



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 otrzymane 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.										
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.										
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, udurowienia, 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.										
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.										
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.										
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.										
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.										
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.										
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.										
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.										
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 wzmocnienia materiałów polimerowych. Technologiczne metody polimeryzacji i otrzymywania głównych grup polimerów oraz ich właściwości i zastosowania. Praktyczne badania relaksacji, pełzania, lepkości, wyłaczania 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.										
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.										
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.										
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.										
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.										

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 makrocząstek 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, wnikania 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.										
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.										
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.										
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.										
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.										
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 przeciwnionów 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. Racje 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 widmową 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.										
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-formaldehydowe, aminoplasty; polimery krzemooorganiczne. Główne kierunki zastosowań tworzyw sztucznych w konstrukcjach budowlanych: materiały ścienne i podłogowe, materiały pokryć 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; polimerobeton; 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 „szczotek” tlenkowych, badań termo-optycznych oraz syntezy nanokompozytów do modyfikacji powierzchni szkła.										
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.										
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.										
66	Technologia cienkich warstw	Metody wytwarzania cienkich warstw obejmujące techniki fizyczne i chemiczne w fazie gazowej oraz ciekłej, takie jak naporowywanie 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 żele polimerowe	Układy polimerowe o znacznym stopniu rozproszenia obejmujące nano- i mikrocząstki, żele, 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 żeli 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 domieszkiwania, fotofizyki i fotoelektrochemii determinujące przewodnictwo i stabilność materiałów oraz przegląd głównych przedstawicieli, takich jak poliacetylen, polipirol, polianilina czy poliofeny. Zastosowania w elektronice organicznej, sensorach, fotowoltaice i diodach elektroluminescencyjnych, uzupełnione pracą projektową nad doborem 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.										
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.										
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 - nanostrukturyzowane materiały polimerowe i kompozytowe	Projekt obejmuje samodzielne opracowanie zagadnienia dotyczącego właściwości, struktury lub technologii nanostrukturyzowanych 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.										
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 interdyscyplinary	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, ekscytyony 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		
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	165.75/210 (78.93%)

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. Egzamin pisemny i ustny - 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 dobrać technologie wytwarzania i przetwarzania z uwzględnieniem efektywności, bezpieczeństwa i zasad zrównoważonego rozwoju. Potrafi obsługiwać specjalistyczną aparaturę laboratoryjną stosowaną w nanotechnologii oraz odpowiednio dobrać 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 zatrudnienia 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 krytalografii	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		