

## PROGRAM STUDIÓW

### nanoinżynieria

nazwa kierunku studiów	nanoinżynieria
nazwa kierunku studiów w języku angielskim / w języku wykładowym	Nanoengineering
język wykładowy	język polski
poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
poziom PRK	7
profil studiów	profil ogólnoakademicki
liczba semestrów	3
liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów	90
forma studiów	studia stacjonarne
tytuł zawodowy nadawany absolwentom (nazwa kwalifikacji w oryginalnym brzmieniu, poziom PRK)	magister
liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	50
liczba punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniej niż 5 ECTS)	5

**Przyporządkowanie kierunku studiów do dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, w których prowadzony jest kierunek studiów**

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział dyscyplin	Dyscyplina wiodąca (ponad połowa efektów uczenia się)
Nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki fizyczne	100%	nauki fizyczne
<b>Razem:</b>	-	100%	-

**Efekty uczenia się zdefiniowane dla programu studiów odniesione do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji na poziomach 6-7 uzyskiwanych w ramach systemu szkolnictwa wyższego i nauki po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4**

Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK
<b>Wiedza: absolwent zna i rozumie</b>		
K_W01	zna i rozumie w stopniu rozszerzonym nauki fizyczne, szczególnie w zakresie fizyki materii skondensowanej, nanotechnologii i nanoinżynierii.	P7S_WG
K_W02	zna i rozumie zaawansowane techniki numeryczne, obliczeniowe i informatyczne stosowane w fizyce materii skondensowanej, nanotechnologii i nanoinżynierii	P7S_WG
K_W03	zna i rozumie zaawansowane techniki doświadczalne i obserwacyjne, budowę i działanie aparatury naukowej, badawczej oraz częściowo aparatury przemysłowej wykorzystywanej w nanoinżynierii	P7S_WG
K_W04	posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w dziedzinie nauk fizycznych, szczególnie w zakresie fizyki materii skondensowanej, nanotechnologii i nanoinżynierii	P7S_WG
K_W05	zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w zakresie fizyki materii skondensowanej, nanotechnologii i nanoinżynierii	P7S_WK
K_W06	ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową i dydaktyczną	P7S_WK

K_W07	zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowych	P7S_WK
<b>Umiejętności: absolwent potrafi</b>		
K_U01	potrafi zaplanować i wykonać obserwacje, doświadczenia i obliczenia z zakresu fizyki, szczególnie w zakresie fizyki materii skondensowanej, nanotechnologii i nanoinżynierii	P7S_UW
K_U02	potrafi krytycznie ocenić wyniki doświadczeń i obliczeń teoretycznych oraz przeprowadzić analizę ich dokładności, szczególnie w zakresie fizyki materii skondensowanej, nanotechnologii i nanoinżynierii	P7S_UW
K_U03	potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach; zna podstawowe czasopisma naukowe dotyczące fizyki, nanotechnologii oraz nanoinżynierii	P7S_UW
K_U04	potrafi zastosować zdobytą wiedzę, umiejętności oraz metodykę fizyki do rozwiązywania problemów z dziedzin pokrewnych	P7S_UW
K_U05	potrafi przedstawić wiedzę, wyniki badań i odkrycia naukowe w sposób jasny i systematyczny trafnie rozpoznając i uwypuklając najważniejsze aspekty rozważanego zagadnienia oraz prezentując przyjętą metodologię a także omawiając znaczenie uzyskanych wyników na tle innych podobnych badań	P7S_UK
K_U06	potrafi skutecznie komunikować się ze specjalistami oraz niespecjalistami w zakresie fizyki, nanotechnologii i nanoinżynierii oraz dziedzin pokrewnych, nawiązując dyskusję naukową lub przyczyniając się do popularyzacji wiedzy	P7S_UK
K_U07	potrafi samodzielnie uczyć się oraz określić kierunki swego dalszego kształcenia	P7S_UU
K_U08	potrafi przygotować różne typy komunikatów pisemnych, w tym plakat, opis, artykuł oraz średnio zaawansowaną rozprawę naukową z zakresu fizyki, nanotechnologii i nanoinżynierii oraz dziedzin pokrewnych, w języku polskim i angielskim, z zastosowaniem komputerowych narzędzi składania tekstu oraz graficznej wizualizacji wyników	P7S_UK
K_U09	potrafi przygotować wystąpienie ustne, w tym seminarium oraz referatu konferencyjnego z zakresu fizyki, nanotechnologii i nanoinżynierii oraz dziedzin pokrewnych, w języku polskim i angielskim, z zastosowaniem komputerowych technik prezentacji multimedialnej	P7S_UK
K_U10	potrafi komunikować się na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, ze szczególnym uwzględnieniem terminologii fizycznej oraz stosowanej w nanotechnologii oraz i nanoinżynierii	P7S_UK
K_U11	potrafi planować i organizować pracę indywidualną i zespołową, również w funkcji lidera zespołu, zwłaszcza przy realizacji badań z zakresu nanotechnologii i nanoinżynierii	P7S_UO
<b>Kompetencje społeczne: absolwent jest gotów do</b>		
K_K01	jest gotów do uczenia się przez całe życie oraz do inspirowania i organizowania procesu uczenia się innych osób	P7S_KK
K_K02	jest gotów do współdziałania i pracy w grupie, w różnych rolach	P7S_KR

K_K03	jest gotów do odpowiedniego określenia priorytetów służących realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	P7S_KR
K_K04	jest gotów do prawidłowej identyfikacji i rozstrzygnięcia związanych z wykonywaniem zawodu dylematów, zarówno natury merytorycznej, jak i metodycznej, organizacyjnej oraz etycznej	P7S_KR
K_K05	jest gotów do zapoznawania się z literaturą naukową i popularnonaukową w celu pogłębiania i poszerzania wiedzy; jest świadomy zagrożeń przy pozyskiwaniu informacji z niezweryfikowanych źródeł, w tym z Internetu	P7S_KR
K_K06	jest gotów do podjęcia odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji oraz do uwzględnienia społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związanej z tym odpowiedzialności	P7S_KO
K_K07	jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	P7S_KO

## Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów

Rok studiów: pierwszy

Semestr: pierwszy

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin								Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt	Inne				
Fizyka materii skondensowanej i struktur półprzewodnikowych	30			30					60	6	K_W01, K_U02, K_U04, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Materia skondensowana, kryształy, ciała amorficzne. Metale, izolatory, półprzewodniki. Relacje dyspersyjne, struktura pasmowa. Przybliżenie masy efektywnej. Własności dynamiczne swobodnych nośników. Dynamika sieci krystalicznej. Półprzewodniki. Transport nośników prądu. Struktury o obniżonej wymiarowości.											
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
Metody obliczeniowe mikrooptyki i fotoniki	30			45					75	8	K_W01, K_W02, K_U02, K_U04, K_K01	nauki fizyczne
Treści programowe	Układy liniowe; odpowiedź impulsowa i funkcja przenoszenia – zastosowania do obliczeń dotyczących dyfrakcji, projektowania elementów dyfrakcyjnych i holografii. Metoda różnic skończonych. Metoda propagacji wiązki – zastosowanie do opisu propagacji w układach falowodowych i do wyznaczania struktury modowej falowodów. Metoda różnic skończonych, w tym zastosowanie do rozwiązywania równań Maxwella. Metoda fal płaskich i wyznaczania struktury pasmowej kryształów fotonicznych. Przykłady zastosowań.											

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	zaliczenie ćwiczeń numerycznych na zajęciach, egzamin ustny											
<b>Zaawansowana pracownia nanoinżynierii</b>					60				60	6	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_U01, K_U04, K_K01, K_K03, K_K04, K_K06	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Rozwój umiejętności stosowania metod doświadczalnych do badania właściwości fizykochemicznych specyficznych dla nanomateriałów.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	ocena wystawiana na podstawie raportów z ćwiczeń											
<b>Low-dimensional systems and nanostructures</b> lub <b>Wybrane aspekty nanotechnologii</b>	45				30				75	6	K_W01, K_W04, K_U02, K_K01	nauki fizyczne
	45				30							
<b>Treści programowe</b>	Najważniejsze kierunki badań w nanotechnologii, m.in. chemiczna synteza nanostruktur, heterostruktury, nośniki prądu w zewnętrznych polach magnetycznych i elektrycznych.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	egzamin pisemny, opcjonalny egzamin ustny											
<b>Przedmioty specjalistyczne</b>									30	2	K_W01, K_W02, K_W04, K_U01, K_U02, K_U04, K_U07, K_K01	nauki fizyczne lub nauki chemiczne
<b>Treści programowe</b>	Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć i problemów fizyki materii skondensowanej, nanoinżynierii i nanotechnologii.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Egzamin pisemny lub ustny											

<b>Przedmioty ogólnouniwersyteckie z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych</b>										30	2		
<b>Treści programowe</b>	Rozwój kompetencji w dyscyplinach niezwiązanych z dyscypliną, do której przyporządkowany jest kierunek studiów.												
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Określone w sylabusie przedmiotu.												

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 330**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 1085**

Rok studiów: pierwszy  
Semestr: drugi

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin							Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt				
Praktyki zawodowe							80 prakt yki	80	4	K_U06, K_U07, K_K02, K_K04, K_K06, K_K07	
Treści programowe	Celem praktyk zawodowych jest zapoznanie studentów z otoczeniem społeczno-gospodarczym właściwym dla kierunku studiów. Praktyki mogą być realizowane w instytucjach badawczych, przedsiębiorstwach i organizacjach, które prowadzą badania naukowe, wdrażają ich wyniki lub wykorzystują efekty badań naukowych. Opiekun praktyk zawodowych, kierownik studiów lub prodziekan ds. studenckich kieruje studenta na praktyki na jego wniosek. Student może wnioskować do prodziekana ds. studenckich o uznanie efektów uczenia się osiągniętych w ramach pracy zawodowej w trakcie studiów lub działalności gospodarczej prowadzonej w trakcie studiów za równoważne z efektami uczenia się przypisanymi do praktyk zawodowych, przedstawiając dokumenty określające zakres działań studenta w pracy zawodowej lub działalności gospodarczej i uzasadniające, że spełnione są opisane wyżej warunki merytoryczne. Praktyki zawodowe mogą być realizowane w miejscach wskazanych przez studentów. Decyzję w tej sprawie podejmuje opiekun praktyk zawodowych, kierownik studiów lub prodziekan ds. studenckich, biorąc pod uwagę opisane wyżej warunki merytoryczne.										
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Praktyki zaliczane są na podstawie pisemnego sprawozdania merytorycznego, w którym student przedstawia zakres zadań wykonywanych na praktykach. Sprawozdanie jest potwierdzone przez przedstawiciela organizatora praktyk. Sprawozdanie jest zaopiniowane przez opiekuna praktyk zawodowych lub asystenta opiekuna praktyk zawodowych, którzy proponują ocenę z praktyk.										
Pracownia specjalistyczna					120			120	12	K_W01, K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_U01, K_U03, K_U04, K_U05, K_U08, K_K03, K_K05	nauki fizyczne lub nauki chemiczne
Treści programowe	Badania doświadczalne mające na celu rozwój wiedzy i umiejętności w wybranym obszarze badawczym oraz ułatwienie wyboru tematu pracy magisterskiej, pod kierunkiem opiekuna naukowego. Pracownia może być realizowana na Uniwersytecie										

	Warszawskim lub w innym podmiocie prowadzącym badania z zakresu fizyki materii skondensowanej, nanotechnologii i nanoinżynierii.										
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Ocena na podstawie raportów z badań										
<b>Przedmioty specjalistyczne</b>								45	4	K_W01, K_W02, K_W04, K_U01, K_U02, K_U04, K_U07, K_K01	nauki fizyczne lub nauki chemiczne
<b>Treści programowe</b>	Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć i problemów fizyki materii skondensowanej, nanoinżynierii i nanotechnologii.										
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Egzamin pisemny lub egzamin ustny										
<b>Zespołowy projekt studencki</b>							75	75	5	K_W01, K_U04, K_U07, K_U11, K_K02, K_K03	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Rozwój umiejętności pracy w grupie przez realizację projektu naukowego lub z zastosowań nauki w dyscyplinie nauki fizyczne.										
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Ocena raportu z projektu										
<b>Proseminarium magisterskie</b>			30					30	2	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_U03, K_U05, K_U06, K_U09, K_K02, K_K05	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Studenci przygotowują i prezentują dłuższe prezentacje przedstawiające plan swoich badań w ramach pracowni specjalizacyjnej (i ew. magisterskiej). Plany powinny być ukazane na tle dotychczasowej wiedzy i osiągnięć naukowych w danej dziedzinie. Omówiona zostanie również planowana do wykorzystania metodologia badawcza.										

<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Ocena prezentacji												
<b>Przedmioty ogólnouniwersyteckie z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych</b>										45	3		
<b>Treści programowe</b>	Rozwój kompetencji w dyscyplinach niezwiązanych z dyscypliną, do której przyporządkowany jest kierunek studiów.												
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Określone w sylabusie przedmiotu.												

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 395**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 1085**

Rok studiów: drugi  
Semestr: trzeci

Nazwa przedmiotu	Forma zajęć – liczba godzin							Razem: liczba godzin zajęć	Razem: punkty ECTS	Symbole efektów uczenia się dla programu studiów	Dyscyplina / dyscypliny, do których odnosi się przedmiot
	Wykład	Konwersatorium	Seminarium	Ćwiczenia	Laboratorium	Warsztaty	Projekt				
Pracownia specjalistyczna II, w tym praca magisterska								240	20	K_W01, K_W02, K_W06, K_U01, K_U03, K_U05, K_U07, K_U08, K_K01, K_K03, K_K05, K_K06	nauki fizyczne
Treści programowe	Badania doświadczalne związane z tematem pracy magisterskiej, pod kierunkiem opiekuna naukowego.										
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Zaliczenie										
Przedmioty specjalistyczne								30	3	K_W01, K_W02, K_W04, K_U01, K_U02, K_U04, K_U07, K_K01	nauki fizyczne lub nauki chemiczne
Treści programowe	Rozwój wiedzy i umiejętności w zakresie najnowszych odkryć i problemów fizyki materii skondensowanej, nanoinżynierii i nanotechnologii.										
Sposoby weryfikacji efektów uczenia się	Egzamin pisemny lub egzamin ustny										
Proseminarium magisterskie B2+			30					30	3	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U09, K_U10, K_K02	nauki fizyczne

<b>Treści programowe</b>	Prezentacje studenckie dotyczące głównych kierunków badań fizyki materii skondensowanej, nanoinżynierii i nanotechnologii. Rozwój technik prezentacji naukowej oraz technik korzystania z narzędzi komunikacji w środowisku naukowym.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Ocena prezentacji											
<b>Seminarium specjalistyczne</b>			60						60	4	K_W04, K_U06, K_U10, K_K01, K_K04, K_K05, K_K06	nauki fizyczne
<b>Treści programowe</b>	Prezentacja najnowszych problemów i wyników naukowych przez zaproszonych gości, z udziałem ogółu nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe w określonej tematyce.											
<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>	Ocena ciągła aktywności na seminarium lub ocena pracy pisemnej											

**Łączna liczba punktów ECTS (w semestrze): 30**

**Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 360**

**Łączna liczba godzin zajęć określona w programie studiów dla danego kierunku, poziomu i profilu (dla całego cyklu): 1085**

**Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin, do których przyporządkowano kierunek studiów.**

<b>Dziedzina nauki</b>	<b>Dyscyplina naukowa</b>	<b>Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin</b>
nauki ścisłe i przyrodnicze	nauki fizyczne	79%