przetwarzanie informacji i holografia, PWN Warszawa, 1978.

- [95] J.I. Pankove, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, WNT Warszawa 1974.  
 [96] H.I. Bjelkhagen, Silver-Halide Recording Materials for Holography and Thier Processing, Springer Berlin 1995.  
 [97] J. Struge, V. Walworth, A. Sheep (Ed.), Imaging processes and materials, Neblette's eighth edition, Van Nostrand Reinhold New York, 1989.

**LITERATURA UZUPELNIAJACA:**

- [55] E.J. Giorgiani, t. Madden, Digital color management, Eastman Kodak Company 1997.  
 [56] J. Najbar, A. Turka, Fotochemia i spektroskopia optyczna, PWN Warszawa 2009.  
 [57] E. Helbig, Podstawy fotometrii, WNT Warszawa, 1978.  
 [58] T.H. James, The Theory of the Photographic Process, macmillan Publishing Co., Inc. New York, 1977.  
 [59] T. Woodlief (Jr.), C.N. Proudfoot (Ed. Second Edition), Handbook of photographic science and engineering, Published by Society for Imaging Science and Technology USA, 1997.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**dr hab. inż. Piotr Nowak, piotr.nowak@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Polimerowe materiały promienioczułe

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Inżynieria materiałowa

**I SPECJALNOŚCI**

Zaawansowane materiały funkcjonalne

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01		C1	Wy1, Wy3, Wy4	N1, N2
PEK_W02		C2	Wy2, Wy5, Wy6	N1, N2
PEK_W03		C2	Wy2	N1, N2
PEK_W04		C3	Wy8, Wy9	N1, N2
PEK_W05		C3	Wy10, Wy11, Wy12, Wy13, Wy14	N1, N2
PEK_W06		C3	Wy7	N1, N2
PEK_W07		C4	Wy15	N1, N3, N4
PEK_W08		C4	Wy7, Wy9, Wy15	N1, N2, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa w języku polskim</b>	<b>Polimerowe materiały promienioczułe</b>
<b>Nazwa w języku angielskim</b>	<b>Polimeric radiation-sensitive materials</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC023005</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

57. Wiedza z zakresu chemii nieorganicznej, organicznej i fizycznej
58. Znajomość metod oceny właściwości materiałów
59. Umiejętność zaplanowania i przeprowadzenia eksperymentu w laboratorium chemicznym.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie wiedzy na temat zastosowania materiałów promienioczułych
- C2 Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami fotochemii



C3 Uzyskanie wiedzy na temat budowy i składu chemicznego promienioczułych materiałów do zapisu informacji i obrazu
C4 Uzyskanie wiedzy na temat procesów chemicznych i fizycznych pozwalających wytworzyć obraz utajony
C5 Uzyskanie umiejętności sporządzania, obróbki chemicznej i badania materiałów promienioczułych do zapisu informacji

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – ma elementarną wiedzę o systemach i technologiach do zapisu informacji na materiałach promienioczułych

PEK\_W02 – zna podstawowe prawa i pojęcia z dziedziny fotochemii i ma wiedzę o charakterystyce źródeł różnych rodzajów energii promienistej

PEK\_W03 - zna składniki chemiczne oraz właściwości fizykochemiczne i sensytemetryczne promienioczułych materiałów

PEK\_W04– zna typy reakcji chemicznych oraz przemian chemicznych i fizycznych prowadzących do wytworzenia obrazu utajonego

PEK\_W05 – ma wiedzę na temat praktycznego wykorzystania nowoczesnych metod zapisu informacji obrazowej na materiałach polimerowych

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi sporządzić polimerowy materiał promienioczuły przez nanoszenie polimerów na określone podłoża

PEK\_U02 – potrafi prawidłowo naświetlić i przeprowadzić odpowiednią obróbkę chemiczną materiału promienioczułego

PEK\_U03 – potrafi ilościowo wyznaczyć parametry sensytemetryczne materiału promienioczułego

PEK\_U04 – potrafi zapisać informację w postaci obrazu posługując się różnymi materiałami promienioczułymi

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przegląd technologii i systemów opartych na promienioczułych materiałach wykorzystywanych przez człowieka w codziennej działalności.	2
Wy2	Fizyczne i chemiczne przemiany ciał pod wpływem promieniowania elektromagnetycznego.	2
Wy3	Rodzaje i charakterystyka źródeł promieniowania stosowanych do ekspozycji.	2
Wy4	Czułość spektralna i sensybilizacja spektralna różnych materiałów stosowanych do obrazowania	2
Wy5	Metody zapisu informacji i obrazu w materiałach promienioczułych	2
Wy6	Tworzenie obrazu utajonego i jego wizualizacja.	2
Wy7	Rodzaje fotorezystów i ich właściwości	2
Wy8	Dichromowane substancje biopolimerowe	2
Wy9	Polimery stosowane do wytwarzania obrazów trójwymiarowych - holografia	2

Wy10	Zastosowanie polimerów w technikach reprodukcyjnych.	2
Wy11	Systemy polimerowe stosowane do tworzenia obrazów barwnych	2
Wy12	Farby polimerowe stosowane w poligrafii	2
Wy13	Zastosowanie materiałów polimerowych w electrofotografii	2
Wy14	Polimerowe materiały stosowane w elektronice i mikroelektronice	2
Wy15	Zaliczenie przedmiotu	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie BHP i zapoznanie z regulaminem laboratorium	2
La2	Realizacja procesu tworzenia monochromatycznego obrazu metodą negatywowo-pozytywową	8
La3	Wyznaczanie podstawowych właściwości sensytometrycznych materiałów promienioczułych: czułości ogólnej, czułości spektralnej, kontrastowości i zdolności rozdzielczej.	4
La4	Wytwarzanie polimerowych warstw promienioczułych na różnych podłożach.	4
La5	Badanie właściwości sensytometrycznych warstw promienioczułych otrzymanych na bazie polimerów.	4
La6	Wykonanie obwodu drukowanego i reprodukcja obrazu metodą sitodruku.	4
La7	Termin odróbkowy i zaliczenie przedmiotu	4
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład informacyjny N2. Wykład problemowy N3. Przeprowadzanie eksperymentów N4. Wycieczka dydaktyczna w firmie stosującej polimerowe materiały promienioczułe N5. Przygotowanie sprawozdań z eksperymentów

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEK_W01 - PEK_W03	Kolokwium półkole
F2 (wykład)	PEK_W04 - PEK_W05	Kolokwium półkole
F3 (laboratorium)	PEK_U01	Ocena sprawozdania
F4 (laboratorium)	PEK_U02	Ocena sprawozdania
F5 (laboratorium)	PEK_U03	Ocena sprawozdania
F6 (laboratorium)	PEK_U04	Ocena sprawozdania
<b>P (wykład) = (F1 + F2)/2</b>		
<b>P (laboratorium) = (F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6)/6</b>		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [98] Ostrowski M., INFORMACJA OBRAZOWA, WNT,1992  
 [99] Rabek J.F., WSPÓŁCZESNA WIEDZA O POLIMERACH Wybrane zagadnienia, PWN, W-wa 2008.  
 [100] Pączkowski J., FOTOCHEMIA POLIMERÓW TEORIA I ZASTOSOWANIE , Wydawnictwo .UMK, 2003.  
 [101] Suppan P., CHEMIA I ŚWIATŁO, PWN, 1997.  
 [102] Bielecki Z., Rogalski A., DETEKcja SYGNAŁÓW OPTYCZNYCH, WNT,2001  
 [103] J. Sturge, IMAGING PROCESSES AND MATERIALS, Van Nostrand Reinhold 1989  
 [104] E. Brinckman et al., UNCONVENTIONAL IMAGING PROCESSES, Focal Press 1978  
 [105] K. Jacobson, R. Jacobson, IMAGING SYSTEMS, Focal Press 1976

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

H. Böttcher, J. Epperlein, MODERNE PHOTOGRAPHISCHE SYSTEME, DVfG 1983

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr inż. Czesław Mora, czeslaw.mora@pwr.wroc.pl**

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Polimerowe materiały promienioczułe**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Inżynieria materiałowa**  
 I SPECJALNOŚCI **Inżynieria i technologia polimerów**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	S2Aim1_WO1	C1	Wy1,	N1
PEK_W02	S2Aim1_WO1	C2	Wy2, Wy3 Wy4,	N2
PEK_W03	S2Aim1_WO1	C3	Wy5, Wy6,	N2
PEK_W04	S2Aim1_WO1	C4	Wy7, Wy8	N2, N4
PEK_W05	S2Aim1_WO1	C5	Wy9, Wy10, Wy11, Wy12, Wy13, Wy14	N2, N4
PEK_U01 (umiejętności)	S2Aim1_UO1	C3	La2, La4	N3, N5
PEK_U02	S2Aim1_UO1	C4	La3	N3, N5
PEK_U03	S2Aim1_UO1	C5	La5	N3, N5
PEK_U04	S2Aim1_UO1	C5	La6	N3, N4, N5

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

Politechnika Wroclawska  
**WYDZIAŁ CHEMICZNY**

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Praca dyplomowa I</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Graduate laboratory I</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC020002</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć  
 41 (2 ECTS)

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			60		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			120		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			2		

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

60. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów

Potrafi przeprowadzić rozeznanie literaturowe z zakresie konkretnego problemu naukowo-badawczego. Zna podstawy planowania i przeprowadzania badań naukowych.

#### CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie z podstawową metodologią pracy naukowej
C2	Nabywanie umiejętności korzystania z literatury naukowej i innych źródeł wiedzy.
C3	Nauczenie selekcjonowania i porządkowania wiedzy pod kątem konkretnego tematu.
C4	Poszerzenie wiedzy w specjalistycznym zakresie w ramach studiowanego kierunku

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej,

PEK\_W02 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu pracy dyplomowej.

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi gromadzić i weryfikować informacje przydatne do poznania określonego zagadnienia,

PEK\_U02 – potrafi łączyć i uogólniać informacje pochodzące z różnych źródeł,

PEK\_U03 – potrafi w sposób syntetyczny i krytyczny opracować zgromadzone informacje,

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La 1-15	Indywidualna praca studenta według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej.	60
Suma godzin		60

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	konsultacje
----	-------------

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 – PEK_W02 PEK_U01 – PEK_U03	ocena ilości i jakości wyników pracy studenta

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura naukowa i fachowa wskazana przez Opiekuna przedmiotu i/lub znaleziona przez studenta.

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

#### Opiekunowie poszczególnych kursów Praca dyplomowa I

Przygotowanie karty:

**Prof.dr hab. inż. Piotr Drożdżewski, piotr.drozdzewski@pwr.wroc.pl**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Praca dyplomowa I

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

(wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego)

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	K2Abt_U02, K2Ach_U05, K2Aic_U02, K2Aim_U06, K2Atc_U09	C2	La1-La15	N1
<b>PEK_W02</b>	K2Abt_U02, K2Ach_U05, K2Aic_U02, K2Aim_U06, K2Atc_U09	C4	La1-La15	N1
<b>(umiejętności) PEK_U01</b>	K2Abt_U02, K2Ach_U05, K2Aic_U02, K2Aim_U06, K2Atc_U09	C1, C2	La1-La15	N1
<b>PEK_U02</b>	K2Abt_U02, K2Ach_U05, K2Aic_U02, K2Aim_U06, K2Atc_U09	C1, C3	La1-La15	N1
<b>PEK_U03</b>	K2Abt_U02, K2Ach_U05, K2Aic_U02, K2Aim_U06, K2Atc_U09	C1, C3	La1-La15	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Praca dyplomowa II</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Graduate laboratory II</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>CHC020004</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			225		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			300		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			10		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			10		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			7,5		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

61. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie z podstawową metodologią pracy naukowej
C2	Zdobycie umiejętności planowania, przeprowadzania i opracowywania wyników eksperymentów naukowych
C3	Poszerzenie wiedzy w specjalistycznym zakresie w ramach studiowanego kierunku
C4	Zainspirowanie studenta do wytyczania kierunków swojego dalszego rozwoju i stałego samokształcenia się.
C5	Pogłębienie umiejętności tworzenia pisemnego opracowania prezentującego dotychczasowy stan wiedzy oraz własne osiągnięcia w zakresie tematu pracy dyplomowej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej,

PEK\_W02 – ma wiedzę teoretyczną i praktyczną niezbędną do wykonania pracy dyplomowej,

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi przeprowadzić eksperymenty / wykonać projekt / stworzyć oprogramowanie oraz opracować wyniki i wyciągnąć wnioski ze swoich dokonań,

PEK\_U02 – potrafi przygotować pisemne opracowanie na temat wybranego zagadnienia naukowego i własnego wkładu do tego zagadnienia,

PEK\_U03 – potrafi wyszukiwać nowe i rozwijać swoje dotychczasowe zainteresowania i umiejętności.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La 1-15	Indywidualna praca studenta według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej.	60
Suma godzin		60

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	konsultacje
----	-------------

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 – PEK_W02 PEK_U01 – PEK_U03	ocena ilości i jakości wyników pracy studenta po przedłożeniu opiekunowi końcowej, pisemnej wersji opracowania pt: Praca dyplomowa

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura naukowa i fachowa wskazana przez Opiekuna przedmiotu i/lub znaleziona przez studenta.



<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Opiekunowie poszczególnych kursów Praca dyplomowa II</b> Przygotowanie karty: <b>Prof.dr hab. inż. Piotr Drożdżewski, piotr.drozdzewski@pwr.wroc.pl</b>

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
Praca dyplomowa II  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**  
(wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego)

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza)</b> <b>PEK_W01</b>	K2Abt_U03, K2Ach_U06, K2Aic_U03, K2Aim_U07, K2Atc_U10	C1	La1-La15	N1
<b>PEK_W02</b>	K2Abt_U03, K2Ach_U06, K2Aic_U03, K2Aim_U07, K2Atc_U10	C3	La1-La15	N1
<b>(umiejętności)</b> <b>PEK_U01</b>	K2Abt_U03, K2Ach_U06, K2Aic_U03, K2Aim_U07, K2Atc_U10	C2	La1-La15	N1
<b>PEK_U02</b>	K2Abt_U03, K2Ach_U06, K2Aic_U03, K2Aim_U07, K2Atc_U10	C5	La1-La15	N1
<b>PEK_U03</b>	K2Abt_U03, K2Ach_U06, K2Aic_U03, K2Aim_U07, K2Atc_U10	C4	La1-La15	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Procesy wysokotemperaturowe</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>High-temperature processes</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Metalurgia i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>TCC023024</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		1,5		

\*niepotrzebne usunąć

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

62. Znajomość chemii na poziomie I roku studiów I stopnia ( kursy Chemia Ogólna i Podstawy Chemii Nieorganicznej)
63. Znajomość podstaw termodynamiki chemicznej (na poziomie kursu Chemia Fizyczna I)
64. Znajomość elementarnej informatyki (Pakiet Office)
65. Posiadanie podstawowej wiedzy o materiałach metalicznych i procesach

metalurgicznych

### CELE PRZEDMIOTU

C1	Uzyskanie podstawowej wiedzy dotyczącej diagramów fazowych i ich interpretacji
C2	Zapoznanie studentów z podstawową terminologią stosowaną w pirometalurgii.
C3	Uzyskanie podstawowej wiedzy o procesach jednostkowych w pirometalurgii.
C4	Zapoznanie słuchaczy z teorią procesów pirometalurgicznych oraz podstawowymi procesami otrzymywania metali.
C5	Nauczenie studentów praktycznego wykonywania operacji jednostkowych pirometalurgii w skali laboratoryjnej wraz z analizą chemiczną wybranych produktów procesu.
C6	Zapoznanie studentów z oprogramowaniem służącym do obliczania i modelowania równowag termodynamicznych w reakcjach chemicznych z obszaru procesów wysokotemperaturowych.
C7	Zapoznanie studentów z zasadami konstrukcji i interpretacji wykresów równowag fazowych.
C8	Zapoznanie studentów z zasadami doboru parametrów wybranych procesów pirometalurgicznych.
C9	Nauczenie sposobu prezentacji i dyskusji otrzymanych wyników eksperymentów.
C10	Zapoznanie z zasadami BHP oraz regulaminem specjalistycznych pracowni badawczych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna typy diagramów fazowych i potrafi dokonać ich interpretacji

PEK\_W02 – zna podstawowe terminy i pojęcia dotyczące procesów pirometalurgicznych

PEK\_W03 – zna podstawy teoretyczne jednostkowych procesów pirometalurgicznych

PEK\_W04 – posiada wiedzę z zakresu pirometalurgicznego otrzymywania wybranych metali

PEK\_W05 – zna metody i procesy otrzymywania metali w wybranych postaciach

PEK\_W06 – posiada wiedzę dotyczącą określenia procesu technologicznego do otrzymywania metalu z określonego surowca

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – umie wykonywać podstawowe obliczenia stechiometryczne dotyczące realizacji zadanego jednostkowego procesu pirometalurgicznego

PEK\_U02 – potrafi wykonywać podstawowe obliczenia termodynamiczne z użyciem odpowiedniego oprogramowania

PEK\_U03 – potrafi samodzielnie zestawiać elementy stanowiska (układu) pomiarowego

PEK\_U04 – umie przygotować i przeprowadzić praktycznie zadany eksperyment

PEK\_U05 – potrafi wykonywać analizę chemiczną wybranych produktów procesu

PEK\_U06 – potrafi obsługiwać podstawową aparaturę pomiarową i procesową używaną w pracowni wysokotemperaturowych procesów chemicznych

PEK\_U07 – potrafi dokonać optymalizacji parametrów wybranego procesu pirometalurgicznego

PEK\_U08 – umie dokonać interpretacji i dyskusji uzyskanych wyników eksperymentalnych oraz formułować wnioski z nich wynikające.  
 PEK\_U09 – potrafi przygotować i przedstawić wyniki w formie prezentacji multimedialnej  
 PEK\_U10 – postępuje zgodnie z zasadami BHP i regulaminem specjalistycznych pracowni procesów wysokotemperaturowych.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Diagramy fazowe układów metalicznych – konstrukcja i interpretacja	2
Wy2	Redukcja tlenków metali (proces wielkopiecowy i redukcja innych tlenków)	2
Wy3	Pirometalurgia miedzi i niklu	2
Wy4	Procesy rafinacji	2
Wy5	Metalotermiczna redukcja i elektroliza soli stopionych	2
Wy6	Metalurgia halogenkowa	2
Wy7	Metalurgia proszków	2
Wy8	Powtórzenie materiału	1
Suma godzin		<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zasady BHP i regulamin pracowni badawczych. Omówienie planowanych do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych – wskazówki teoretyczne i praktyczne.	3
La2	Spiekanie chlorujące tlenku lantanu z chlorkiem amonu – ustalanie parametrów optymalnych procesu (temperatury, czasu i składu mieszaniny reakcyjnej)	6
La3	Utlenianie siarczku molibdenu ( $\text{MoS}_2$ ) – badanie kinetyki procesu	6
La4	Redukcja mieszaniny tlenków cyny i ołowiu za pomocą węgla – otrzymywanie stopów Pb-Sn	6
La5	Analiza otrzymanych stopów Pb-Sn za pomocą różnicowej analizy termicznej (DTA)	6
La6	Redukcja chlorku miedzi ( $\text{CuCl}_2$ ) za pomocą wodoru – ustalanie parametrów optymalnych procesu	6
La7	Wyznaczanie diagramu fazowego Pb-Sn metodą rejestracji krzywych ostygania	6
La8	Prezentacja przygotowanych sprawozdań (Power Point)	6
Suma godzin		<b>45</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	wykład z prezentacją multimedialną
N2	rozwiązywanie problemów obliczeniowych
N3	wykonanie doświadczenia
N4	wykorzystanie oprogramowania komputerowego
N5	przygotowanie sprawozdania
N6	prezentacja multimedialna (prezentacja wyników badań laboratoryjnych)

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P1 (wykład)	PEK_W01 – PEK_W08	egzamin końcowy
F1 (laboratorium)	PEK_L02 – PEK_L07	kartkówki (ocena)
F2 (laboratorium)	PEK_L02 – PEK_L07	Sprawozdania (ocena)
F3 (laboratorium)	PEK_L02 , PEK_L07	Prezentacja multimedialna (ocena)
P2 (laboratorium) = (F1+F2+F3)/3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Chiranjib Kumar Gupta, <i>Chemical Metallurgy: Principles and Practice</i>, 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA, Weinheim</p> <p>[2] Terkel Rosenqvist, <i>Principles of extractive metallurgy</i>, Tapir Akademisk Forlag, Trondheim 2004</p> <p>[3] L.Coudurier, D.W.Hopkins, I.Wilkomirsky, <i>Fundamentals of metallurgical processes</i>, Pergamon Press, Oxford 1978</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Fathi Habashi, <i>Principles of extractive metallurgy, vol.2, Hydrometallurgy</i>, Gordon and Breach Science Publishers, S.A. 1985</p> <p>[2] Fathi Habashi, <i>Principles of extractive metallurgy, vol.3, Pyrometallurgy</i>, Gordon and Breach Science Publishers, S.A. 1985</p> <p>[3] W.J. Kroll, The Pyrometallurgy of Halides, <i>Metallurgical Reviews</i>, 1(8) (1956) 291-337</p> <p>[4] Opracowanie zbiorowe pod redakcją W. Charewicza, <i>Pierwiastki ziem rzadkich, surowce, technologie, zastosowania</i>, WNT, Warszawa 1990</p> <p>[5] S. Chodkowski, <i>Metalurgia metali nieżelaznych</i>, 1971 Wydawnictwo „Śląsk” Katowice</p> <p>[6] A. Krupkowski, <i>Podstawowe zagadnienia teorii procesów metalurgicznych</i>, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974 Kraków.</p> <p>[7] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, <i>Chemia fizyczna</i>, PWN</p>

[8] J. Dereń, J. Haber, R. Pampuch, *Chemia ciała stałego*, PWN

[9] P.W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej*, PWN

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**dr hab. Leszek Rycerz, prof. nadzw.; leszek.rycerz@pwr.wroc.pl**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Procesy Wysokotemperaturowe

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Inżynieria Materiałowa

### I SPECJALNOŚCI

Metalurgia i korozja metali

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Aim2_W03	C1	Wy1	N1
PEK_W02	S2Aim2_W03	C2	Wy1 – Wy6,	N1
PEK_W03	S2Aim2_W03	C3	Wy2, Wy3, Wy5, Wy6	N1
PEK_W04	S2Aim2_W03	C3	Wy1 – Wy3, Wy5 – Wy7	N1
PEK_W05	S2Aim2_W03	C3	Wy1 – Wy7	N1
PEK_W06	S2Aim2_W03	C4	Wy1 – Wy7	N1
(umiejętności) PEK_U01	S2Aim2_U03	C4	La2 – La7	N2, N3, N5, N6
PEK_U02	S2Aim2_U03	C5	La4	N2 – N5
PEK_U03	S2Aim2_U03	C4	La2, La3, La6	N2, N3, N5
PEK_U04	S2Aim2_U03	C4	La2 – La7	N2 – N6
PEK_U05	S2Aim2_U03	C4	La2, La3, La4 La6	N2 – N6
PEK_U06	S2Aim2_U03	C4	La2 – La7	N2 – N6
PEK_U07		C4, C6	La2	N2 – N6
PEK_U08		C4 – C7	La2 – La7	N2 – N6
PEK_U09		C8	La8	N6
PEK_U10		C9	La1	N1

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Projektowanie i wytwarzanie polimerowych materiałów inżynierskich</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Design and preparation of polymer engineering materials</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy /</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC023010</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5			0,5	

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

66. Podstawowe wiadomości z zakresu wiedzy o materiałach, np. polimerach, metalach  
67. Znajomość chemii, fizyki i matematyki w zakresie studiów wyższych

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Poznanie fizycznych właściwości materiałów, zwłaszcza polimerowych, w powiązaniu z ich strukturą cząsteczkową i nadcząsteczkową
C2	Poznanie zasad wykorzystania wzorów i danych materiałowych do obliczania i prognozowania różnych charakterystyk materiałów, zwłaszcza polimerowych
C3	Poznanie praktycznych, inżynierskich metod obliczania wybranych właściwości, np. mechanicznych, reologicznych i cieplnych materiałów, zwłaszcza polimerowych

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – zna podstawowe cechy charakteryzujące strukturę chemiczną i fizyczną materiałów polimerowych oraz ich wpływ na właściwości użytkowe	
PEK_W02 – zna podstawowe cechy mechaniczne tworzyw polimerowych oraz metody ich oznaczania i opisu	
PEK_W03 – zna podstawowe cechy reologiczne tworzyw polimerowych oraz metody ich oznaczania i opisu	
PEK_W04 – zna podstawowe cechy termiczne i ogniowe tworzyw polimerowych oraz metody ich oznaczania i opisu	
PEK_W05 – zna podstawowe cechy elektryczne i magnetyczne tworzyw polimerowych oraz metody ich oznaczania i opisu	
PEK_W06 – zna podstawowe cechy optyczne i fizykochemiczne tworzyw polimerowych oraz metody ich oznaczania i opisu	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – umie dobrać rodzaj tworzywa polimerowego do jego zastosowania na podstawie znajomości charakterystyki materiałowej	
PEK_U02 – umie zastosować właściwe wzory i procedury do obliczeń projektowych	
PEK_U03 – umie wykorzystać dane materiałowe do obliczeń projektowych	
PEK_U04 – umie obliczać podstawowe charakterystyki przepływów cieczy nienewtonowskich w kanałach o założonej geometrii	
PEK_U05 – umie obliczać cechy mechaniczne tworzyw polimerowych, np. sztywność i wytrzymałość, przy różnych typach odkształceń, np. zginaniu i rozciąganiu	
PEK_U06 – umie prognozować niektóre inne cechy fizyczne materiałów polimerowych, np. przewodzenie ciepła, gęstość, w tym dla tworzyw złożonych, np. kompozytów	
...	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Struktura chemiczna i fizyczna a własności tworzyw polimerowych	2
Wy2	Fizykochemiczne właściwości materiałów polimerowych	2
Wy3	Mechaniczne właściwości materiałów polimerowych	2
Wy4	Reologiczne właściwości materiałów polimerowych	2
Wy5	Termiczne i ogniowe właściwości materiałów polimerowych	2



Wy6	Elektryczne i magnetyczne właściwości materiałów polimerowych	2
Wy7	Optyczne oraz inne właściwości materiałów polimerowych	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
Suma godzin		15

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zasady doboru materiałów polimerowych do określonych zastosowań na podstawie znajomości ich charakterystyki	2
Pr2	Prognozowanie cech fizykochemicznych materiałów polimerowych	2
Pr3	Obliczenia projektowe zachowania przy zginaniu i skręcaniu	2
Pr4	Obliczenia projektowe zachowania przy rozciąganiu	2
Pr5	Obliczenia projektowe zachowania w przepływach ciśnieniowych	2
Pr6	Obliczenia projektowe zachowania przy przepływie ciepła	2
Pr7	Obliczenia projektowe zachowania przy przepływie prądu elektr.	2
Pr8	Kolokwium zaliczeniowe z zadań projektowych	1
Suma godzin		15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład informacyjny z udziałem środków audiowizualnych
N2	Rozwiązywanie konkretnych zadań projektowych z komentarzem

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer przedmiotowego efektu kształcenia</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia</b>
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W06	Kolokwium zaliczeniowe
F1 (projekt)	PEK_U01 – PEK_U06	Kolokwium, obecność i aktywność

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [106] R. Steller, „Fizyczne właściwości polimerów” – materiały pomocnicze (skrypt)  
[107] Podstawy recyklingu tworzyw sztucznych (praca zbiorowa, red. M. Kozłowski):  
rozdz. 8. R. Steller, Mechaniczne i reologiczne właściwości polimerów, Wyd. Pol.  
Wrocł., Wrocław 1998  
[108] D. Żuchowska, Polimery konstrukcyjne, WNT Warszawa 2000

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [60] A.P. Wilczyński, Mechanika polimerów w praktyce konstrukcyjnej, WNT Warszawa  
1984  
[61] K. Wilczyński, Reologia w przetwórstwie tworzyw sztucznych, WNT Warszawa 2001  
[62] J. Koszul, O. Suberlak, Podstawy fizykochemii i właściwości polimerów, Wyd. Pol.  
Częstochowskiej Częstochowa 2004

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Ryszard Steller, Ryszard.steller@pwr.wroc.pl**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU PROJEKTOWANIE I WYTWARZANIE POLIMEROWYCH MATERIAŁÓW INŻYNIERSKICH Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA MATERIAŁOWA I SPECJALNOŚCI INŻYNIERIA I TECHNOLOGIA POLIMERÓW

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne
(wiedza) PEK_W01	S2Aim1_W02	C1	Wy1, Wy2	N1
PEK_W02	S2Aim1_W02	C1, C2	Wy3	N1
PEK_W03	S2Aim1_W02	C1, C2	Wy4	N1
PEK_W04	S2Aim1_W02	C1, C2	Wy5	N1
PEK_W05	S2Aim1_W02	C1, C2	Wy6	N1
PEK_W06	S2Aim1_W02	C1, C2	Wy2, Wy7	N1
(umiejętności) PEK_U01	S2Aim1_U02	C2	Pr1, Pr2	N2
PEK_U02	S2Aim1_U02	C2	Pr1 – Pr6	N2
PEK_U03	S2Aim1_U02	C2	Pr1 – Pr6	N2
PEK_U04	S2Aim1_U02	C2, C3	Pr5	N2
PEK_U05	S2Aim1_U02	C2, C3	Pr3, Pr4	N2
PEK_U06	S2Aim1_U02	C2, C3	Pr2, Pr6, Pr7	N2

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Przetwórstwo tworzyw sztucznych</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Polymer processing</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień*, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy /</b>
Kod przedmiotu	<b>TCC023021</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę*		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1		

\*niepotrzebne usunąć

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

68. Podstawowe wiadomości z zakresu wiedzy o polimerach, wykładane na kursach studiów I stopnia na różnych kierunkach: Tworzywa Polimerowe, Fizykochemia Polimerów, Chemia Związków Makromolekularnych lub Technologia chemiczna – surowce i procesy

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Wskazanie teoretycznych i praktycznych możliwości zastosowania procesów przetwórczych do otrzymywania różnych materiałów i wyrobów polimerowych
C2	Teoretyczne i praktyczne poznanie wybranych metod przetwarzania polimerów, w tym metod przygotowawczych, metod formowania bezpośredniego i pośredniego oraz metod wykończeniowych
C3	Teoretyczne i praktyczne możliwości zastosowania dodatków do modyfikacji i stabilizacji właściwości użytkowych oraz procesów przetwarzania polimerów

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – zna terminologię z zakresu technologii przetwórstwa tworzyw sztucznych	
PEK_W02 – zna możliwości i zakres stosowania procesów przetwarzania polimerów	
PEK_W03 – zna główne metody i warunki przetwarzania oraz rodzaje produktów	
PEK_W04 – zna parametry prowadzenia procesów i ich wpływ na cechy produktów	
PEK_W05 – zna rodzaje, przeznaczenie i warunki stosowania dodatków do polimerów	
PEK_W06 – zna metody i warunki przygotowania tworzyw polimerowych z dodatkami	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – umie powiązać rodzaj wyrobu z potencjalną metodą jego wytwarzania	
PEK_U02 – umie prawidłowo nadzorować przebieg wybranych procesów przetwarzania	
PEK_U03 – umie samodzielnie bądź pod nadzorem obsługiwać urządzenia przetwórcze	
PEK_U04 – umie praktycznie regulować wybrane parametry robocze urządzeń	
PEK_U05 – umie właściwie zestawić urządzenia do prostych linii przetwórczych	
PEK_U06 – umie praktycznie przygotowywać kompozycje polimerowe do przetwarzania	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
	<b>Forma zajęć - wykład</b>	<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Cele i zadania oraz podział i charakterystyka metod przetwórstwa	2
Wy2	Podział, funkcje i znaczenie środków pomocniczych jako dodatków wpływających na właściwości przetwórcze i użytkowe polimerów	2
Wy3	Rodzaje i charakterystyka modyfikatorów i stabilizatorów cech przetwórczych polimerów	2
Wy4	Rodzaje i charakterystyka modyfikatorów i stabilizatorów cech użytkowych polimerów	2
Wy5	Przygotowanie tworzyw sztucznych do przetwarzania: rozdrabnianie, granulowanie, suszenie, podgrzewanie, chłodzenie, tabletkowanie	2
Wy6	Charakterystyka i opis procesów mieszania oraz definicje układów otrzymywanych podczas mieszania, np. roztwór, zawiesina, emulsja, pasta, lateks, aerozol, piana, itp.	2
Wy7	Mieszanie w stanie sypkim i ciekłym	2
Wy8	Mieszanie w stanie uplastycznionym – walcowanie ugniatanie, różne rodzaje wytłaczania homogenizującego	2

Wy9	Charakterystyka procesów uplastyczniania i mieszania ślimakowego	2
Wy10	Podstawowe technologie wytłaczania: otrzymywanie folii, rur, profili, siatek, wyrobów rozdmuchiwanych i współwytłaczanych, powlekanie ciśnieniowe i próżniowe, specjalne techniki wytłaczania	2
Wy11	Procesy wtryskiwania: parametry, oprzyrządowanie, technologie wtryskiwania – konwencjonalne, wieloskładnikowe, z rozdmuchem, spieniające, duroplastów, specjalne techniki wtryskiwania	2
Wy12	Procesy prasowania i kalandrowania: parametry, oprzyrządowanie, technologie konwencjonalne i specjalne	2
Wy13	Procesy laminowania, nanoszenia warstw i porowania: parametry, oprzyrządowanie, technologie konwencjonalne i specjalne	2
Wy14	Procesy formowania pośredniego: termoformowanie, formowanie rotacyjne, obróbka mechaniczna, łączenie, np. zgrzewanie i spawanie	2
Wy15	Procesy wykańczania i uszlachetniania wyrobów : wyrównywanie, aktywowanie, metalizowanie, drukowanie, itp.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Przeprowadzenie procesu wytłaczania jedno i dwuślimakowego, wykonanie mieszanek przy pomocy mieszalników szybkoobrotowych, gniotowników oraz dwuwalcarki.	8
La2	Przeprowadzenie procesu wtrysku przy pomocy tłokowej wytłaczarki ręcznej oraz ślimakowych wytłaczarek hydraulicznych w trybie automatycznym i półautomatycznym.	8
La3	Przeprowadzenie procesu prasowania laminatów w prasie hydraulicznej płytowej, wykonanie detali na prasie hydraulicznej tłocznej.	2
La4	Wykonanie detali metodą formowania odśrodkowego, próżniowego i rozrostowego. Wykonanie powłok metodą fluidyzacji.	4
La5	Wykonanie połączeń detali tworzyw poprzez spawanie, zgrzewanie, klejenie.	4
La6	Wykonanie detali z tworzyw techniką drukowania 3D	4
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład informacyjny z wykorzystaniem środków audiowizualnych
N2	Prezentacja i omówienie wybranych wyrobów polimerowych i/lub elementów oprzyrządowania przetwórczego na sali wykładowej lub hali technologicznej
N3	Praktyczna demonstracja pracy wybranych urządzeń, linii i oprzyrządowania w powiązaniu z charakterystyką otrzymywanych wyrobów
N4	Nadzorowane lecz samodzielne wykonywanie operacji przetwórczych lub wyrobów obejmujące dobór składu kompozycji i parametrów oraz ocenę jakości produktów

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W06	egzamin
F1 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U06	Sprawozdania indywidualne, kolokwia

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [109] R. Sikora, Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych, Wyd. Edukacyjne Żak, Warszawa 1993
- [110] Podstawy recyklingu tworzyw sztucznych (praca zbiorowa, red. M. Kozłowski): rozdz. 6. A. Kozłowska, R. Steller, Środki pomocnicze do tworzyw sztucznych; rozdz. 9. R. Steller, Zarys metod przetwórstwa tworzyw sztucznych; rozdz. 10. J.A.Covas, G. Caldeira, Wyłaczanie w recyklingu tworzyw sztucznych, Wyd. Pol. Wrocł., Wrocław 1998

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [63] Przetwórstwo tworzyw sztucznych (praca zbiorowa, red. K. Wilczyński), Wyd. Pol. Warsz., Warszawa 2000
- [64] B. Jurkowski, B. Jurkowska, Sporządzanie kompozycji polimerowych, WNT Warszawa 1995
- [65] J. Stasiak, Wyłaczanie tworzyw polimerowych, Wyd. UTP, Bydgoszcz 2007
- [66] E. Bociąga, Specjalne metody wtryskiwania tworzyw polimerowych, WNT, Warszawa 2008

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Ryszard Steller, ryszard.steller@pwr.wroc.pl**

## **MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU PRZETWÓRSTWO TWORZYW SZTUCZNYCH Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU INŻYNIERIA MATERIAŁOWA I SPECJALNOŚCI INŻYNIERIA I TECHNOLOGIA POLIMERÓW**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>

<b>(wiedza)</b> <b>PEK_W01</b>	S2Aim1_W04	C1	Wy1 – Wy15	N1, N2
<b>PEK_W02</b>	S2Aim1_W04	C1, C2	Wy1 – Wy15	N1
<b>PEK_W03</b>	S2Aim1_W04	C2	Wy7 – Wy15	N1, N2
<b>PEK_W04</b>	S2Aim1_W04	C2	Wy7 – Wy15	N1, N2
<b>PEK_W05</b>	S2Aim1_W04	C3	Wy2 – Wy4	N1
<b>PEK_W06</b>	S2Aim1_W04	C3	Wy2 – Wy8	N1, N2
<b>(umiejętności)</b> <b>PEK_U01</b>	S2Aim1_W04	C2	La1-La6	N3, N4
<b>PEK_U02</b>	S2Aim1_W04	C1, C2	La1-La6	N4
<b>PEK_U03</b>	S2Aim1_W04	C2	La1-La6	N3, N4
<b>PEK_U04</b>	S2Aim1_W04	C2, C3	La1-La6	N4
<b>PEK_U05</b>	S2Aim1_W04	C1-C3	La1-La2	N4
<b>PEK_U06</b>	S2Aim1_W04	C1-C3	La1-La6	N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Seminarium dyplomowe (+ praca dyplomowa + przygotowanie do egzaminu dyplomowego)</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Graduate seminar</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC023001</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					300
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					10
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					10
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					0,5

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

69. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie umiejętności ustnego prezentowania celów i wyników swojej pracy.
C2	Nabywanie umiejętności pisemnego opracowania wyników własnych badań.
C3	Zapoznanie z formą publicznej dyskusji z uwzględnieniem obrony własnego stanowiska



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu pracy dyplomowej.

### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi zastosować narzędzia informatyczne do przygotowania prezentacji multimedialnej,

PEK\_U02 – potrafi publicznie przedstawić przygotowaną przez siebie prezentację multimedialną.

PEK\_U03 – potrafi opracować wyniki i wyciągnąć wnioski ze swoich dokonań oraz bronić je podczas publicznej dyskusji.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1 - Se15	Prezentowanie prezentacji multimedialnej i udział w dyskusji	15
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	konsultacje
N2	prezentacja multimedialna
N3	wygłoszenie referatu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 PEK_U01 – PEK_U03	ocena przedstawionej prezentacji i aktywności w dyskusjach

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
(brak)

OPIEKUN PRZEDMIOTU
(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Prowadzący poszczególne kursy Seminarium dyplomowe</b> Przygotowanie karty: <b>Prof.dr hab. inż. Piotr Drożdżewski, piotr.drozdzewski@pwr.wroc.pl</b>

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Seminarium dyplomowe

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

(wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego)

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	K2Abt_U33, K2Ach_U41, K2Aic_U27, K2Aim_U34, K2Atc_U36	C3	Se1-Se15	N1
<b>(umiejętności) PEK_U01</b>	K2Abt_U33, K2Ach_U41, K2Aic_U27, K2Aim_U34, K2Atc_U36	C1	Se1-Se15	N2
<b>PEK_U02</b>	K2Abt_U33, K2Ach_U41, K2Aic_U27, K2Aim_U34, K2Atc_U36	C1	Se1-Se15	N2
<b>PEK_U03</b>	K2Abt_U33, K2Ach_U41, K2Aic_U27, K2Aim_U34, K2Atc_U36	C2, C3	Se1-Se15	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Statystyka matematyczna</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Mathematical statistics</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria Materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy/</b>
Kod przedmiotu	<b>MAC023002</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	0,5			

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

70. Podstawowe wiadomości z zakresu analizy matematycznej i algebry liniowej
2. Ogólna wiedza z zakresu materiałoznawstwa i technologii chemicznej

#### CELE PRZEDMIOTU

C1	Poznanie metod opracowania oraz interpretacji danych doświadczalnych
C2	Poznanie metod oceny dokładności oraz poprawy stabilności obliczeń

C3	Poznanie metod planowanie doświadczeń i optymalizacji procesów
C4	Nabywanie umiejętności stosowania metod statystycznych do problemów praktyki

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

**Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna pojęcie zmiennych losowych, ich rozkładów i parametrów rozkładu

PEK\_W02 – zna metody estymacji punktowej i przedziałowej parametrów rozkładu

PEK\_W03 – zna zasady prezentacji wyników oraz dokładności i stabilności obliczeń

PEK\_W04 – zna wybrane metody testowania hipotez statystycznych

PEK\_W05 – zna podstawy analizy wariancji oraz analizy regresji

PEK\_W06 – zna metody opisu przebiegu procesów za pomocą planów I i II rzędu

PEK\_W07 – zna metody ruchu po powierzchni odpowiedzi oraz oceny jej charakteru

PEK\_W08 – zna metody optymalizacji procesów oraz statystycznej analizy wyników

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – umie rozwiązywać problemy dotyczące oceny charakteru zmiennych losowych

PEK\_U02 – umie w praktyce zastosować metody estymacji punktowej i przedziałowej

PEK\_U03 – umie przedstawić i zinterpretować wyniki badań, np. za pomocą histogramu

PEK\_U04 – umie zastosować wybrane rodzaje testów statystycznych w praktyce badawczej

PEK\_U05 – umie zastosować wybrane metody planowania do opisu przebiegu procesów

PEK\_U06 – umie właściwie zinterpretować wyniki badań optymalizacyjnych procesów

...

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zmienne losowe oraz ich funkcje i rozkłady	2
Wy2	Estymacja parametrów rozkładu zmiennej losowej	2
Wy3	Podstawowe statystyki dla próby z rozkładu normalnego	2
Wy4	Prezentacja wyników próby losowej	2
Wy5	Działania na liczbach przybliżonych (dokładność i stabilność oblicz.)	2
Wy6	Estymacja punktowa parametrów- klasyczny rachunek błędów	2
Wy7	Estymacja przedziałowa parametrów – przedziały ufności	2
Wy8	Podstawy testowania hipotez statystycznych	2
Wy9	Podstawy analizy wariancji – klasyfikacja pojedyncza	2
Wy10	Podstawy analizy regresji – zastosowanie regresji do opisu danych doświadczalnych, planowania doświadczeń i optymalizacji procesów	2
Wy11	Plany ortogonalne pierwszego rzędu – doświadczenia czynnikiowe	2
Wy12	Metoda najszybszego spadku – ruch po gradiencie funkcji odpowiedzi	2
Wy13	Plany ortogonalne drugiego rzędu – planowanie kompozycyjne	2
Wy14	Ocena i analiza powierzchni odpowiedzi – postać kanoniczna modelu	2
Wy15	Optymalizacja warunkowa- analiza linii grzbietowych	2
Suma godzin		30

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Wprowadzenie (6 list zadań do rozwiązania, 3 testy cząstkowe)	1
Ćw2	zadania z listy 1 (zmienne losowe, rozkłady, estymacja parametrów)	2
Ćw3	zadania z listy 2 (prezentacja wyników, dokładność obliczeń), test	2
Ćw4	zadania z listy 3 (rachunek błędów, przedz. ufności, hipotezy stat.)	2
Ćw5	zadania z listy 4 (hipotezy stat., analiza wariancji i regresji), test	2
Ćw6	zadania z listy 5 (plany ortogonalne I i II rzędu, ruch po gradiencie)	2
Ćw7	zadania z listy 6 (forma kanoniczna, optymalizacja warunkowa), test	2
Suma godzin		15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład informacyjny z użyciem środków audiowizualnych
N2	Rozwiązywanie i omówienie przykładowych zadań przez prowadzącego
N3	Sprawdziany cząstkowe z zadań i kolokwium zaliczeniowe z wykładu

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer przedmiotowego efektu kształcenia</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia</b>
P (wykład)	PEK_W01 - PEK_W08	Kolokwium zaliczeniowe
F1 (ćwiczenia)	PEK_U01 - PEK_U06	Sprawdziany cząstkowe

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[111] R. Steller, Statystyka matematyczna – materiały pomocnicze (do skserowania)  [112] J.B. Czermiński et al., Metody statystyczne dla chemików, PWN, Warszawa 1986  [113] R. Steller, Zastosowania wybranych metod optymalizacji procesów chemicznych, Wyd. Pol. Wrocł., Wrocław 1978</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[67] W.Krysicki, Statystyka matematyczna, PWN Warszawa 2007 (wydania wcześniejsze)  [68] Statystyka – zbiór zadań (red. H. Kassyk-Rokicka), PWE, Warszawa 2005 (jak wyżej)  [69] M Korzyński, Metodyka eksperymentu. Planowanie realizacja i statystyczne opracowanie wyników eksperymentów technologicznych, WNT, Warszawa 2006</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
---------------------------

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Ryszard Steller, ryszard.steller@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
STATYSTYKA MATEMATYCZNA  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU  
INŻYNIERIA MATERIAŁOWA  
I SPECJALNOŚCI  
INŻYNIERIA I TECHNOLOGIA POLIMERÓW**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności</b>	<b>Cele przedmiotu</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	K2Aim_W05	C1, C2	Wy1-Wy3	N1, N3
<b>PEK_W02</b>	K2Aim_W05	C1	Wy2, Wy6, Wy7	N1, N3
<b>PEK_W03</b>	K2Aim_W05	C2	Wy4, Wy5	N1, N3
<b>PEK_W04</b>	K2Aim_W05	C1	Wy8	N1, N3
<b>PEK_W05</b>	K2Aim_W05	C1	Wy9, Wy10	N1, N3
<b>PEK_W06</b>	K2Aim_W05	C3	Wy11, Wy13	N1, N3
<b>PEK_W07</b>	K2Aim_W05	C3	Wy12, Wy14	N1, N3
<b>PEK_W08</b>	K2Aim_W05	C3	Wy14, Wy15	N1, N3
<b>(umiejętności) PEK_U01</b>	K2Aim_W05	C4	Ćw2	N2, N3
<b>PEK_U02</b>	K2Aim_W05	C4	Ćw2	N2, N3
<b>PEK_U03</b>	K2Aim_W05	C4	Ćw3	N2, N3
<b>PEK_U04</b>	K2Aim_W05	C4	Ćw4	N2, N3
<b>PEK_U05</b>	K2Aim_W05	C4	Ćw5	N2, N3
<b>PEK_U06</b>	K2Aim_W05	C4	Ćw6	N2, N3

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Zaawansowane metody badania materiałów</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>The advanced methods in material research</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria i technologia polimerów Metalurgia chemiczna i korozja metali</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC023007</b>
Grupa kursów	<b>NIE*</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		0,5		

\*niepotrzebne usunąć

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

71. Podstawowa wiedza o budowie atomu i wiązaniach chemicznych
72. Wiedza z zakresu budowy materiałów polimerowych

...

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zrozumienie istoty powierzchni ciała stałego w nanotechnologii.
C2	Zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami badań powierzchni ciała stałego
C3	Nauczenie prawidłowej interpretacji wyników badań materiałów – na poziomie podstawowym
C4	Poznanie podstaw analizy strukturalnej materiałów polimerowych metodą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego
C5	Zapoznanie studentów z analizą termiczną materiałów polimerowych metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

#### **Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – umie opisać jakościowo i ilościowo badaną powierzchnię ciała stałego

PEK\_W02 – posiada elementarną wiedzę teoretyczną o metodach XPS/AES oraz aparaturze pracującej w ultra wysokiej próżni

PEK\_W03 – ma podstawową wiedzę o możliwościach badawczych oznaczania składu chemicznego powierzchni metodą XPS oraz AES

PEK\_W04 – ma podstawową wiedzę o mikroskopii elektronowej (SEM) oraz mikroanalizie rentgenowskiej (EDS), a także o systemie orientacji i detekcji faz na podstawie rozwiązanej dyfrakcji elektronowej (EBSD)

PEK\_W05 – ma podstawową wiedzę o elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej (EIS)

PEK\_W06 – zna podstawy analizy strukturalnej metodą szerokokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego w analizie materiałów polimerowych

PEK\_W07 – zna postawy analizy termicznej metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej z modulacją temperatury.

#### **Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi dobrać odpowiednią, do posiadanego materiału, technikę badawczą

PEK\_U02 – potrafi skorzystać z internetowych baz danych XPS, AES w celu jakościowej interpretacji widm XPS, AES

PEK\_U03 – potrafi wykonać podstawowe operacje na widmach XPS

PEK\_U04 – potrafi dobrać odpowiednie, do badanego materiału, parametry pracy mikroskopu (SEM), mikroanalizy (EDS) oraz skorzystać z baz danych EDS, EBSD

PEK\_U05 – potrafi zanalizować i zinterpretować najprostsze widmo impedancyjne (EIS)

PEK\_U06 - potrafi zinterpretować dyfraktogram WAXS polimeru semikrystalicznego i kompozytu polimerowego.

PEK\_U07 – potrafi metodą DSC zbadać kinetykę krystalizacji polimeru semikrystalicznego.

### **TREŚCI PROGRAMOWE**



<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	XPS, AES -pojęcia podstawowe: powierzchnia, notacja spektroskopowa i rentgenowska – pojęcia. Rentgenowska spektroskopia fotoelektronów (XPS/ESCA), spektroskopia elektronów Augera (AES). ‘Głębokość’ w analizach XPS/AES. Widmo i jego składowe. Etapy procesu analitycznego.	2
Wy2	Podstawowe instrumentarium (UHV, analizator energii, źródło fotonów, działło jonowe, manipulator). Zastosowanie spektroskopii elektronów w inżynierii materiałowej. Przykłady widm (XPS/AES) i ich interpretacji: w mikroelektronice, materiałach półprzewodnikowych, polimerach, metalurgii, korozji materiałów, ceramice, katalizie	2
Wy3	Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna: impedancja i sposoby jej przedstawiania, podstawowe pojęcia, techniki pomiarowe, widma i ich analiza	2
Wy4	Podstawy mikroskopii elektronowej(SEM) oraz mikroanalizy rentgenowskiej (EDS). Podstawowe instrumentarium (detektory elektronów i promieniowania X, układ próżniowy, preparaty stosowane w mikroskopii elektronowej). Efekty oddziaływania wiązki elektronowej z preparatem. Zastosowanie SEM, EDS oraz EBSD w inżynierii materiałowej. Przykłady zdjęć SEM, widm i składu chemicznego EDS oraz map orientacji krystalograficznej (EBSD).	2
Wy5	Badania strukturalne materiałów polimerowych metodą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego (XRD).	2
Wy6	Analiza termiczna materiałów polimerowych metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej z modulacją temperatury (MDSC).	2
Wy7	Zastosowanie metody MDSC w analizie materiałów polimerowych.	2
Wy8	Zaliczenia	1
Suma godzin		<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Widma elektronów: interpretacje jakościowe i ilościowe. Akwizycja widm (nisko- i wysokorozdzielcza). Identyfikacja składu, eliminacja ubocznych składników widma, metody wyznaczania linii tła. Kalibracja widm.	2
La2	Obliczenia ilościowe składu chemicznego, dekonwolucja prostego widma XPS, identyfikacja wiązań i związków chemicznych. Korzystanie z baz widm (XPS, AES)	2
La3	Okreslanie odporności korozyjnej metali na podstawie elektrochemicznej Spektroskopii Impedancyjnej	2
La4	Analizy powierzchni materiału oraz jego składu chemicznego za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej(SEM) oraz mikroanalizy rentgenowskiej (EDS), a także analizę map orientacji krystalograficznej materiałów stosowanych w, np.: ceramice, metalach, półprzewodnikach.	2
La5	Badania strukturalne polimerów semikrystalicznych metodą	2

	szerokokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego (WAXS), wyznaczanie stopnia krystaliczności.	
La6	Badania strukturalne kompozytów polimerowych metodą szerokokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego (WAXS).	2
La7	Analiza przemian fazowych materiałów polimerowych oraz zastosowanie metody DSC w badaniach kinetyki krystalizacji polimerów.	2
La8	Zaliczenia	1
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	Wykład z prezentacją multimedialną
N2	Wykonanie doświadczenia
N3	Przygotowanie sprawozdania
N4	Wykorzystanie oprogramowania SpecLab
N5	Wykorzystanie internetowej bazy danych NIST
N6	Wykorzystanie oprogramowania PDXL
N7	Wykorzystanie bazy danych ICDD
N8	Wykorzystanie oprogramowania do SEM, EDS oraz EBSD

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 - PEK_W07	Kolokwium końcowe
F1	PEK_U02, PEK_U03	Ocena sprawozdania
F2	PEK_U04	Ocena sprawozdania
F3	PEK_U05	Ocena sprawozdania
F4	PEK_U06, PEK_U07	Ocena sprawozdania
<b>P = (F1 + F2 + F3 + 3F4)/6</b>		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] <http://www.lasurface.com>
- [2] Fizyka polimerów, W. Przygocki, A. Włochowicz, PWN, Warszawa 2001
- [3] Uporządkowanie makrocząsteczek w polimerach i włóknach, W. Przygocki, A. Włochowicz, WNT, Warszawa 2006
- [4] Thermal analysis of polymers, Fundamentals and applications, J. D. Menczel, R. B. Prime, John Wiley&Sons Ltd., 2009

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] <http://www.casaxps.com/ebooks/ebooks.htm>
- [2] An Introducing to Surface Analysis by XPS and AES; J.F. Watts, J.Wolstenholme, John Wiley&Sons Ltd., 2003
- [3] Polymer Characterization - Laboratory Techniques and Analysis; N. P. Cheremisinoff, William Andrew Publishing, 1996 Noyes

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Dr inż. Włodzimierz Tylus, tylus@pwr.wroc.pl</b>

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Zaawansowane metody badania materiałów**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**  
**INŻYNIERIA MATERIAŁOWA**  
**I SPECJALNOŚCI**  
**Inżynieria i technologia polimerów**  
**Metalurgia chemiczna i korozja metali**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza)</b> <b>PEK_W01</b>	K2Aim_W07	C1	Wy1	N1
<b>PEK_W02</b>	K2Aim_W07	C2	Wy1, Wy2	N1
<b>PEK_W03</b>	K2Aim_W07	C2	Wy2	N1
<b>PEK_W04</b>	K2Aim_W07	C2	Wy4	N1
<b>PEK_W05</b>	K2Aim_W07	C2	Wy3	N1
<b>PEK_W06</b>	K2Aim_W07	C4	Wy5	N1
<b>PEK_W07</b>	K2Aim_W07	C5	Wy6, Wy7	N1
<b>(umiejętności)</b> <b>PEK_U01</b>	K2Aim_U05	C2	La1 – La7	N2
<b>PEK_U02</b>	K2Aim_U05	C3	La2	N5
<b>PEK_U03</b>	K2Aim_U05	C3	La1	N2, N3, N4
<b>PEK_U04</b>	K2Aim_U05	C3	La4	N2, N3, N8
<b>PEK_U05</b>	K2Aim_U05	C3	La3	N2, N3, N6
<b>PEK_U06</b>	K2Aim_U05	C3, C4	La5, La6	N2, N3, N6, N7
<b>PEK_U07</b>	K2Aim_U05	C3, C5	La7	N2, N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Zaawansowane metody dyfrakcyjne</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Advanced diffraction methods</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Inżynieria materiałowa</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Zaawansowane materiały funkcjonalne</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>IMC023018</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30	60		
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	1	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,0	0,5	0,5		

\*niepotrzebne usunąć

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

73. Ogólna wiedza z matematyki, fizyki i chemii.

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Rozszerzenie wiedzy na temat struktury i symetrii kryształów o budowie periodycznej. Poznanie budowy nanokryształów. Poznanie budowy kwazikryształów.
C2	Poznanie dyfrakcyjnych metod badania monokryształów, materiałów mikro- i nanokryształowych, kryształów makromolekularnych, kwazikryształów oraz materiałów semikryształowych.
C3	Rozumienie zależności między obrazem dyfrakcyjnym a budową wewnętrzną kryształów.
C4	Poznanie najważniejszych programów krystalograficznych.
C5	Rozumienie danych krystalograficznych w artykułach naukowych.

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01	– ma wiedzę w zakresie budowy makro-, mikro- i nanokryształów, kryształów makromolekularnych oraz kwazikryształów
PEK_W02	– zna dyfrakcyjne metody badania makro-, mikro- i nanokryształów, kryształów makromolekularnych, kwazikryształów oraz materiałów semikryształowych
PEK_W03	– zna relacje między obrazem dyfrakcyjnym a budową wewnętrzną kryształów
PEK_W04	– zna najważniejsze programy krystalograficzne
PEK_W05	– rozumie dane krystalograficzne w artykułach naukowych
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01	– potrafi wyprowadzać reprezentacje graficzne grup przestrzennych i punktowych
PEK_U02	– umie interpretować symetrię obrazów dyfrakcyjnych
PEK_U03	– potrafi wykonać pomiar dyfraktometryczny monokryształu i określić budowę wewnętrzną kryształu na poziomie atomowym
PEK_U04	– potrafi analizować dyfraktogramy proszkowe
PEK_U05	– potrafi korzystać z najważniejszych programów krystalograficznych

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<b>Kryształy o budowie translacyjnej (periodycznej).</b> Sieć przestrzenna: węzły, proste i płaszczyzny sieciowe oraz ich symbole.	2
Wy2	<b>Grupy przestrzenne.</b> Elementy i operacje symetrii. Symbole i reprezentacja graficzna grup przestrzennych.	2
Wy3	<b>Źródła promieniowania rentgenowskiego.</b> Źródła konwencjonalne oraz źródła I, II, III i IV generacji. Właściwości promieniowania.	2
Wy4	<b>Dyfrakcja w kryształach periodycznych.</b> Teorie dyfrakcji.	2
Wy5	<b>Natężenie refleksów.</b> Czynniki wpływające na natężenie.	2

Wy6	<b>Symetria obrazu dyfrakcyjnego a symetria kryształu.</b> Określanie układu krystalograficznego i grupy dyfrakcyjnej.	2
Wy7	<b>Problem fazowy.</b> Metody jego rozwiązania.	2
Wy8, Wy9	<b>Materiały mikrokrystaliczne i nanokrystaliczne.</b> Budowa wewnętrzna. Dyfrakcja. Metody badania. Interpretacja obrazów dyfrakcyjnych. Zastosowanie.	4
Wy10	<b>Kryształy aperiodyczne (kwazikryształy).</b> Budowa wewnętrzna. Symetria. Uporządkowanie orientacyjne. Dyfrakcja. Właściwości i zastosowanie.	2
Wy11	<b>Krystalografia makromolekularna.</b> Metodyka pomiarów dyfrakcyjnych. Prezentacja wyników. Zastosowanie.	2
Wy12	<b>Fotokrystalografia i krystalografia rozdzielcza w czasie.</b> Metodyka pomiarów dyfrakcyjnych. Zastosowanie.	2
Wy13	<b>Krystalografia wysokociśnieniowa.</b> Komory wysokich ciśnień. Metodyka pomiarów dyfrakcyjnych. Specyfika obrazów dyfrakcyjnych. Zastosowanie.	2
Wy14	<b>Dyfrakcja neutronów i elektronów.</b> Porównanie z dyfrakcją promieni rentgenowskich. Zastosowanie.	2
Wy15	<b>Dyfrakcja w materiałach semikrystalicznych.</b> <b>Podsumowanie wykładów.</b>	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1, Ćw2	Wybrane grupy przestrzenne. Wyprowadzenie grup. Generatory, reprezentacja graficzna, symbole, kody symetrii.	6
Ćw3	Wybrane grupy punktowe. Wyprowadzenie grup. Generatory, reprezentacja graficzna, symbole.	3
Ćw4	Analiza symetrii obrazów dyfrakcyjnych. Analiza wybranych grup dyfrakcyjnych.	3
Ćw5	Kolokwium z materiału Ćw1 – Ćw4. Wskaźnikowanie dyfraktogramów proszkowych.	3
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie BHP. Reprezentacja graficzna cząsteczki i fragmentu sieci krystalicznej za pomocą krystalograficznych programów <i>Ortep</i> i <i>Mercury</i> na podstawie pliku <i>CIF</i> z bazy danych strukturalnych <i>CSD</i> i z artykułu naukowego. Geometria cząsteczki, geometria oddziaływań międzycząsteczkowych, dane krystalograficzne.	3
La2	Dyfraktogramy proszkowe. Otrzymanie dyfraktogramów teoretycznych dla czystych składników za pomocą programu <i>Mercury</i> . Analiza jakościowa i ilościowa mieszaniny.	3

La3	Pomiar dyfraktometryczny. Przygotowanie monokryształu. Centrowanie. Wyznaczenie parametrów komórki elementarnej. Wykonanie pomiaru natężeń refleksów.	3
La4	Rozwiązanie problemu fazowego przy użyciu programu krystalograficznego <i>Shelxs</i> i plików z pomiaru dyfraktometrycznego. Interpretacja mapy E i określenie wzoru chemicznego badanego związku.	3
La5	Udokładnienie modelu kryształu i cząsteczki przy użyciu programu krystalograficznego <i>Shelxl</i> oraz analiza ilościowa uzyskanych wyników.	3
Suma godzin		<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	Wykład z prezentacją multimedialną oraz wykład z wykorzystaniem tablicy.
N2	Rozwiązywanie zadań oraz problemów krystalograficznych.
N3	Wykonanie pomiaru dyfraktometrycznego.
N4	Wykorzystanie oprogramowania krystalograficznego.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W05	egzamin końcowy
P (ćwiczenia)	PEK_U01, PEK_U02	kolokwium końcowe
F1 – F5 (laboratorium)	PEK_U03 – PEK_U05	kartkówki, sprawozdania
P (laboratorium) = (F1+F2+F3+F4+F5)/5		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [114] Z. Kosturkiewicz, *Metody krystalografii*, Wydaw. Naukowe UAM, 2000, 2004.  
 [115] P. Luger, *Rentgenografia strukturalna monokryształów*, PWN, Warszawa, 1989.  
 [116] Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, *Krystalografia*, PWN, Warszawa, 2007, 2008.  
 [117] *Modern Diffraction Methods*, E. J. Mittemeijer and U. Welzel Eds., Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2013.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] C. Giacovazzo, H. L. Monaco, G. Artioli, D. Viterbo, G. Ferraris, G. Gilli, G. Zanotti, M. Catti, *Fundamentals of crystallography*, C. Giacovazzo Ed., Oxford, 2002, 2011.  
 [2] *International Tables for Crystallography, Volume A*, Kluwer Academic Publishers,

1996; Springer, 2005.

[3] Instrukcje do ćwiczeń z krystalografii, pod redakcją Z. Ciunika, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1995, 1999.

[4] Wewnętrzne instrukcje do poszczególnych zajęć laboratoryjnych.

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**  
(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)  
**Prof. dr hab. Iłona Turowska-Tyrk**  
ilona.turowska-tyrk@pwr.edu.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
ZAAWANSOWANE METODY DYFRAKCYJNE  
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU  
INŻYNIERIA MATERIAŁOWA  
I SPECJALNOŚCI  
ZAAWANSOWANE MATERIAŁY FUNKCJONALNE**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza)</b> <b>PEK_W01</b>		C1	Wy1, Wy2, Wy8 – Wy11	N1
<b>PEK_W02</b>		C2	Wy3 – Wy15	N1
<b>PEK_W03</b>		C3	Wy6, Wy8 – Wy10	N1
<b>PEK_W04</b>		C4	Wy6, La1, La2, La4, La5	N1, N4
<b>PEK_W05</b>		C5	Wy1, Wy2, Wy8 – Wy11, Wy14	N1
<b>(umiejętności)</b> <b>PEK_U01</b>		C1	Wy1, Wy2, Ćw1 – Ćw3	N1, N2
<b>PEK_U02</b>		C3	Wy6, Ćw4	N1, N2
<b>PEK_U03</b>		C2 – C4	La3 – La5	N3, N4
<b>PEK_U04</b>		C2, C3	Ćw5, La2	N2, N4
<b>PEK_U05</b>		C4	La1, La2, La4, La5	N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej