



Politechnika Łódzka

Program studiów

Wydział:	Wydział Chemiczny
Kierunek:	Nanotechnologia
Poziom kształcenia:	studia pierwszego stopnia (inżynier)
Forma kształcenia:	studia stacjonarne
Rok akademicki:	2026/27

Spis treści

Informacje podstawowe	3
Efekty uczenia się (w odniesieniu do PRK)	4
Matryca modułów zajęć w odniesieniu do efektów uczenia się i treści programowych	6
ECTS - przedmioty	19
Wskaźniki ECTS	24
Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się	25
Praktyki zawodowe	26
Charakterystyka kierunku	27
Plan studiów	29

Informacje podstawowe

Nazwa kierunku studiów:	Nanotechnologia
Poziom studiów:	studia pierwszego stopnia (inżynier)
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Forma studiów:	studia stacjonarne
Czas trwania studiów (liczba semestrów):	7
Liczba ECTS konieczna do ukończenia studiów:	210
Łączna liczba godzin zajęć:	2700
Liczba punktów ECTS jaką student uzyskuje w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	108
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	inżynier
Kod ISCED:	0531
Język studiów:	polski

Przyporządkowanie kierunku do dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia się

Dyscyplina	Udział procentowy
Nauki chemiczne	100%

Efekty uczenia się (w odniesieniu do PRK)

Lp.	Kod efektu uczenia się	Treść efektu uczenia się	Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia PRK	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK z uwzględnieniem charakterystyk drugiego stopnia umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
1	1NAN1	Zna i rozumie w stopniu zaawansowanym zagadnienia z zakresu chemii, matematyki, fizyki przydatne do formułowania i rozwiązywania problemów technicznych z uwzględnieniem najnowszych trendów rozwojowych w obszarze nanotechnologii.	P6U_W	P6S_WG
2	1NAN2	Ma zaawansowaną i uporządkowaną teoretycznie wiedzę z zakresu nanonauki i nanotechnologii, zna powiązania z fizyką, chemią, inżynierią materiałów, biologią, a także jej zastosowania w gospodarce.	P6U_W	P6S_WG
3	1NAN3	Ma zaawansowaną i uporządkowaną teoretycznie wiedzę z zakresu metod, technik i narzędzi badawczych, w tym wspomaganych komputerowo, stosowanych w chemii, fizyce, nanonauce i nanotechnologii z uwzględnieniem zasad BHP, ergonomii, normalizacji oraz z zakresu analizy cyklu życia urządzeń, systemów i obiektów technicznych.	P6U_W	P6S_WG
4	1NAN4	Zna i rozumie społeczne, ekonomiczne, prawne i inne pozatechniczne uwarunkowania działalności inżynierskiej.	P6U_W	P6S_WK
5	1NAN5	Potrafi wyszukiwać informacje z zakresu nanotechnologii, chemii i technologii chemicznej z dostępnych źródeł (baz danych, literatury fachowej itp.) w języku polskim i obcym, posiada umiejętności językowe, zgodne z wymogami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P6U_U	P6S_UW, P6S_UK
6	1NAN6	Potrafi projektować materiały, urządzenia techniczne oraz procesy technologiczne wykorzystywane w nanotechnologii z zastosowaniem odpowiednich metod i narzędzi dostrzegając także aspekty pozatechniczne oraz krytycznie ocenia obecny stan techniki w obszarze nanotechnologii.	P6U_U	P6S_UW
7	1NAN7	Potrafi pracować w grupie pełniąc w niej różne role, a także planować i realizować własne uczenie się, również po zakończeniu studiów.	P6U_U	P6S_UO, P6S_UU
8	1NAN8	Potrafi planować, wykonywać eksperymenty, obliczenia, symulacje, krytycznie analizować otrzymywane wyniki, formułować wnioski i zalecenia.	P6U_U	P6S_UW
9	1NAN9	Ma świadomość ważności zawodu inżyniera, towarzyszących mu dylematów: naukowych, technicznych oraz pozatechnicznych: etycznych, prawnych, ekonomicznych i społecznych związanych z wykonywanym zawodem.	P6U_K	P6S_KK, P6S_KR

Lp.	Kod efektu uczenia się	Treść efektu uczenia się	Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia PRK	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK z uwzględnieniem charakterystyk drugiego stopnia umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
10	1NAN10	Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działań na rzecz środowiska społecznego, inicjowania przedsięwzięć w interesie publicznym oraz myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, z uwzględnieniem zasad etyki, zrównoważonego rozwoju i odpowiedzialności zawodowej w obszarze nanotechnologii i dziedzin pokrewnych.	P6U_K	P6S_KO

Matryca modułów zajęć w odniesieniu do efektów uczenia się i treści programowych

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
1	Matematyka I	Ciągi liczbowe, ich własności i granice. Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej. Granice funkcji. Pochodna i jej interpretacja geometryczna i fizyczna. Rachunek całkowy funkcji jednej zmiennej.	x							x		
2	Chemia ogólna i nieorganiczna I	Podstawowe pojęcia, prawa i modele opisujące budowę materii, atomu oraz zjawiska jądrowe. Struktura i właściwości związków chemicznych, rodzaje wiązań, układ okresowy pierwiastków oraz równowagi w roztworach. Mechanizmy reakcji chemicznych, obliczenia stechiometryczne i wykorzystanie procesów fizykochemicznych w kształtowaniu materiałów.	x							x		
3	Nanotechnologia i nanonauka	Historia i podstawy nanotechnologii oraz właściwości, klasyfikacje i metody wytwarzania nanomateriałów o różnej wymiarowości. Zastosowania nanostruktur w medycynie, biologii, elektronice, ochronie środowiska oraz rozwój nanomedycyny i modelowania komputerowego. Synteza i wykorzystanie nanokompozytów, nanomateriałów metalicznych i hybrydowych oraz ich rola w katalizie i analizie chemicznej.		x								
4	Technologie informatyczne	Podstawy obsługi komputera, sieci, bezpieczeństwa i pracy w Microsoft 365 oraz wykorzystanie specjalistycznego oprogramowania w obliczeniach i wizualizacji danych. Wprowadzenie do algorytmiki i programowania w Pythonie wraz z implementacją i diagnostyką algorytmów inżynierskich. Rozwijanie umiejętności wykonywania obliczeń i zadań inżynierskich w różnych środowiskach obliczeniowych.			x					x		
5	Matematyczne podstawy opracowania wyników	Błędy pomiarowe i statystyczny opis danych oraz podstawy rozkładów, estymacji i testowania hipotez. Regresja liniowa, nieliniowa i metody dopasowania wraz z analizą jakości modelu. Praktyczne opracowanie danych w arkuszach kalkulacyjnych i specjalistycznym oprogramowaniu.	x							x		
6	Sztuka studiowania	Struktura i zasady funkcjonowania szkolnictwa wyższego oraz organizacja studiów chemicznych na uczelni. Regulacje dotyczące przebiegu studiów, mobilności i pracy dyplomowej oraz narzędzia usprawniające naukę i prezentację. Rozwijanie umiejętności autoprezentacji, pracy umysłowej i przygotowania do specjalizacji.				x						
7	Ekologia i etyka środowiska	Podstawy ekologii i ewolucji obejmujące poziomy organizacji życia, adaptacje oraz funkcjonowanie populacji i ekosystemów. Cykle biogeochemiczne, biomy świata i zastosowania ekologii w ochronie środowiska oraz gospodarowaniu zasobami. Główne zagrożenia środowiskowe, nurty ekofilozofii i międzynarodowe strategie ochrony przyrody, w tym zrównoważony rozwój i system Natura 2000.				x						
8	Historia chemii i przemysłu chemicznego	Rozwój chemii od alchemii po naukę ścisłą oraz powstanie przemysłu chemicznego i kluczowych teorii atomistycznych. Kształtowanie nowoczesnych działów chemii, w tym chemii organicznej, koordynacyjnej, roztworów i jądrowej. Związki między chemią, ochroną środowiska i wpływem wojen na postęp naukowy.				x						
9	Matematyka II	Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Rachunek całkowy funkcji dwu zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne. Równania różniczkowe liniowe rzędu drugiego. Szeregi liczbowe i funkcyjne.	x							x		

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
10	Chemia ogólna i nieorganiczna II	Klasyfikacja i nazewnictwo związków nieorganicznych, ich budowa, właściwości, sposoby otrzymywania oraz reakcje utleniania i redukcji. Właściwości i zastosowania pierwiastków grup głównych i metali przejściowych, odmiany alotropowe, procesy przemysłowe oraz materiały stosowane w różnych gałęziach przemysłu. Równowaga jonowa, obliczenia pH, reakcje redoks i bilansowanie równań, obliczenia stechiometryczne dotyczące składu mieszanin i nadmiaru substratów.	x							x		
11	Fizyka	Podstawy mechaniki, elektromagnetyzmu i optyki obejmujące prawa ruchu, energii, pola grawitacyjnego, elektrostatycznego i magnetycznego oraz fale mechaniczne i elektromagnetyczne. Zasady zachowania, drgania, fale, równania Maxwella i zjawiska optyczne ilustrowane demonstracjami. Praktyczne metody pomiarowe w mechanice, optyce, elektryczności i magnetyzmie realizowane w zadaniach rachunkowych i laboratoryjnych.	x							x		
12	Sztuczna inteligencja i cyberbezpieczeństwo	Zagadnienia związane z AI i zastosowaniami, metodami sztucznej inteligencji wykorzystywanymi w analizie zagrożeń oraz automatyzacji procesów bezpieczeństwa. Identyfikacja podatności, modele ataków oraz zasady ochrony danych w systemach informatycznych. Projektowanie i ocena systemów wykorzystujących algorytmy AI do detekcji anomalii, monitorowania sieci oraz reagowania na incydenty bezpieczeństwa.			x					x		
13	Mechanika i wytrzymałość materiałów	Podstawy statyki oraz wytrzymałości materiałów obejmujące równowagę układów sił, naprężenia, odkształcenia i zjawiska zmęczeniowe wraz z metodami obliczeń konstrukcyjnych. Analiza zginania, ścinania, skręcania i wyboczenia oraz zastosowanie hipotez wytrzymałościowych. Praktyczne badania właściwości materiałów, w tym rozciągania, twardości, uderzenia, pełzania i relaksacji naprężeń.	x	x						x		
14	Język angielski B2 moduł I	I część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
15	Język angielski B2+ moduł I	I część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
16	Język angielski C1 moduł I	I część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
17	Język niemiecki B2 moduł I	I część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
18	Chemia organiczna	Elektronowa struktura atomów, hybrydyzacja i rodzaje wiązań determinujące budowę i stereochemię związków organicznych. Właściwości, nazewnictwo, reakcje i mechanizmy dla głównych grup funkcjonalnych, w tym alkanów, alkenów, halogenków, alkoholi, aldehydów, ketonów, kwasów, pochodnych kwasów i amin. Zastosowanie reguł strukturalnych i reaktywności do rozwiązywania problemów oraz planowania syntez organicznych.	x							x		

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
19	Chemia analityczna	Podstawy chemii analitycznej: rola, wielkości charakteryzujące metody, błędy analizy oraz statystyczna interpretacja wyników. Metody analityczne: alkacymetria, reakcje redoks, kompleksometria i reakcje strącaniowe wraz z mechanizmami i czynnikami wpływającymi na ich przebieg. Kryteria wyboru metod, źródła informacji naukowej, zastosowanie związków kompleksowych w analizie chemicznej oraz zasady cytowania.	x							x		
20	Projektowanie i grafika inżynierska	Elementy rysunku technicznego obejmujące zasady rzutowania, wymiarowania, przekrojów oraz tworzenia rysunków wykonawczych i złożeniowych. Standardy stosowane w schematach procesów technologicznych w chemii. Podstawy komputerowego wspomagania projektowania CAD w tworzeniu dokumentacji technicznej.			x							
21	Nanomateriały ceramiczne i metaliczne	Rodzaje surowców i materiałów ceramicznych, w tym nanosuwrowców, oraz ich właściwości, mikro- i nanostruktura i metody badań. Nanomateriały i nanokompozyty ceramiczne wraz z procesami zol-żel i technologiami wytwarzania. Otrzymywanie, właściwości i zastosowania szkła oraz ceramiki specjalistycznej, w tym ogniotrwałej i balistycznej.		x						x		
22	Polimery i materiały funkcjonalne	Podstawy chemii i nauki o polimerach obejmujące metody ich otrzymywania, strukturę, masę cząsteczkową, przejścia fazowe, sieciowanie, degradację i klasyfikację. Właściwości mechaniczne, reologiczne, termiczne, akustyczne, elektryczne i optyczne oraz rozwój polimerów funkcjonalnych i inteligentnych. Przetwórstwo, recykling i praktyczne techniki laboratoryjne obejmujące syntezę, identyfikację i przygotowanie mieszanin elastomerowych.	x	x						x		
23	Elektrotechnika z elementami elektroniki	Podstawy elektrotechniki i elektroniki obejmujące wielkości elektryczne, elementy obwodów oraz metody analizy układów prądu stałego i zmiennego. Zasada działania wybranych urządzeń elektrotechnicznych i elektronicznych oraz ich zastosowania w technice i życiu codziennym. Praktyczne ćwiczenia z montażu obwodów, pomiarów elektrycznych i obsługi aparatury laboratoryjnej.	x							x		
24	Język angielski B2 moduł II	II część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
25	Język angielski B2+ moduł II	II część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
26	Język angielski C1 moduł II	II część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
27	Język niemiecki B2 moduł II	II część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
28	Technologia syntezy i przetwórstwo polimerów	Reologiczne i mechaniczne właściwości polimerów, obejmujące przejścia fazowe, odkształcenia, lepko-sprężystość oraz warunki przetwórstwa i wzmacniania materiałów polimerowych. Technologiczne metody polimeryzacji i otrzymywania głównych grup polimerów oraz ich właściwości i zastosowania. Praktyczne badania relaksacji, pełzania, lepkości, wytłaczania i syntezy oraz analizy termicznej polimerów.		x						x		

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
29	Quality Management and Normalization	Zasady, cele i organizacja normalizacji oraz rodzaje norm i etapy ich tworzenia, wraz z ich praktycznym wyszukiwaniem i wykorzystaniem. Rozwój koncepcji jakości i systemów zarządzania, narzędzia jakości oraz filozofia TQM. Standardy ISO 9001, ISO 14001 i ISO 17025, proces wdrażania i certyfikacji oraz korzyści z funkcjonowania systemów jakości w organizacjach.				x	x	x				
30	Chemia fizyczna	Termodynamika i kinetyka chemiczna obejmujące opis struktury i stanów materii, funkcje stanu, równowagi fazowe i chemiczne, przewodnictwo elektrolitów oraz podstawy elektrochemii i procesów powierzchniowych. Zasady termodynamiki, właściwości roztworów idealnych i rzeczywistych, procesy transportu oraz podstawy spektroskopii molekularnej wykorzystywane do analizy przemian. Praktyczne obliczenia i pomiary kalorymetryczne, przewodnictwa, siły elektromotorycznej i kinetyki reakcji w układach o różnym stopniu złożoności.	x							x		
31	Analiza instrumentalna	Spektroskopia molekularna i atomowa obejmująca metody absorpcyjne, emisyjne, elektrochemiczne i chromatograficzne oraz ich podstawy teoretyczne, budowę aparatury i zastosowania analityczne. Zaawansowane techniki NMR, spektroskopii Ramana i spektrometrii mas wraz z interpretacją widm i wykorzystaniem w badaniu struktury, identyfikacji związków oraz analizie próbek środowiskowych. Praktyczne oznaczenia ilościowe i jakościowe metali, anionów i związków organicznych z wykorzystaniem UV-VIS, IR, NMR, MS, ICP-AES, AAS, woltamperometrii i HPLC.	x							x		
32	Nanomateriały polimerowe	Parametry charakteryzujące polimery. Metody otrzymywania. Struktura polimerów. Architektura polimerów. Polimery blokowe. Polimery gwiaździste. Szczotki molekularne. Materiały hybrydowe. Sieci polimerowe. Dendrymery. L: Synteza i właściwości różnego typu nanomateriałów polimerowych.		x						x		
33	Projektowanie wyrobów z materiałów polimerowych	Zasady projektowania materiałów polimerowych obejmujące analizę obciążenia, wskaźników wytrzymałościowych oraz kryteriów doboru pod kątem zmęczenia, zużycia i odporności środowiskowej. Porównanie polimerów i kompozytów z innymi materiałami, ograniczenia ich stosowania oraz typowe obszary aplikacji wspierane metodami modelowania i analizami wieloskalowymi. Dobór materiałów, dodatków, metody przetwórstwa i skali procesu z wykorzystaniem wykresów funkcjonalności, baz danych i narzędzi projektowych oraz analizą kosztów.		x				x				
34	Język angielski B2 moduł III	III część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
35	Język angielski B2+ moduł III	III część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
36	Język angielski C1 moduł III	III część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
37	Język niemiecki B2 moduł III	III część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
38	Fizyka ciała stałego	Podstawy fizyki ciała stałego obejmujące strukturę krystaliczną i amorficzną, rodzaje wiązań, dynamikę sieci oraz właściwości cieplne, przewodnictwo i teorię pasmową metali i półprzewodników. Zasady działania laserów, promieniowania i zjawisk fotoelektrycznych oraz charakterystyka przewodnictwa samoistnego, domieszkowego i złącz p-n. Właściwości makrocząsteczek i polimerów, determinujące strukturę, konformację, krystaliczność, temperaturę zeszklenia i topnienia oraz metody badania ich stanów fizycznych i morfologii.	x	x						x		
39	Inżynieria procesowa i technologie ochrony środowiska	Operacje jednostkowe obejmujące przepływ płynów, opadanie cząstek, mieszanie oraz przenoszenie ciepła i masy, w tym przewodzenie, konwekcję, promieniowanie, destylację, rektyfikację i suszenie. Badanie kinetyki suszenia, oporów przepływu, wnikanía ciepła i masy oraz procesów sedymentacji i rektyfikacji w zadaniach laboratoryjnych. Technologie ochrony środowiska oparte na zasadach zrównoważonego rozwoju, zielonej chemii, czystych procesach, ograniczaniu emisji i odpadów oraz analizie cyklu życia i najlepszych dostępnych technik BAT.	x							x		
40	Recykling materiałów	Klasyfikacja i katalog odpadów oraz zasady gospodarowania nimi wraz z wymaganiami dokumentacyjnymi i regulacjami prawnymi UE i krajowymi. Źródła i wykorzystanie surowców pierwotnych i wtórnych, w tym odzysk i utrata statusu odpadu oraz zagospodarowanie mineralnych materiałów odpadowych. Metody przetwarzania odpadów niebezpiecznych oraz zakres i techniki ich analizy.			x			x				
41	Język angielski B2 moduł IV	IV część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
42	Język angielski B2+ moduł IV	IV część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
43	Język angielski C1 moduł IV	IV część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
44	Język niemiecki B2 moduł IV	IV część lektoratu biznesowego z elementami języka branżowego; rozwijanie wszystkich umiejętności językowych; rozwijanie i doskonalenie umiejętności miękkich zorientowanych wokół przyszłego środowiska pracy absolwenta.					x					
45	English Technical Terminology and Chemical Scientific Information Sources	Słownictwo i definicje naukowe obejmujące prawa, symbole, skróty oraz nazewnictwo związków chemicznych i terminologię laboratoriów chemicznych i fizycznych. Terminologia procesów chemicznych, fizykochemicznych, fizycznych, technologicznych oraz związanych z nanotechnologią wraz z tłumaczeniem wybranych tekstów technicznych. Praktyczne wprowadzenie do korzystania z głównych baz danych naukowych i tworzenia własnych baz oraz bibliografii z wykorzystaniem narzędzi takich jak EndNote Web.					x					
46	English Scientific Terminology and Sources of Chemical Scientific Information	Praktyczne wprowadzenie do korzystania z anglojęzycznych baz danych, serwisów wydawniczych oraz narzędzi do budowania własnych bibliografii i baz literaturowych. Nauka terminologii chemicznej i technicznej dotyczącej struktury materii, materiałów oraz procesów wytwarzania ze szczególnym uwzględnieniem nanomateriałów i nanododatków. Rozwijanie umiejętności pisania i tłumaczenia tekstów naukowych w języku angielskim, w tym abstraktów, raportów i opisów wyników badań.					x					

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
47	Polimerowe materiały i nanomateriały inżynierskie	Nanomateriały i nanonapełniacze stosowane w przemyśle polimerowym oraz ich wpływ na właściwości, strukturę i funkcjonalność nanokompozytów i biokompozytów, ze szczególnym uwzględnieniem odmian strukturalnych. Procesy otrzymywania nanokompozytów, także z recyklatów polimerowych i odpadów gumowych, oraz zjawiska starzenia, degradacji i stabilizacji materiałów polimerowych. Metody badania struktury i właściwości nanomateriałów i nanokompozytów wraz z analizą dynamicznych i powierzchniowych cech wybranych układów.	x	x						x		
48	Chemia i technologia radiacyjna polimerów	Podstawy oddziaływania promieniowania jonizującego z materią obejmujące dozymetrię promieniowania gamma i elektronowego oraz ich zastosowanie do oceny dawek i strumieni w układach laboratoryjnych. Radiacyjne sieciowanie polimerów wykorzystywane do modyfikacji ich właściwości użytkowych oraz kontrolowana degradacja radiacyjna materiałów polimerowych. Demonstracyjne ćwiczenia laboratoryjne pozwalające obserwować efekty napromieniania i analizować zmiany fizykochemiczne w strukturze polimerów.										
49	Fizykochemia powierzchni i roztworów polimerowych	Klasyfikacja makrocząsteczek, konformacja i konfiguracja, taktyczność, izomeria cis-trans oraz ciężary cząsteczkowe i ich rozkłady. Oddziaływania międzycząsteczkowe: elektrostatyczne, dipolowe, dyspersyjne, hydrofobowe i wiązania wodorowe. Wymiary makrocząsteczki, statystyka giętkiego łańcucha, łańcuch perystentny, długość segmentu, objętość wyłączona i podstawowe modele łańcuchów. Roztwory polimerów w zakresie rozcieńczonym, semirozcieńczonym i stężonym, współczynnik ekspansji, blob i skalowanie de Gennes'a. Mieszanie polimerów: entalpia i entropia, model kratowy, równanie Flory'ego-Hugginsa, parametr rozpuszczalności, wykresy fazowe. Frakcjonowanie polimerów, lepkość roztworów, liczba lepkościowa, równanie Marka-Houwinka, model kuli równoważnej i równanie Flory'ego. Dyfuzja makrocząsteczek i pomiary współczynników. Rozpraszanie światła metodą Zimma, Rayleigh-Debye oraz metody statyczne i dynamiczne. Roztwory polielektrolitów, zjawiska elektrokinetyczne, równanie Donnana i kondensacja przeciwjonów Manninga, koloidy asocjacyjne oraz micelizacja. Opis molekularny i termodynamiczny powierzchni, napięcie i energia powierzchniowa, zwilżanie i kąt zwilżania, struktura krystalograficzna i defekty powierzchni. Adsorpcja fizyczna i chemiczna, termodynamiczny opis adsorpcji, izoterma Langmuira, adsorpcja wielowarstwowa BET, ciepło adsorpcji i kondensacja kapilarna. Oddziaływania powierzchnia-cząstka i warstwa podwójna. Metody analityczne: LEED, UV PES, ESCA/XPS, Auger, RBS, TPD, IR, HREELS, ToF-SIMS oraz mikroskopia skaningowa.	x	x				x	x	x		
50	Podstawy fotochemii i fotofizyki	Fizyczne i chemiczne skutki absorpcji światła w kontekście budowy orbitali, konfiguracji elektronowej oraz możliwych stanów elektronowych cząsteczek, przejścia promieniste, jak i bezpromieniste. Mechanizmy wygaszania stanów wzbudzonych, zasady kinetyki reakcji fotochemicznych oraz typowa aparatura stosowana w fotochemii. Rakecje fotoizomeryzacji, przegrupowania i fotoenolizacji, podstawy fotokatalizy, fotobiologii i fizyki ciała stałego, ze szczególnym uwzględnieniem stanów elektronowych w kryształach i struktury pasmowej. Elementy fizyki statystycznej, zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne, zjawisko Comptona, właściwości optyczne ciał stałych wraz z interpretacją pasm absorpcji oraz procesy fotogeneracji nośników ładunku, fotoprzewodnictwo i efekt fotowoltaiczny. Podstawy optyki nieliniowej, fotochromizmu i holografii. Aktynometria, reakcje fotoizomeryzacji i fotoredukcji, badania elektroluminescencji na złączach p-n, analiza widmowa diod świecących oraz doświadczenia dotyczące fotoprzewodnictwa i fotogeneracji.	x	x				x	x	x		

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
51	Techniki i technologie przetwórstwa, podstawy konstrukcji maszyn	Wprowadzenie do podstawowych procesów i metod przetwórstwa materiałów oraz zasad funkcjonowania urządzeń stosowanych w inżynierii produkcji. Omówienie kluczowych elementów budowy maszyn, ich działania i doboru pod kątem realizacji procesów technologicznych. Rozwijanie rozumienia zależności między właściwościami materiałów, parametrami pracy urządzeń i efektywnością procesów przetwórczych.	x	x				x	x	x		
52	Modyfikacja i inżynieria powierzchni	Wprowadzenie do procesów kształtowania właściwości warstw powierzchniowych materiałów oraz metod ich modyfikacji z wykorzystaniem technik fizycznych i chemicznych. Omówienie czynników wpływających na strukturę, adhezję, stabilność i funkcjonalność powierzchni w zastosowaniach technicznych. Rozwijanie umiejętności doboru podstawowych metod inżynierii powierzchni w zależności od rodzaju materiału i wymaganych parametrów eksploatacyjnych.	x	x				x	x	x		
53	Techniki symulacyjne i obliczeniowe w chemii i nanotechnologii	Eksperyment komputerowy w chemii obejmujący tworzenie modeli i opis układów rzeczywistych, wybór metod numerycznych oraz ocenę dokładności i błędów w symulacjach. Symulacje molekularne oparte na polach siłowych, dynamice molekularnej, metodach Monte Carlo i technikach stochastycznych wraz z analizą wyznaczanych wielkości i ich wizualizacją. Praktyczne wykorzystanie oprogramowania do symulacji i opracowanie projektu rozwiązującego wybrany problem obliczeniowy.			x			x				
54	Moduł sumatywny	Interdyscyplinarna realizacja zadania projektowego wymagająca wykorzystania wiedzy i umiejętności zdobytych podczas studiów z nanotechnologii oraz znajomości zasad zarządzania projektami, normalizacji i analizy cyklu życia. Praca zespołowa umożliwiająca rozwiązanie złożonego problemu inżynierskiego poprzez integrację zagadnień materiałowych, technologicznych i środowiskowych. Projekt stanowiący narzędzie weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się przewidzianych w programie studiów.										
55	Polimery inteligentne	Inteligentne materiały polimerowe obejmujące polimery piezoelektryczne, fotochemiczne, magnetyczne oraz systemy z pamięcią kształtu i przewodnictwem elektrycznym wraz z zasadami ich działania. Technologie wytwarzania takich materiałów oraz ich wykorzystanie jako sensorów i elementów reagujących na bodźce termiczne, świetlne lub mechaniczne. Badanie właściwości termoelastoplastów z pamięcią kształtu, polimerów termochromowych i fotochromowych w praktycznych ćwiczeniach laboratoryjnych.		x						x		
56	Nanocząstki a środowisko	Zagadnienia prawne ochrony środowiska dotyczące ryzyka związanego z uwalnianiem nanocząstek do ekosystemów oraz oceną ich ekotoksyczności i wpływu na organizmy żywe. Nanotechnologie wykorzystywane w monitoringu, diagnozowaniu i remediacji środowiska oraz ich znaczenie w kontekście zrównoważonego rozwoju przyszłych pokoleń. Opracowanie przez studentów wybranych tematów na podstawie literatury specjalistycznej jako rozwinięcie treści wykładowych.		x						x		
57	Zastosowanie ultradźwięków w nanotechnologii	Ultradźwięki jako narzędzie chemiczne i fizykochemiczne obejmujące generowanie fal, ich oddziaływanie z materią oraz mechanizmy i efekty kawitacji prowadzące do reakcji sonochemicznych. Zastosowania ultradźwięków w syntezie i modyfikacji polimerów, nanożeli i nanomateriałów oraz w badaniach właściwości materiałów, defektoskopii i mikroskopii ultradźwiękowej. Praktyczne ćwiczenia obejmujące obsługę reaktora ultradźwiękowego, polimeryzację i syntezę nanocząstek oraz nanożeli, z uwzględnieniem zasad BHP pracy z ultradźwiękami.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
58	Polimerowe nanomateriały przewodzące	Przewodnictwo elektryczne w materiałach polimerowych obejmujące teorię pasmową, różnice między przewodnikami, półprzewodnikami i izolatorami oraz rozwój polimerów przewodzących i ich zastosowań. Mechanizmy transportu ładunku, teoria perkolacji i rola kompozytów oraz nanokompozytów z fazą organiczną lub nieorganiczną, wraz z metodami ich otrzymywania i wykorzystaniem w elektronice. Praktyczne badania przewodnictwa cienkich warstw, zjawiska perkolacji i wyznaczania progu perkolacji w kompozytach polimerowych o różnym stopniu napełnienia.		x						x		
59	Nanonapełniacze i nanokompozyty	Podstawowe pojęcia nanotechnologii, nanonapełniacze oraz nanokompozytów. Rodzaje nanonapełniaczy. Struktura i właściwości nanonapełniaczy. Typy nanokompozytów. Rodzaje polimerów stosowanych w nanokompozytach. Metody otrzymywania. Właściwości nanokompozytów. Zastosowanie nanokompozytów. L: Synteza i badanie podstawowych właściwości nanonapełniaczy.		x						x		
60	Materiały polimerowe w budownictwie	Podstawowe właściwości materiałów polimerowych i ich znaczenie w zastosowaniach z zakresu budownictwa. Najważniejsze tworzywa termoplastyczne oraz chemo- i termoutwardzalne, ich otrzymywanie, przetwórstwo i zastosowanie w konstrukcjach budowlanych: polietylen, polipropylen, poliizobutylen, polistyren, poli(chlorek winylu), homopolimery dienów sprzężonych, poli(metakrylan metylu), poli(octan winylu), poliestry, poliwęglany, poliamidy, poliuretany; nienasycone żywice poliestrowe, żywice epoksydowe, żywice fenolowo-formaldehidowe, aminoplasty; polimery krzemooorganiczne. Główne kierunki zastosowań tworzyw sztucznych w konstrukcjach budowlanych: materiały ściennie i podłogowe, materiały pokryw dachowych; materiały uszczelniające i termoizolacyjne; folie i membrany; kleje, materiały malarskie i powłokowe - wykańczanie powierzchni budynków i ich zabezpieczanie przed działaniem wody i czynników agresywnych; laminaty i kompozyty; polimerobetony; rury i kształtki do instalacji sanitarnych.		x						x		
61	Nanokompozyty hybrydowe	Właściwości elektronowe atomów, ciał stałych i nanocząstek oraz metody wytwarzania nieorganicznych materiałów nanometrycznych i techniki ich charakteryzowania, ze szczególnym uwzględnieniem funkcjonalizacji powierzchni. Hybrydowe nanokompozyty organiczno-nieorganiczne obejmujące klasyfikację, zasady syntezy oraz analizę ich właściwości elektrycznych i magnetycznych wraz z potencjalnymi zastosowaniami. Praktyczne ćwiczenia dotyczące otrzymywania warstw i „szczołek” tlenkowych, badań termo-optycznych oraz syntezy nanokompozytów do modyfikacji powierzchni szkła.		x						x		
62	Chemia supramolekularna	Podstawy chemii supramolekularnej obejmujące koncepcję oddziaływań słabych, samoorganizację i rozpoznanie molekularne oraz rolę receptorów w wiązaniu kationów, anionów i cząsteczek obojętnych. Efekt templatowy, reaktywność i kataliza supramolekularna oraz rozwój urządzeń molekularnych i kierunki rozwoju tej dziedziny. Praktyczne zapoznanie z syntezą i badaniem kompleksów typu gość-gospodarz o potencjalnych właściwościach biologicznych.		x						x		

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
63	Podstawy krystalografii	Podstawy krystalografii obejmujące definicję kryształu, sieci przestrzenne, elementy symetrii, układy krystalograficzne, komórki Bravais'ego i grupy przestrzenne oraz procesy krystalizacji i metody otrzymywania kryształów. Dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego, równania Lauego i Braggów, konstrukcja Ewalda oraz czynniki wpływające na intensywność refleksów stosowane do analizy fazowej, określania wielkości kryształitów, stopnia krystaliczności i parametrów komórki. Nowoczesne techniki badań materiałów, w tym analiza warstw cienkich i struktur polimerowych, uzupełniane ćwiczeniami z symetrii, analizy fazowej i wskaźnikowania dyfraktogramów.		x						x		
64	Podstawy biochemii	Skład chemiczny organizmów obejmujący budowę i funkcje aminokwasów, białek, enzymów oraz kwasów nukleinowych, wraz z mechanizmami replikacji DNA i biosyntezy białka. Podstawy metabolizmu dotyczące węglowodanów, lipidów, ich przemian energetycznych oraz organizacji procesów metabolicznych. Praktyczne techniki laboratoryjne obejmujące oznaczanie białek, izolację barwników roślinnych i ekstrakcję DNA.		x						x		
65	Polimery w medycynie	Nauka o biomateriałach obejmująca historię, klasyfikację, właściwości i biokompatybilność materiałów medycznych oraz charakterystykę metali, ceramiki, szkła organicznego i polimerów, w tym hydrożeli, kopolimerów i polimerów biodegradowalnych. Właściwości powierzchni biomateriałów, techniki ich badania, metody modyfikacji oraz zastosowania w inżynierii tkankowej i systemach kontrolowanego uwalniania leków, wraz z zasadami sterylizacji i radiacyjną inżynierią biomateriałową. Praktyczne wytwarzanie biodegradowalnych matryc, hydrożeli i otoczek polimerowych oraz enkapsulacja substancji bioaktywnych, wspierane wizytą w firmie biomateriałowej.		x						x		
66	Technologia cienkich warstw	Metody wytwarzania cienkich warstw obejmujące techniki fizyczne i chemiczne w fazie gazowej oraz ciekłej, takie jak naparowywanie próżniowe, rozpylanie jonowe i katodowe, CVD oraz metody nanoszenia roztworów: spin-coating, dip-coating, drop-casting, LB i druk atramentowy. Kryteria doboru technologii w zależności od rodzaju materiału, wymaganej grubości, jakości powierzchni i zastosowania oraz techniki pomiaru grubości cienkich warstw. Praktyczne wytwarzanie i analiza warstw polimerowych, metalicznych i dielektrycznych obejmujące powlekanie, pomiary spektrofotometryczne, określanie grubości, chropowatości i własności optycznych.		x						x		
67	Polimery w transporcie i motoryzacji	Polimerowe materiały konstrukcyjne stosowane w motoryzacji, lotnictwie i kolejnictwie wraz z ich właściwościami, metodami identyfikacji oraz zasadami projektowania elementów obciążanych mechanicznie. Kryteria doboru materiałów obejmujące zwilżalność, adhezję, tarcie, odporność na ścieranie, temperaturę i czynniki chemiczne oraz zastosowanie technik spektroskopowych i badań eksploatacyjnych. Praktyczne badania właściwości polimerów konstrukcyjnych obejmujące tarcie, zmęczenie, pęcznienie i stabilność termiczną.	x	x						x		
68	Nanocząstki, dyspersje i żełe polimerowe	Układy polimerowe o znacznym stopniu rozproszenia obejmujące nano- i mikrocząstki, żełe, emulsje, koloidy i agregaty polimerowe oraz metody ich otrzymywania, w tym polimeryzację i sieciowanie w emulsji, roztworze, bloku oraz techniki fotochemiczne, radiacyjne i sonochemiczne. Charakterystyka struktur jednorodnych i niejednorodnych, cząstek typu core-shell, mikrokapsulek, systemów reagujących na bodźce oraz ich właściwości i interakcje z materiałami syntetycznymi i układami biologicznymi. Zastosowania nano- i mikrocząstek oraz żeł polimerowych w optyce, medycynie, biologii, kosmetyce, inżynierii materiałowej i procesowej, uzupełnione praktycznymi ćwiczeniami dotyczącymi syntezy, kompleksowania, pęcznienia i badania inteligentnych hydrożeli.										

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
69	Eksploatacja z elementami tribologii	Teorie tarcia i zużycia obejmujące prawa tarcia, klasyfikację mechanizmów zużycia i charakterystykę węzłów tarcia w maszynach oraz metody ich diagnostyki i smarowania. Zasady doboru i działania środków smarnych oparte na krzywej Stribeck, trwałości, niezawodności i prognozowaniu czasu eksploatacji elementów. Badania wpływu obciążenia, prędkości, geometrii, smarowania i degradacji na właściwości tribologiczne oraz analiza powierzchni i produktów zużycia.	x	x						x		
70	Polimery skoniugowane	Polimery skoniugowane obejmujące budowę i właściwości łańcuchów π -sprzężonych, mechanizmy ich polimeryzacji, metody modyfikacji oraz zasady transportu ładunku z udziałem solitonów, polaronów i bipolaronów. Zjawiska domieszkowania, fotofizyki i fotoelektrochemii determinujące przewodnictwo i stabilność materiałów oraz przegląd głównych przedstawicieli, takich jak poliacetylen, polipirol, polianilina czy politiofeny. Zastosowania w elektronice organicznej, sensorach, fotowoltaice i diodach elektroluminescencyjnych, uzupełnione pracą projektową nad doбором polimeru skoniugowanego do wybranego zastosowania.	x	x						x		
71	Materiały i nanomateriały kosmetyczne	Budowa, fizjologia i biochemia skóry determinujące przenikanie leków i kosmetyków oraz rolę surowców nieorganicznych, lipidów, silikonów, alkoholi wielowodorotlenowych i liposomów w formułacjach kosmetycznych. Technologie wytwarzania emulsji, stabilizacja układów, zastosowanie antyoksydantów, konserwantów, filtrów UV oraz składników dezodorantów, antyperspirantów i preparatów do pielęgnacji zębów i włosów, w tym farb i środków stylizujących. Praktyczne wytwarzanie kremów, preparatów do pielęgnacji włosów oraz produktów do pielęgnacji warg z oceną ich funkcjonalności.	x	x						x		
72	Podstawy adsorpcji i katalizy	Zjawiska adsorpcji fizycznej i chemisorpcji na granicy faz oraz modele ich opisu, takie jak równanie Henry'ego, Langmuira i BET, wraz z metodami wyznaczania powierzchni właściwej i klasyfikacją adsorbentów stosowanych przemysłowo. Podstawy katalizy heterogennej obejmujące znaczenie katalizy, aktywność i selektywność, rolę nośnika oraz teorie opisujące działanie centrów aktywnych. Praktyczne badania aktywności i właściwości katalizatorów z wykorzystaniem metod BET, TOF-SIMS i SEM-EDS oraz analizą ich morfologii i charakterystyk powierzchniowych.										
73	Elementy biologii i medycyny	Chemiczne podstawy życia obejmujące rolę mikro- i makroelementów, gospodarkę wodno-elektrolitową oraz funkcjonowanie komórki zwierzęcej jako jednostki strukturalnej organizmu. Budowa i fizjologia układów człowieka, mechanizmy odporności nieswoistej i swoistej oraz reakcje organizmu na sztuczne struktury istotne w kontekście nanotechnologii i biomateriałów. Praktyczne przygotowanie do pracy biologicznej poprzez hodowle komórkowe, liczenie komórek oraz testy oceny cytotoksyczności i żywotności po kontakcie z materiałami.	x	x						x		
74	Chemia – inżynieria przyszłości	Nowe osiągnięcia chemii – maszyny molekularne, projektowanie układów o zróżnicowanych właściwościach z jednego typu atomów. Hierarchiczność i nanomateriały – wykorzystanie struktur hierarchicznych do tworzenia cząstek o określonych cechach, zastosowania nanomateriałów. Wyzwania współczesnej chemii – rola w zrównoważonym rozwoju i technologii 5.0.	x	x						x		

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
75	Metody badań nanomateriałów inżynierskich	Materiały inżynierskie i ich nanostrukturalne odmiany obejmujące klasyfikację, strukturę oraz właściwości nanomateriałów polimerowych wraz z technikami ich charakteryzowania, takimi jak mikroskopia, rentgenografia, spektroskopia i analiza wielkości cząstek. Wpływ nanomateriałów na cechy mechaniczne, termiczne i barierowe kompozytów oraz metody badania zmian zachodzących w strukturze i właściwościach podczas starzenia. Praktyczne zastosowanie metod TGA, DSC, spektroskopii, DLS oraz badań wytrzymałościowych i granulometrycznych do analizy nanokompozytów, nanowłókien i nanonapełniaczy.			x					x		
76	Metody badań nanomateriałów funkcjonalnych	Wprowadzenie do zasad działania wybranych technik analitycznych oraz ich zastosowań w nanotechnologii ze szczególnym uwzględnieniem spektroskopii UV-VIS, Ramana, IR, 1H HR MAS i metod dielektrycznych. Praktyka laboratoryjna oparta na przygotowaniu próbek, tworzeniu krzywych wzorcowych oraz ocenie możliwości i ograniczeń technik służących badaniu nanowarstw, struktur krystalicznych, właściwości optycznych i procesów chemisorpcji. Analiza problemów związanych z nanomateriałami przy użyciu XRD, DLS/SLS, SEM oraz metod pomiaru parametrów elektrycznych cienkich warstw.			x					x		
77	Projekt przeddyplomowy A - nanomateriały w katalizie i ochronie środowiska	Projekt obejmuje samodzielne opracowanie zagadnienia związanego z wykorzystaniem nanomateriałów w procesach katalitycznych oraz w rozwiązaniach ukierunkowanych na ochronę środowiska, obejmujące analizę podstaw teoretycznych, dobór metod badawczych lub analitycznych, wykonanie niezbędnych badań oraz opracowanie, interpretację i prezentację wyników w kontekście przyjętych założeń projektowych.		x	x		x	x	x	x		
78	Projekt przeddyplomowy B - fizykochemiczne i medyczne aspekty nanotechnologii	Projekt obejmuje samodzielne opracowanie zagadnienia dotyczącego fizykochemicznych i medycznych aspektów nanotechnologii, obejmujące analizę podstaw teoretycznych, dobór odpowiednich metod badawczych lub analitycznych, wykonanie niezbędnych badań oraz opracowanie, interpretację i prezentację wyników w odniesieniu do założeń projektowych i charakteru wybranego problemu.										
79	Projekt przeddyplomowy C - synteza i technologia materiałów polimerowych i kompozytowych	Projekt obejmuje samodzielne opracowanie zagadnienia dotyczącego syntezy oraz technologii materiałów polimerowych i kompozytowych, obejmujące analizę podstaw teoretycznych, dobór właściwych metod badawczych lub analitycznych, wykonanie niezbędnych badań oraz opracowanie, interpretację i prezentację uzyskanych wyników w odniesieniu do założeń projektowych i specyfiki wybranego problemu materiałowego.		x	x		x	x	x	x		
80	Projekt przeddyplomowy D - nanoustrukturyzowane materiały polimerowe i kompozytowe	Projekt obejmuje samodzielne opracowanie zagadnienia dotyczącego właściwości, struktury lub technologii nanoustrukturyzowanych materiałów polimerowych i kompozytowych, obejmujące analizę podstaw teoretycznych, dobór odpowiednich metod badawczych lub analitycznych, wykonanie niezbędnych badań oraz opracowanie, interpretację i prezentację wyników w odniesieniu do założeń projektowych i charakteru analizowanego układu materiałowego.		x	x		x	x	x	x		
81	Studenckie praktyki zawodowe	Zapoznanie ze strukturą organizacyjną, zasadami gospodarki materiałowej, kontrolą produkcji, BHP i zarządzaniem środowiskowym w przedsiębiorstwach oraz instytucjach naukowych. Poznanie automatyzacji procesów, pracy laboratoriów, aparatury, norm, technologii oraz obowiązków technologów i kierowników zespołów badawczych. Rozwiązywanie problemów pod kierunkiem opiekuna praktyk oraz budowanie kontaktów zawodowych wspierających przyszłe zatrudnienie.				x					x	x

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
82	Aspekty prawne i organizacyjne pracy zawodowej	Podstawowe zagadnienia dotyczące prawa pracy, zasad zatrudnienia, bezpieczeństwa i higieny pracy oraz funkcjonowania instytucji i mechanizmów regulujących relacje pracownik-pracodawca, elementy przedsiębiorczości obejmujące formy prowadzenia działalności, dokumentację rejestrową, finansowanie, obowiązki sprawozdawcze, zasady zarządzania oraz podstawy komunikacji w środowisku zawodowym, fundamenty własności intelektualnej i prawa autorskiego, w tym ochrona krajowa i międzynarodowa, prawa majątkowe i osobiste, zasady korzystania z utworów, problematyka plagiatów, rola centrów transferu technologii i procesy komercjalizacji wyników badań.				x					x	x
83	Projekt interdyscyplinarny	Samodzielne opracowanie projektu w małej grupie z wykorzystaniem konsultacji z opiekunem oraz stosowaniem metodyk Design Thinking, Flipped Learning i Problem Based Learning. Twórcze rozwiązywanie problemu poprzez analizę potrzeb, generowanie pomysłów i prototypowanie w oparciu o zasady pracy projektowej. Rozwijanie współpracy zespołowej, krytycznego myślenia i odpowiedzialności za finalny rezultat.										
84	Nanomateriały i nanotechnologie polimerowe	Nanostrukturalne materiały polimerowe i nanonapełniacze stosowane w celu poprawy właściwości mechanicznych, barierowych, eksploatacyjnych oraz przewodzących w kompozytach konstrukcyjnych, gumowych, lotniczych i elektronicznych. Projektowanie nowoczesnych nanokompozytów, w tym biopolimerów, kompozytów z recyklatów oraz materiałów powłokotwórczych o podwyższonej odporności, w oparciu o zasady zrównoważonego rozwoju, LCA i ocenę śladu węglowego. Badanie właściwości elastomerów, biokompozytów, powłok antygraffiti i procesów kompostowania kompozytów w oparciu o techniki analityczne i testy laboratoryjne.		x						x		
85	Optoelektronika molekularna	Elektronowa struktura cząsteczek i makrocząsteczek organicznych, obejmująca orbitale HOMO-LUMO, stany wzbudzone, ekscytyny i mechanizmy transportu ładunku w układach π -sprzężonych oraz strukturach supramolekularnych, takich jak grafen, fulereny i nanorurki. Fotofizyczne i elektryczne procesy zachodzące w przewodzących, fotoprzewodzących i elektroluminescencyjnych materiałach organicznych, determinujące działanie baterii słonecznych, diod OLED i tranzystorów polowych. Badania laboratoryjne przewodnictwa cienkich warstw, fotoprzewodnictwa i właściwości organicznych urządzeń optoelektronicznych, z analizą wydajności, stabilności i czasu życia.		x						x		
86	Nanomateriały i nanotechnologie w medycynie	Nanomedycyna obejmująca rodzaje, właściwości i funkcje nanocząstek, nanożeli, dendrymerów i liposomów stosowanych jako nośniki leków, systemy diagnostyczne i elementy inżynierii tkankowej oraz ich interakcje z barierami biologicznymi. Projektowanie materiałów polimerowych i hybrydowych do terapii, diagnostyki, implantologii i nanochirurgii z uwzględnieniem powierzchni, selektywności, reaktywności biologicznej i potencjalnych zagrożeń. Badania nad syntezą funkcjonalnych nanostruktur, warstw termoczułych oraz analizą ich właściwości w kontekście nowoczesnych metod terapeutycznych i przyszłych nanorobotów medycznych.										
87	Nanokataliza i nanokatalizatory	Skład i funkcje nanokatalizatorów oparte na nanocząstkach koloidalnych, nośnikach tlenkowych i węglowych oraz metodach ich preparatyki i stabilizacji surfaktantami. Charakterystyka struktury i powierzchni właściwej katalizatorów heterogenicznych, obejmująca układy mono- i bimetaliczne oraz materiały nanoporowate. Analiza mechanizmów reakcji katalitycznych z udziałem nanokatalizatorów oraz praktyczne badania związane z ich otrzymywaniem i charakteryzowaniem.		x						x		

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	1NAN1	1NAN2	1NAN3	1NAN4	1NAN5	1NAN6	1NAN7	1NAN8	1NAN9	1NAN10
88	Pracownia inżynierska	Indywidualna realizacja zajęć w laboratoriach naukowych opiekunów prac inżynierskich. Przeprowadzanie eksperymentów związanych z tematyką pracy dyplomowej. Analiza uzyskanych wyników badań.										
89	Praca inżynierska	Struktura pracy dyplomowej obejmuje określenie celu, zakresu i uzasadnienia tematyki, przedstawienie podstaw teoretycznych oraz realizację części badawczej lub analitycznej, w której student samodzielnie rozwija wybrane zagadnienie o charakterze eksperymentalnym bądź obliczeniowym z wykorzystaniem odpowiednich metod i narzędzi, a całość kończy opracowaniem i interpretacją uzyskanych wyników w odniesieniu do założeń pracy, przedstawieniem wniosków oraz przygotowaniem uporządkowanej bibliografii.										

ECTS - przedmioty

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
1	Matematyka I	8				
2	Chemia ogólna i nieorganiczna I	6			6	
3	Nanotechnologia i nanonauka	4			4	
4	Technologie informatyczne	4			4	
5	Matematyczne podstawy opracowania wyników	4			4	
6	Sztuka studiowania	2	2			
7	Ekologia i etyka środowiska	2	2	2		
8	Historia chemii i przemysłu chemicznego	2	2	2		
9	Matematyka II	6				
10	Chemia ogólna i nieorganiczna II	7			7	
11	Fizyka	8			8	
12	Sztuczna inteligencja i cyberbezpieczeństwo	3			3	
13	Mechanika i wytrzymałość materiałów	4			4	
14	Język angielski B2 moduł I	2		2		
15	Język angielski B2+ moduł I	2		2		
16	Język angielski C1 moduł I	2		2		
17	Język niemiecki B2 moduł I	2		2		
18	Chemia organiczna	10			10	
19	Chemia analityczna	5			5	
20	Projektowanie i grafika inżynierska	2				

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
21	Nanomateriały ceramiczne i metaliczne	4			4	
22	Polimery i materiały funkcjonalne	4			4	
23	Elektrotechnika z elementami elektroniki	3			3	
24	Język angielski B2 moduł II	2		2		
25	Język angielski B2+ moduł II	2		2		
26	Język angielski C1 moduł II	2		2		
27	Język niemiecki B2 moduł II	2		2		
28	Technologia syntezy i przetwórstwo polimerów	7			7	
29	Quality Management and Normalization	2				2
30	Chemia fizyczna	9			9	
31	Analiza instrumentalna	4			4	
32	Nanomateriały polimerowe	3			3	
33	Projektowanie wyrobów z materiałów polimerowych	3			3	
34	Język angielski B2 moduł III	2		2		
35	Język angielski B2+ moduł III	2		2		
36	Język angielski C1 moduł III	2		2		
37	Język niemiecki B2 moduł III	2		2		
38	Fizyka ciała stałego	7			7	
39	Inżynieria procesowa i technologie ochrony środowiska	3			3	
40	Recykling materiałów	2			2	
41	Język angielski B2 moduł IV	3		3		

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
42	Język angielski B2+ moduł IV	3		3		
43	Język angielski C1 moduł IV	3		3		
44	Język niemiecki B2 moduł IV	3		3		
45	English Technical Terminology and Chemical Scientific Information Sources	3		3		3
46	English Scientific Terminology and Sources of Chemical Scientific Information	3		3		3
47	Polimerowe materiały i nanomateriały inżynierskie	2		2	2	
48	Chemia i technologia radiacyjna polimerów	2		2	2	
49	Fizykochemia powierzchni i roztworów polimerowych	7			7	
50	Podstawy fotochemii i fotofizyki	3			3	
51	Techniki i technologie przetwórstwa, podstawy konstrukcji maszyn	7			7	
52	Modyfikacja i inżynieria powierzchni	3			3	
53	Techniki symulacyjne i obliczeniowe w chemii i nanotechnologii	2			2	
54	Moduł sumatywny	8		8	8	
55	Polimery inteligentne	2		2	2	
56	Nanocząstki a środowisko	2		2	2	
57	Zastosowanie ultradźwięków w nanotechnologii	2		2	2	
58	Polimerowe nanomateriały przewodzące	2		2	2	
59	Nanonapełniacze i nanokompozyty	4		4	4	
60	Materiały polimerowe w budownictwie	4		4	4	
61	Nanokompozyty hybrydowe	4		4	4	
62	Chemia supramolekularna	4		4	4	

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
63	Podstawy krystalografii	4		4	4	
64	Podstawy biochemii	4		4	4	
65	Polimery w medycynie	4		4	4	
66	Technologia cienkich warstw	4		4	4	
67	Polimery w transporcie i motoryzacji	2		2	2	
68	Nanocząstki, dyspersje i żele polimerowe	2		2	2	
69	Eksploatacja z elementami tribologii	2		2	2	
70	Polimery skoniugowane	2		2	2	
71	Materiały i nanomateriały kosmetyczne	2		2	2	
72	Podstawy adsorpcji i katalizy	2		2	2	
73	Elementy biologii i medycyny	2		2	2	
74	Chemia – inżynieria przyszłości	2		2	2	
75	Metody badań nanomateriałów inżynierskich	5		5	5	
76	Metody badań nanomateriałów funkcjonalnych	5		5	5	
77	Projekt przeddyplomowy A - nanomateriały w katalizie i ochronie środowiska	7		7	7	
78	Projekt przeddyplomowy B - fizykochemiczne i medyczne aspekty nanotechnologii	7		7	7	
79	Projekt przeddyplomowy C - synteza i technologia materiałów polimerowych i kompozytowych	7		7	7	
80	Projekt przeddyplomowy D - nanoustrukturyzowane materiały polimerowe i kompozytowe	7		7	7	
81	Studenckie praktyki zawodowe	6				
82	Aspekty prawne i organizacyjne pracy zawodowej	3	3			
83	Projekt interdyscyplinarny	1		1		

Lp.	Nazwa przedmiotu	ECTS	Przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych i nauk społecznych	Przedmioty obieralne	Przedmioty profilowe	Zajęcia w języku obcym
84	Nanomateriały i nanotechnologie polimerowe	2		2	2	
85	Optoelektronika molekularna	2		2	2	
86	Nanomateriały i nanotechnologie w medycynie	2		2	2	
87	Nanokataliza i nanokatalizatory	2		2	2	
88	Pracownia inżynierska	3			3	
89	Praca inżynierska	15		15	15	

Wskaźniki ECTS

Nazwa	Wartość
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta (w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do uzyskania kwalifikacji odpowiadającej poziomowi kształcenia)	72/210 (34.29%)
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	7
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć powiązanych z badaniami prowadzonymi na uczelni w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie	166/210 (79.05%)

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się

Weryfikacja i ocena efektów uczenia się odbywa się w sposób systematyczny, z wykorzystaniem różnorodnych metod dostosowanych do charakteru przedmiotów i zakładanych efektów uczenia się. Stosowane są m.in.:

1. Egzaminy pisemne i ustne - sprawdzające wiedzę teoretyczną, umiejętność analizy i syntezy informacji oraz rozwiązywania problemów;
2. Kolokwia i testy cząstkowe - umożliwiające bieżącą kontrolę postępów w nauce;
3. Ocena projektów i prac laboratoryjnych - weryfikacja umiejętności praktycznych, stosowania metod badawczych, interpretacji wyników oraz pracy zespołowej;
4. Prezentacje i seminaria - sprawdzające kompetencje komunikacyjne, umiejętność argumentacji i prezentacji wyników badań;
5. Raporty i sprawozdania - ocena umiejętności dokumentowania i analizy danych;
6. Egzamin kompetencyjny, praca dyplomowa i jej obrona - kompleksowa weryfikacja efektów uczenia się, obejmująca wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne;
7. Aktywność w dyskusjach, udział w projektach badawczych - ocena zaangażowania, samodzielności i zdolności do pracy w grupach.

Sposoby weryfikacji dla poszczególnych przedmiotów opisane są szczegółowo w kartach przedmiotów.

Praktyki zawodowe

6 ECTS czas trwania praktyk 6 tygodni (po IV sem. – 2 tygodnie praktyki zawodowej, po VI sem. – 4 tygodnie praktyki specjalizacyjnej).

Charakterystyka kierunku

Sylwetka absolwenta

Absolwent kierunku Nanotechnologia posiada zaawansowaną i ugruntowaną wiedzę z zakresu chemii, fizyki, materiałoznawstwa oraz podstaw inżynierii materiałowej, ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk i procesów zachodzących w skali nano. Rozumie zależności między strukturą, właściwościami i funkcjonalnością nanomateriałów oraz potrafi wykorzystywać tę wiedzę do doboru metod wytwarzania i modyfikacji materiałów. Posiada umiejętności prowadzenia eksperymentów laboratoryjnych, obejmujących syntezę, modyfikację i wytwarzanie podstawowych typów nanomateriałów oraz przygotowanie próbek do badań. Potrafi projektować i realizować doświadczenia z wykorzystaniem właściwych technik laboratoryjnych, dbając o bezpieczeństwo pracy, jakość danych i kontrolę parametrów procesów.

Potrafi analizować oraz interpretować wyniki badań dotyczących nanomateriałów, oceniać ich właściwości użytkowe oraz dobierać technologie wytwarzania i przetwarzania z uwzględnieniem efektywności, bezpieczeństwa i zasad zrównoważonego rozwoju. Potrafi obsługiwać specjalistyczną aparaturę laboratoryjną stosowaną w nanotechnologii oraz odpowiednio dobierać techniki pomiarowe do konkretnych zastosowań. Zna i stosuje normy, przepisy oraz dobre praktyki inżynierskie, w tym dotyczące bezpieczeństwa pracy z nanomateriałami i oceny ich wpływu na zdrowie oraz środowisko. W zakresie kompetencji społecznych jest gotów do efektywnego komunikowania się w środowisku zawodowym, korzystania z literatury naukowej oraz pracy w zespołach, także interdyscyplinarnych. Podejmuje decyzje uwzględniające aspekty techniczne, ekonomiczne, prawne i etyczne, wykazuje gotowość do podnoszenia kwalifikacji oraz uczenia się przez całe życie.

Związek kierunku studiów ze strategią uczelni

Kierunek Nanotechnologia wpisuje się w strategię Politechniki Łódzkiej na lata 2025-2030 (<https://p.lodz.pl/uczelnia/strategia-uczelni>), której istotnym celem jest rozwój modelu kształcenia przygotowującego absolwentów do dynamicznie zmieniających się potrzeb otoczenia społeczno-gospodarczego.

Program kształcenia kierunku Nanotechnologia realizuje następujące cele strategii PŁ:

- Wspieranie prowadzenia badań naukowych rozwiązujących problemy otoczenia społeczno-gospodarczego. Studenci kierunku Nanotechnologia angażowani są w projekty badawcze powiązane z sektorem przemysłowym.
- Rozwijanie oferty mobilności pracowników, doktorantów i studentów PŁ. Studenci kierunku Nanotechnologia i kadra Wydziału Chemicznego PŁ korzystają regularnie z możliwości wyjazdów zagranicznych.
- Rozwój internacjonalizacji w obszarze kształcenia. Wydział Chemiczny oferuje studentom kierunku Nanotechnologia przedmioty i seminaria w języku angielskim.
- Prowadzenie badań użytecznych, odpowiedzialnych społecznie i środowiskowo, wspierających gospodarkę opartą na wiedzy oraz wspieranie badań o charakterze interdyscyplinarnym poprzez rozwój współpracy między dyscyplinami oraz dziedzinami nauki. Studenci mają możliwość realizacji badań naukowych powiązanych z przemysłem, odpowiadających na potrzeby społeczne i środowiskowe, wspierających gospodarkę opartą na wiedzy. Program studiów na kierunku Nanotechnologia jest konsultowany z Radą Biznesu przy Wydziale Chemicznym, co gwarantuje jego zgodność z wymaganiami rynku pracy.
- Unowocześnianie infrastruktury badawczej oraz rozwój systemu jej racjonalnego wykorzystania. Studenci Wydziału Chemicznego PŁ mają zapewniony dostęp do specjalistycznej aparatury oraz nowoczesnych laboratoriów w gmachu - Alchemium-Magia chemii jutra, hal technologicznych oraz specjalistycznych laboratoriów biomateriałowych i nanomateriałowych.
- Realizacja jasnych i sprawiedliwych zasad zatrudniania, wynagradzania oraz awansów zawodowych pracowników z uwzględnieniem tolerancji i polityki równości. Proces rekrutacji pracowników Wydziału Chemicznego PŁ oparty jest na polityce OTM-R – „Otwarty Przejrzysty Merytoryczny Proces Rekrutacji”
- Stałe podnoszenie kompetencji nauczycieli akademickich w zakresie nowoczesnych metod kształcenia, aktualnego stanu wiedzy, rozwoju technologicznego oraz trendów w nauce. Nauczyciele akademicy zaangażowani w prowadzenie zajęć dydaktycznych na kierunku Nanotechnologia aktywnie biorą udział w licznych szkoleniach, podnosząc kwalifikacje m.in. w zakresie nowoczesnych metod kształcenia. Ponadto uczą się nowoczesnych metod kształcenia od specjalistów z zagranicy odwiedzających Wydział Chemiczny, uczestniczą w prowadzeniu zajęć na uczelniach zagranicznych.
- Doskonalenie oferty dydaktycznej, w tym uzupełniających form kształcenia, w odpowiedzi na wyzwania otoczenia społeczno-gospodarczego. Rada Biznesu przy Wydziale Chemicznym ma realny wpływ na kształt programu kierunku Nanotechnologia, który jest odpowiedzią na wyzwania społeczno-gospodarcze.
- Wzmocnienie procesu zarządzania talentami poprzez indywidualizację ścieżek kształcenia studentów i doktorantów. Uzdolnieni studenci mogą realizować studia w ramach IPS i IOZ oraz uczestniczyć w programach mentoringowych PŁ, takich jak np. E2TOP, Uczelnie Przyszłości.
- Wspieranie rozwoju naukowego studentów i doktorantów z uwzględnieniem interdyscyplinarności i umiędzynarodowienia; oraz Zwiększenie udziału studentów w pracach badawczych prowadzonych w uczelni oraz intensyfikacja zdobywania przez

studentów doświadczeń praktycznych poza uczelnią. Studenci mają możliwość udziału w projektach badawczych o charakterze interdyscyplinarnym - np. łączących zagadnienia chemii, biologii, medycyny, materiałoznawstwa. Mogą także uczestniczyć w wyjazdach zagranicznych i programach wymiany - Erasmus+, stażach w zagranicznych laboratoriach. Studenci są także współautorami publikacji naukowych o zasięgu międzynarodowym.

Podsumowując dzięki wdrożeniu powyższych inicjatyw kierunek Nanotechnologia wpisuje się w strategię Politechniki Łódzkiej, oferując studentom najwyższy poziom kształcenia i przygotowanie do wymagań rynku pracy.

Cele kształcenia oraz możliwości zatrudniania i kontynuacji studiów

Celem kształcenia na kierunku Nanotechnologia (studia I stopnia) jest przygotowanie absolwenta do pracy w obszarze projektowania, syntezy, charakterystyki i zastosowań nanomateriałów oraz technologii opartych na zjawiskach zachodzących w skali nano. Cele kształcenia są realizowane poprzez rozwijanie:

1. zaawansowanej wiedzy z zakresu chemii, fizyki, materiałoznawstwa i inżynierii materiałowej, niezbędnej do rozumienia właściwości, struktury i funkcji nanostruktur,
2. umiejętności eksperymentalnych, obejmujących syntezę, modyfikację i wytwarzanie nanomateriałów oraz projektowanie i realizację doświadczeń laboratoryjnych,
3. kompetencji analitycznych, umożliwiających dobór i stosowanie metod charakterystyki nanostruktur, analizę danych pomiarowych oraz interpretację wyników badań,
4. umiejętności inżynierskich, w tym oceny ryzyka, doboru technologii, obsługi aparatury specjalistycznej oraz stosowania zasad bezpieczeństwa i zrównoważonego rozwoju,
5. kompetencji społecznych, takich jak praca zespołowa, skuteczna komunikacja w środowisku zawodowym, odpowiedzialność etyczna oraz świadomość wpływu nanotechnologii na zdrowie, środowisko i gospodarkę,
6. gotowości do uczenia się przez całe życie, rozwijania kompetencji zawodowych oraz dostosowywania się do dynamicznie zmieniających się technologii i wymagań rynku pracy.

Absolwent studiów I stopnia może kontynuować kształcenie na: studiach II stopnia na kierunku Nanotechnologia lub kierunkach pokrewnych, studiach podyplomowych związanych np. z materiałami zaawansowanymi, technologiami innowacyjnymi łączącymi nanotechnologię z medycyną, elektroniką, informatyką.

Absolwent jest przygotowany do pracy w laboratoriach badawczych i kontrolnych, przedsiębiorstwach zajmujących się materiałami zaawansowanymi, nanotechnologiami, technologiami chemicznymi, biotechnologicznymi, a także w sektorze przemysłowym wykorzystującym nanomateriały.

Jest również gotów do prowadzenia własnej działalności gospodarczej.

Opis przebiegu i wyniku konsultacji proponowanego programu studiów z otoczeniem społeczno-gospodarczym

Program studiów Nanotechnologia stopień I zakłada systematyczną współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym poprzez angażowanie studentów w inicjatywy realizowane wspólnie z podmiotami przemysłowymi, instytucjami badawczymi oraz organizacjami działającymi na rzecz rozwoju nowych technologii. Współpraca ta obejmuje udział w projektach problemowych korelujących z zagadnieniami typowymi dla przemysłu, wizyty studyjne, prezentacje nowoczesnych rozwiązań technologicznych przez praktyków oraz konsultacje merytoryczne dotyczące aktualnych potrzeb rynku pracy. Dzięki kontaktom z przedstawicielami branży nanotechnologicznej studenci poznają realne uwarunkowania techniczne i organizacyjne pracy inżyniera oraz kształtują postawy sprzyjające odpowiedzialnemu i świadomemu wykorzystywaniu technologii w kontekście społecznym i biznesowym.

Opis kompetencji oczekiwanych od kandydata ubiegającego się o przyjęcie na studia

Zgodnie z Uchwałą rekrutacyjną.

Jednostka organizująca kształcenie

Wydział Chemiczny

Plan studiów

Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Matematyka I	Ćwiczenia: 45 Wykład: 45	8	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Chemia ogólna i nieorganiczna I	Ćwiczenia: 30 Wykład: 30	6	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Nanotechnologia i nanonauka	Wykład: 60	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Technologie informatyczne	Zajęcia laboratoryjne: 30 E-learning: 15	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Matematyczne podstawy opracowania wyników	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 15	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Sztuka studiowania	Seminarium: 5 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Przedmiot obieralny 1		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				
Ekologia i etyka środowiska	Seminarium: 5 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Historia chemii i przemysłu chemicznego	Seminarium: 5 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Suma	335	30		

Semestr 2

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Matematyka II	Ćwiczenia: 45 Wykład: 45	6	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Chemia ogólna i nieorganiczna II	Ćwiczenia: 30 Zajęcia laboratoryjne: 45 Wykład: 15	7	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Fizyka	Ćwiczenia: 45 Zajęcia laboratoryjne: 40 Wykład: 30	8	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Sztuczna inteligencja i cyberbezpieczeństwo	Zajęcia laboratoryjne: 20 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Mechanika i wytrzymałość materiałów	Ćwiczenia: 15 Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 30	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Język obcy moduł 1		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 moduł z grupy				
Język angielski B2 moduł I	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski B2+ moduł I	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski C1 moduł I	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język niemiecki B2 moduł I	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Wychowanie fizyczne 1	Ćwiczenia: 30	0	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Suma	450	30		

Semestr 3

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Chemia organiczna	Ćwiczenia: 45 Zajęcia laboratoryjne: 60 Wykład: 45	10	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Chemia analityczna	Zajęcia laboratoryjne: 45 Wykład: 15	5	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Projektowanie i grafika inżynierska	Zajęcia laboratoryjne: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Nanomateriały ceramiczne i metaliczne	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Polimery i materiały funkcjonalne	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Elektrotechnika z elementami elektroniki	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Język obcy moduł 2		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 moduł z grupy				
Język angielski B2 moduł II	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski B2+ moduł II	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski C1 moduł II	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język niemiecki B2 moduł II	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Wychowanie fizyczne 2	Ćwiczenia: 30	0	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Suma	450	30		

Semestr 4

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Technologia syntezy i przetwórstwo polimerów	Zajęcia laboratoryjne: 45 Wykład: 40	7	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Quality Management and Normalization	Seminarium: 15 Zajęcia projektowe: 5 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Chemia fizyczna	Ćwiczenia: 30 Zajęcia laboratoryjne: 60 Wykład: 45	9	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Analiza instrumentalna	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 15	4	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Nanomateriały polimerowe	Zajęcia laboratoryjne: 25 Wykład: 25	3	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Projektowanie wyrobów z materiałów polimerowych	Zajęcia projektowe: 30 Wykład: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Język obcy moduł 3		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 moduł z grupy				
Język angielski B2 moduł III	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski B2+ moduł III	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język angielski C1 moduł III	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Język niemiecki B2 moduł III	Ćwiczenia: 30	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Wychowanie fizyczne 3	Ćwiczenia: 30	0	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Suma	450	30		

Semestr 5

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Fizyka ciała stałego	Zajęcia laboratoryjne: 60 Wykład: 40	7	Egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Inżynieria procesowa i technologie ochrony środowiska	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 30	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Recykling materiałów	Zajęcia projektowe: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Język obcy moduł 4		3	Egzamin	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 moduł z grupy				
Język angielski B2 moduł IV	Ćwiczenia: 30	3	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Język angielski B2+ moduł IV	Ćwiczenia: 30	3	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Język angielski C1 moduł IV	Ćwiczenia: 30	3	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Język niemiecki B2 moduł IV	Ćwiczenia: 30	3	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Przedmiot obieralny 2		3	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				
English Technical Terminology and Chemical Scientific Information Sources	Ćwiczenia: 30 Zajęcia laboratoryjne: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
English Scientific Terminology and Sources of Chemical Scientific Information	Ćwiczenia: 30 Zajęcia laboratoryjne: 15	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Przedmiot obieralny 3		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Polimerowe materiały i nanomateriały inżynierskie	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Chemia i technologia radiacyjna polimerów	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Blok przedmiotów do wyboru 1		10	Egzamin	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 blok				
Blok 1.1		10	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Fizykochemia powierzchni i roztworów polimerowych	Zajęcia laboratoryjne: 15 Zajęcia projektowe: 15 Wykład: 60	7	Egzamin	Obowiązkowe w bloku
Podstawy fotochemii i fotofizyki	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 30	3	Egzamin	Obowiązkowe w bloku
Blok 1.2		10	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Techniki i technologie przetwórstwa, podstawy konstrukcji maszyn	Zajęcia laboratoryjne: 15 Zajęcia projektowe: 15 Wykład: 60	7	Egzamin	Obowiązkowe w bloku
Modyfikacja i inżynieria powierzchni	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 30	3	Egzamin	Obowiązkowe w bloku
Suma	415	30		

Semestr 6

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Techniki symulacyjne i obliczeniowe w chemii i nanotechnologii	Zajęcia projektowe: 10 Wykład: 10	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Moduł sumatywny	Zajęcia projektowe: 90	8	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Przedmiot obieralny 4		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				
Polimery inteligentne	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Nanocząstki a środowisko	Zajęcia projektowe: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Zastosowanie ultradźwięków w nanotechnologii	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Polimerowe nanomateriały przewodzące	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Przedmiot obieralny 5		4	Egzamin	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				
Nanonapełniacze i nanokompozyty	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Materiały polimerowe w budownictwie	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Nanokompozyty hybrydowe	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Chemia supramolekularna	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Podstawy krystalografii	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Podstawy biochemii	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty do wyboru

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Polimery w medycynie	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Technologia cienkich warstw	Zajęcia laboratoryjne: 30 Wykład: 30	4	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Przedmiot obieralny 6		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				
Polimery w transporcie i motoryzacji	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Nanocząstki, dyspersje i żele polimerowe	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Eksploatacja z elementami tribologii	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Polimery skoniugowane	Zajęcia projektowe: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Materiały i nanomateriały kosmetyczne	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Podstawy adsorpcji i katalizy	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Elementy biologii i medycyny	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Chemia – inżynieria przyszłości	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Przedmiot obieralny 7		5	Egzamin	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				
Metody badań nanomateriałów inżynierskich	Zajęcia laboratoryjne: 60 Wykład: 15	5	Egzamin	Przedmioty do wyboru
Metody badań nanomateriałów funkcjonalnych	Zajęcia laboratoryjne: 60 Wykład: 15	5	Egzamin	Przedmioty do wyboru

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Przedmiot obieralny 8		7	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				
Projekt przeddyplomowy A - nanomateriały w katalizie i ochronie środowiska	Zajęcia projektowe: 90	7	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Projekt przeddyplomowy B - fizykochemiczne i medyczne aspekty nanotechnologii	Zajęcia projektowe: 90	7	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Projekt przeddyplomowy C - synteza i technologia materiałów polimerowych i kompozytowych	Zajęcia projektowe: 90	7	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Projekt przeddyplomowy D - nanoustrukturyzowane materiały polimerowe i kompozytowe	Zajęcia projektowe: 90	7	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Suma	395	30		

Semestr 7

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Studenckie praktyki zawodowe	Praktyka: 0	6	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe
Aspekty prawne i organizacyjne pracy zawodowej	Wykład: 60	3	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe
Projekt interdyscyplinarny	Zajęcia projektowe: 15	1	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Przedmiot obieralny 9		2	Zaliczenie na ocenę	Obowiązkowa grupa
Student wybiera 1 przedmiot z grupy				
Nanomateriały i nanotechnologie polimerowe	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	Obligatoryjność
Optoelektronika molekularna	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Nanomateriały i nanotechnologie w medycynie	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Nanokataliza i nanokatalizatory	Zajęcia laboratoryjne: 15 Wykład: 15	2	Zaliczenie na ocenę	Przedmioty do wyboru
Pracownia inżynierska	Seminarium: 15 Zajęcia laboratoryjne: 65	3	Zaliczenie na ocenę + egzamin	Przedmioty obowiązkowe
Praca inżynierska	Praca dyplomowa: 0	15	Zaliczenie	Przedmioty obowiązkowe do wyboru
Suma	185	30		