



Program studiów

Wydział:	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Kierunek:	Advanced Materials and Nanotechnology
Poziom kształcenia:	drugiego stopnia
Forma kształcenia:	studia stacjonarne
Rok akademicki:	2022/23

Spis treści

Charakterystyka kierunku	3
Nauka, badania, infrastruktura	5
Program	6
Efekty uczenia się	8
Plany studiów	10
Sylabusy	13

Charakterystyka kierunku

Informacje podstawowe

Nazwa wydziału:	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Nazwa kierunku:	Advanced Materials and Nanotechnology
Poziom:	drugiego stopnia
Profil:	ogólnoakademicki
Forma:	studia stacjonarne
Język studiów:	angielski

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

Nauki fizyczne	94%
Nauki o kulturze i religii	3%
Językoznawstwo	2%
Nauki prawne	1%

Charakterystyka kierunku, koncepcja i cele kształcenia

Charakterystyka kierunku

Studia na kierunku Advanced Materials and Nanotechnology (AMN) II stopnia realizują wybrane cele uczenia się z zakresu nanonauki, zaawansowanych materiałów i nanotechnologii. Kierunek ten prowadzony jest przez Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, który posiada kategorię naukową A+. Na UJ nie istnieją inne podobne kierunki, które prowadzone są w języku angielskim.

Koncepcja kształcenia

Mając świadomość konieczności nadążania za wyjątkowo szybkim rozwojem nowych technologii pragniemy kształcić ekspertów, którzy mogą rozwiązywać podstawowe problemy z zakresu zarówno nowych typów urządzeń elektronicznych jak i alternatywnych źródeł energii. Mając na uwadze również fakt, iż większość nowych i pożądaných technologii opiera się na połączeniu badań z zakresu nanotechnologii, fotoniki, elektroniki organicznej wspomaganych przez nowoczesne metody obliczeniowe i techniki analityczne, w tym oparte na promieniowaniu synchrotronowym, proponowane 4-semestralne studia magisterskie Advanced Materials and Nanotechnology (AMN) obejmują wszystkie powyższe zagadnienia. Studia te prowadzone są w języku angielskim, co sprawia, że dedykowane są zarówno osobom mieszkającym w Polsce jak i obcokrajowcom. Studia AMN (drugiego stopnia) umożliwią studentowi zdobycie interdyscyplinarnej wiedzy i umiejętności z zakresu nauki o zaawansowanych materiałach i nanotechnologii, bazując na uzyskanych podczas studiów pierwszego stopnia podstawach fizyki, chemii lub inżynierii materiałowej. We wszystkich czterech semestrach bardzo dużą część zajęć ma formę laboratoriów, które odbywają się w laboratoriach naukowych. Praca dyplomowa jest zintegrowana z pracą grup badawczych. Taka koncepcja kształcenia na nowatorskim i interdyscyplinarnym kierunku jest zgodna z misją i celami strategicznymi UJ poprzez wytyczanie nowych kierunków rozwoju i integrację nauczania z badaniami naukowymi.

Cele kształcenia

Uruchomienie kierunku Advanced Materials and Nanotechnology zapoczątkowało nowy rozdział działań edukacyjnych na Wydziale FAIS odpowiadających na aktualne wyzwania cywilizacyjne a do takich zaliczają się potrzeby związane z budową nowych typów urządzeń elektronicznych czy odnawialnych źródeł energii. Absolwent studiów AMN II stopnia posiada szeroką wiedzę z zakresu nauki o materiałach i podstawach nanotechnologii, oraz doświadczenie, które pozwala mu się poruszać w świecie zaawansowanych materiałów, urządzeń i systemów.

Głęboko rozumie i analizuje, z pozycji interdyscyplinarnych, typowe i nietypowe problemy dotyczące syntezy, struktury i właściwości zaawansowanych materiałów i nanomateriałów oraz urządzeń zbudowanych w oparciu o te materiały (z uwzględnieniem efektów nanoskalowych).

Potrafi samodzielnie obsługiwać zaawansowaną aparaturę badawczą i prowadzić badania materiałowe przy użyciu tej aparatury. Posiada czynną znajomość języka angielskiego.

Wykazuje biegłość w korzystaniu i obsłudze systemów informatycznych i specjalistycznych programów komputerowych oraz umiejętność podejmowania twórczych inicjatyw dotyczących problematyki zaawansowanych materiałów i nanotechnologii.

Posiada umiejętność współpracy z ludźmi i zna podstawy kierowania zespołami.

Ma wpojone nawyki autonomicznego działania, krytycznej ewaluacji wyników, odpowiedzialności za prowadzone prace oraz ustawicznego kształcenia i rozwoju zawodowego.

Potrzeby społeczno-gospodarcze

Wskazanie potrzeb społeczno-gospodarczych utworzenia kierunku

Obecnie istnieje duże zapotrzebowanie na osoby posiadające przygotowanie w zakresie nauki o nowych/zaawansowanych materiałach i nanotechnologii, które to nauki bazują na fizyce, chemii i inżynierii materiałowej. Absolwentów takich poszukują zarówno instytucje prowadzące badania naukowe, fundamentalne i stosowane, jak i firmy zajmujące się zaawansowaną technologią produkcyjną, będące zapleczem badawczo-rozwojowym i diagnostycznym przemysłu, laboratoria kontroli jakości, przemysł farmaceutyczny, chemiczny, elektroniczny, tworzyw sztucznych oraz inny oparty na zaawansowanych materiałach. Zapewnienie odpowiedniej liczby takich absolwentów jest istotnym czynnikiem rozwoju gospodarczego w obszarze zaawansowanych technologii.

Wskazanie zgodności efektów uczenia się z potrzebami społeczno-gospodarczymi

Przewidziane dla kierunku AMN efekty uczenia się pozwalają na wykształcenie osób posiadających pogłębioną wiedzę z zakresu nauki o materiałach i nanotechnologii, posiadających umiejętność wykorzystania tej wiedzy w praktyce i umiejętność rozwiązywania złożonych problemów z pogranicza fizyki, chemii i inżynierii materiałowej. Wiele z efektów uczenia się, nabywanych podczas zajęć laboratoryjnych, ma praktyczne zastosowanie w przyszłej pracy absolwentów w laboratoriach naukowo-badawczych lub przemysłowych.

Nauka, badania, infrastruktura

Główne kierunki badań naukowych w jednostce

Na Wydziale FAIS prowadzone są eksperymentalne i teoretyczne badania dotyczące m.in. fizyki stanów skondensowanych oraz nauki o zaawansowanych materiałach (ze szczególnym uwzględnieniem związków międzymetalicznych, półprzewodników, magnetyków, dielektryków, ciekłych kryształów i polimerów); fizyki powierzchni w tym fizyki nanostruktur i nanotechnologii; fizyki atomowej, molekularnej i fotoniki; fizyki statystycznej; fizyki jądrowej; fizyki medycznej oraz biofizyki; fizyki wysokich energii i teorii cząstek elementarnych; astronomii i astrofizyki; teorii pola i ogólnej teorii względności; informatycznych metod analizy danych i metod projektowania wspomaganego komputerowo. Wydział FAIS posiada kategorię naukową A+.

Związek badań naukowych z dydaktyką

Badania naukowe na Wydziale FAIS prowadzone są przede wszystkim w dyscyplinie fizyki, do której przypisany jest nowy kierunek Advanced Materials and Nanotechnology. Osoby zaangażowane w dydaktykę prowadzą również aktywnie badania naukowe, co pozwala na bieżąco wprowadzać nowe treści programowe, poszerzając i aktualizując ofertę kształcenia. Ma to miejsce na prawie wszystkich kierunkowych kursach AMN, a zwłaszcza podczas przygotowywania prac dyplomowych, których realizacja z zasady odbywa się w laboratoriach naukowych i których tematyka jest ściśle związana z tematyką prac grup badawczych pracujących na Wydziale FAIS.

Opis infrastruktury niezbędnej do prowadzenia kształcenia

Wydział FAIS dysponuje nowym budynkiem na III Kampusie UJ. Znajdują się w nich sale wykładowe z zapleczem demonstracyjnym z podstaw fizyki i nanotechnologii, pracownie komputerowe z potrzebnym oprogramowaniem, sale wykładowe i ćwiczeniowe ze sprzętem audiowizualnym, specjalistyczne laboratoria badawcze, gdzie realizowane są pracownie specjalistyczne oraz prace dyplomowe. Biblioteka wydziałowa jest dobrze zaopatrzona w podstawowe podręczniki, zaawansowane monografie i publikacje oraz w czasopisma naukowe. W bibliotece znajdują się także miejsca dla samodzielnej pracy studentów. Studenci mogą korzystać z sieci komputerowej – stacjonarnej w laboratoriach komputerowych, oraz mobilnej – na terenie całego Wydziału. Poprzez sieć studenci mają dostęp do olbrzymich zbiorów literatury i oprogramowania dostępnych dla pracowników i studentów UJ. Studenci mogą także korzystać ze studenckich licencji na oprogramowanie (w tym oprogramowanie Microsoft, Mathematica, Statistica, Origin), wykupionych przez Wydział.

Program

Podstawowe informacje

Klasyfikacja ISCED:	0533
Liczba semestrów:	4
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister

Opis realizacji programu:

Student realizuje przedmioty według planu studiów AMN II stopnia, zgodnie z ogólnym regulaminem studiów UJ. Kursy są podzielone na obowiązkowe i fakultatywne do wyboru, tak aby conajmniej 30 % uzyskanych przez studenta punktów ECTS mogła być uzyskana z zaliczenia kursów do wyboru. Program semestralny jest tak skonstruowany aby ostatni, czwarty semestr był poświęcony głównie na przygotowanie pracy dyplomowej.

Liczba punktów ECTS

konieczna do ukończenia studiów	121
w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	100
którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauki języków obcych	3
którą student musi uzyskać w ramach modułów realizowanych w formie fakultatywnej	38
którą student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych	0
którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	5

Liczba godzin zajęć

Łączna liczba godzin zajęć: 1210

Praktyki zawodowe

Wymiar, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych

brak praktyk

Ukończenie studiów

Wymogi związane z ukończeniem studiów (praca dyplomowa/egzamin dyplomowy/inne)

pozytywna ocena z pracy dyplomowej i złożenie egzaminu dyplomowego

Efekty uczenia się

Wiedza

Kod	Treść	PRK
AMN_K2_W01	Absolwent zna i rozumie podstawowe zagadnienia z zakresu nanonauki i nanotechnologii	P7U_W, P7S_WG
AMN_K2_W02	Absolwent zna i rozumie klasyczne i kwantowe teorie fizyczne opisujące właściwości materiałów w skali nanometrowej	P7U_W, P7S_WG
AMN_K2_W03	Absolwent zna i rozumie podstawy działania technik eksperymentalnych wykorzystywanych w badaniach materiałowych w zakresie meso- i nanoskali	P7U_W, P7S_WG
AMN_K2_W04	Absolwent zna i rozumie techniki i procesy wytwarzania nanostruktur i zaawansowanych materiałów	P7U_W, P7S_WG
AMN_K2_W05	Absolwent zna i rozumie kierunki rozwoju w projektowaniu zaawansowanych materiałów	P7U_W, P7S_WG
AMN_K2_W06	Absolwent zna i rozumie podstawy metod numerycznych stosowanych do analiz statystycznych oraz analiz dużej ilości danych	P7U_W, P7S_WG
AMN_K2_W07	Absolwent zna i rozumie podstawy numerycznych metod obliczeniowych wykorzystywanych do opisu właściwości materiałów na poziomie atomowym i molekularnym	P7U_W, P7S_WG
AMN_K2_W08	Absolwent zna i rozumie zaawansowane techniki obrazowania stosowane w badaniach materiałowych	P7U_W, P7S_WG
AMN_K2_W09	Absolwent zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej	P7U_W, P7S_WK

Umiejętności

Kod	Treść	PRK
AMN_K2_U01	Absolwent potrafi zastosować zdobytą wiedzę z fizyki i nanonauki do syntetycznego opisu właściwości fizykochemicznych badanych materiałów	P7U_U, P7S_UW
AMN_K2_U02	Absolwent potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty dotyczące charakteryzacji zaawansowanych materiałów	P7U_U, P7S_UW
AMN_K2_U03	Absolwent potrafi weryfikować wyniki eksperymentów, obserwacji oraz obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować ich wiarygodność	P7U_U, P7S_UW
AMN_K2_U04	Absolwent potrafi korzystać z najnowszych osiągnięć nanonauki, zwłaszcza w projektowaniu i doborze nanomateriałów do różnych zastosowań praktycznych	P7U_U, P7S_UW
AMN_K2_U05	Absolwent potrafi obsługiwać aparaturę specjalistyczną do charakteryzowania nanomateriałów oraz komunikować się z różnymi odbiorcami dla których te badania wykonuje	P7U_U, P7S_UK
AMN_K2_U06	Absolwent potrafi posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu kierunku kształcenia, przygotować pisemne raporty dotyczące wyników prowadzonych badań oraz wykonywać analizę statystyczną na zestawie danych	P7U_U, P7S_UK
AMN_K2_U07	Absolwent potrafi posługiwać się językiem angielskim na poziomie B2+	P7U_U, P7S_UK
AMN_K2_U08	Absolwent potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się	P7U_U, P7S_UU

Kod	Treść	PRK
AMN_K2_U09	Absolwent potrafi współpracować w grupie tematycznej z umiejętnością podejmowanie roli wiodącej	P7U_U, P7S_UO

Kompetencje społeczne

Kod	Treść	PRK
AMN_K2_K01	Absolwent jest gotów do prawidłowej identyfikacji i rozstrzygnięcia praktycznych problemów z wykorzystaniem wiedzy dotyczącej zastosowania zaawansowanych materiałów i nowych technologii	P7U_K, P7S_KK
AMN_K2_K02	Absolwent jest gotów do uzupełniania posiadanej wiedzy w związku z dynamicznym rozwojem nauki o zaawansowanych materiałach i nanotechnologii oraz nawiązywania kontaktu z otoczeniem eksperckim	P7U_K, P7S_KK
AMN_K2_K03	Absolwent jest gotów do nawiązania współpracy w zespole w celu rzetelnego i terminowego wykonywania powierzonych zadań	P7U_K
AMN_K2_K04	Absolwent jest gotów do oceny wpływu wdrażania poznanych technik i technologii na środowisko naturalne, potrafi stosować idee zrównoważonego rozwoju	P7U_K
AMN_K2_K05	Absolwent jest gotów do pełnienia roli badacza, technologa i menadżera w dziedzinie nanotechnologii i w dziedzinach pokrewnych	P7U_K, P7S_KO
AMN_K2_K06	Absolwent jest gotów do przestrzegania i rozwijania zasad etyki wykonywanego zawodu	P7U_K, P7S_KR

Plany studiów

Student realizuje przedmioty z listy obowiązkowej dla semestru 1, dobierając przedmioty fakultatywne o charakterze ogólnym z dostępnych w ofercie dla 1 semestru za min. 8 ECTS

Semestr 1

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
BHK	4	-	zaliczenie	O
Introduction to Nanotechnology	45	5,0	egzamin	O
Introduction to Statistical Data Analysis and Machine Learning methods	30	4,0	zaliczenie na ocenę	O
Physical Laboratory	45	4,0	zaliczenie	O
Atomistic Computer Modeling in Materials Science	45	5,0	egzamin	O
European Studies	30	4,0	egzamin	O
English language I	30	1,0	zaliczenie	O
Specialist Seminar	30	3,0	zaliczenie na ocenę	F
LabVIEW - programming for industry and research	45	5,0	zaliczenie na ocenę	F
Python - programming for industry and research	45	5,0	zaliczenie na ocenę	F

Student realizuje przedmioty z listy obowiązkowej dla semestru 2, dobierając przedmioty fakultatywne o charakterze ogólnym z dostępnych w ofercie dla 2 semestru za min. 8 ECTS

Semestr 2

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Nanostructures - properties and formation	45	5,0	egzamin	O
Scanning probe microscopies - imaging and touching of the nanoworld	30	4,0	egzamin	O
Organic electronics	30	4,0	egzamin	O
Advanced methods of material characterization	90	7,0	zaliczenie na ocenę	O
English language II	30	2,0	egzamin	O
Molecular modelling by quantum chemistry methods	45	5,0	egzamin	F
Molecular modelling of materials	45	5,0	egzamin	F
Molecular electronics	30	3,0	zaliczenie	F
Semiconductors	30	3,0	zaliczenie	F

Student realizuje przedmioty z listy obowiązkowej dla semestru 3, dobierając przedmioty fakultatywne o charakterze ogólnym z dostępnych w ofercie dla 3 semestru za min. 17 ECTS

Semestr 3

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Photonics – selected trends of modern photonics	45	5,0	egzamin	O
Thermodynamics and atomistic modelling of structural transformations in crystalline materials	30	3,0	egzamin	O
X-ray optics	30	4,0	egzamin	O
Intellectual Property	10	1,0	egzamin	O
Master thesis seminar I	30	2,0	zaliczenie	O
Master work laboratory I	120	10,0	zaliczenie	F
Polymers	30	4,0	egzamin	F
Photonic materials	30	3,0	zaliczenie	F
Memristive materials	30	3,0	zaliczenie	F

Student realizuje przedmioty z listy obowiązkowej dla semestru 4, dobierając przedmioty fakultatywne o charakterze ogólnym z dostępnych w ofercie ogólnowydziałowej za min. 5 ECTS. Przed rozpoczęciem każdego roku akademickiego kierownik studiów decyduje, które z zajęć o charakterze fakultatywnym, uruchamianych na Wydziale FAIS, zostaną udostępnione studentom AM&N w danym roku.

Semestr 4

Przedmiot	Liczba godzin	Punkty ECTS	Forma weryfikacji	
Master work laboratory II	210	18,0	zaliczenie	O
Master thesis seminar II	30	3,0	zaliczenie	O
Synchrotron radiation	30	5,0	egzamin	F
Facultative lectures of FAIS	30	5,0	egzamin	F

O - obowiązkowy
F - fakultatywny

Sylabusy



UNIwersytet
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Introduction to Nanotechnology

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology	Cykl kształcenia 2022/23
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.210.5e4bdac42088d.22
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe Angielski
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Dyscypliny Nauki fizyczne
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 1	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 5.0
	Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 15	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z istotą nanotechnologii.
C2	Uświadomienie słuchaczom multidyscyplinarności nanotechnologii.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	różnicę między nanonauką i nanotechnologią.	AMN_K2_W01	egzamin ustny

W2	różnicę między wytwarzaniem laboratoryjnym nanostruktur a ich produkcją przemysłową.	AMN_K2_W01	egzamin ustny
W3	prawa skalowania.	AMN_K2_W02	egzamin ustny, zaliczenie
W4	związek między strukturą a właściwościami nanomateriałów i nanostruktur.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02	egzamin ustny
W5	podstawy nanomechaniki.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02	egzamin ustny, zaliczenie
W6	podstawy nanoelektroniki	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02	egzamin ustny, zaliczenie
W7	podstawy opisu transportu ciepła oraz mechaniki płynów w nanoskali.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02	egzamin ustny, zaliczenie
W8	podstawowe elementy nanooptyki.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02	egzamin ustny, zaliczenie
W9	podstawy nanobiotechnologii i nanomedycyny.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02	egzamin ustny, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	rozwiązać elementarne problemy rachunkowe z zakresu nanonauki i nanotechnologii.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U08	zaliczenie
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	uzupełniania wiedzy z zakresu fizyki i chemii o zagadnienia dotyczące nanonauki i nanotechnologii.	AMN_K2_K02	egzamin ustny, zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	15	
przygotowanie do ćwiczeń	15	
rozwiązywanie zadań	15	
przygotowanie się do sprawdzianu zaliczeniowego	15	
konsultacje	10	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	10	
przygotowanie do egzaminu	15	
uczestnictwo w egzaminie	1	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 126	ECTS 5.0

Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45	ECTS 1.7
-----------------------------------	----------------------------	--------------------

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Nanotechnologia a nanonauka. Produkt nanotechnologii.	W1, W2, K1
2.	Prawa skalowania.	W3, U1
3.	Nanomateriały - przegląd. Materiały inżynierskie, nanocząstki, nanowarstwy.	W2, W4, K1
4.	Nanomechanika. Pomiar sił w nanoskali.	W5, U1, K1
5.	Nanoelektronika. Efekt rozmiarowy. Tunelowanie.	W6, U1, K1
6.	Zjawiska transportu w nanoskali - przekaz ciepła i mechanika płynów.	W7, U1, K1
7.	Nanooptyka. Nanocząstki metaliczne - rezonans plazmonowy. Nanocząstki półprzewodnikowe - kropki kwantowe. Optyka bliskiego pola.	W8, U1, K1
8.	Nanobiotechnologia - nanostruktury biomimetyczne. Nanomedycyna - nośniki leków i markery.	W9, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	(1) warunkiem przystąpienia do egzaminu jest pozytywne zaliczenie ćwiczeń; (2) pozytywna ocena w oparciu o prawidłową odpowiedź ustną na zadane pytania z treści wykładu
ćwiczenia	zaliczenie	(1) obecność na ćwiczeniach; (2) aktywne uczestnictwo w zajęciach; (3) pozytywna ocena ze sprawdzianu

Introduction to Statistical Data Analysis and Machine Learning methods

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.210.5e4bdac440a24.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

Okres Semestr 1	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć warsztaty: 30</p>	Liczba punktów ECTS 4.0
---------------------------	--	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Poznanie metod statystycznej analizy danych wraz z metodami uczenia maszynowego (Machine Learning)
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	podstawowe zagadnienia i problemy związane z statystyczną analizą danych oraz metodami uczenia maszynowego (Machine Learning)	AMN_K2_W06	zaliczenie na ocenę

Umiejętności - Student potrafi:			
U1	wykonać podstawową analizę statystyczną danych	AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
U2	wykonać podstawową analizę danych bazującą na technikach uczenia maszynowego (Machine Learning)	AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	praktycznego wykorzystania zdobytych umiejętności w zakresie statystycznej analizy danych	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
warsztaty	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	30	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120	ECTS 4.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0
Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
------------	--------------------------	--

1.	<p>Podczas warsztatów zostaną przedstawione podstawowe pojęcia z zakresu technik analizy danych statystycznych i metod uczenia maszynowego (Machine Learning). Najpierw studenci poznają podstawy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki. Następnie zostaną przedstawione metody szacowania niepewności dla danych eksperymentalnych. Później uczniowie poznają metody analizy danych eksperymentalnych pod kątem analizy korelacji i trendów. Studenci nauczą się również, jak poprawnie interpretować i podejmować decyzje na podstawie danych eksperymentalnych. Zaprezentowane zostaną również podstawowe pojęcia statystyki bayesowskiej. Zostaną wprowadzone metody uczenia maszynowego celem analizy dużej ilości wielowymiarowych danych. Pokazane zostaną metody redukcji danych (np. PCA) i wizualizacji (np. MDS). Uczniowie nauczą się również, jak klasyfikować dane przy użyciu różnych metod uczenia maszynowego (np. Random Forest) i dokonować predykcji. Studenci nauczą się praktycznych umiejętności w zakresie wprowadzonych technik i metod. Wszystkie powyższe zagadnienia będą realizowane w interaktywnej formie na podstawie licznych przykładów wraz z wykorzystaniem programów komputerowych przez studentów podczas warsztatów.</p>	W1, U1, U2, K1
----	--	----------------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia przedmiotowe, warsztaty

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
warsztaty	zaliczenie na ocenę	obecność na zajęciach oraz pozytywne zaliczenie kolokwium

Wymagania wstępne i dodatkowe

znajomość analizy matematycznej i algebry na poziomie akademickim

Physical Laboratory
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.210.5e4bdac45ba1e.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

<p>Okres Semestr 1</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 45</p>	<p>Liczba punktów ECTS 4.0</p>
-----------------------------------	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi metodami badań materiałów.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Student zna wybrane metody badania materiałów, w szczególności XRF, XRD, AFM, NMR, metody optyczne i dielektryczne.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W03, AMN_K2_W06	raport

W2	Student zna teorie fizyczne pozwalające zrozumieć rozpraszanie, absorpcję i fluorescencję promieniowania elektromagnetycznego w zastosowaniu do badania własności materiałów.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W03	raport
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Student potrafi zrozumieć instrukcje obsługi aparatury naukowej i stosownie z nimi potrafi obsłużyć aparaturę pomiarową: dyfraktometr XRD, mikroskop AFM, spektrometr NMR, pomiary fluorescencji XRF. Potrafi zaplanować eksperyment i pracować w grupie.	AMN_K2_U02, AMN_K2_U03, AMN_K2_U05, AMN_K2_U08, AMN_K2_U09	raport
U2	Student potrafi przeanalizować otrzymane dane eksperymentalne, wykonując potrzebne przeliczenia, potrafi przygotować wykresy, potrafi testować hipotezy badawcze stosując odpowiednie metody statystyki do redukcji ilości danych oraz potrafi krytycznie ocenić wiarygodność otrzymanych wyników.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	raport
U3	Student potrafi przygotować pisemny raport z przeprowadzonego ćwiczenia w języku angielskim	AMN_K2_U06, AMN_K2_U07	raport
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Student jest gotów do rozstrzygania praktycznych problemów związanych planowaniem pomiarów z zakresu właściwości materiałów, analizą otrzymanych danych i wyciągania wniosków z otrzymanych wyników.	AMN_K2_K01	raport
K2	Student jest gotów do pracy samodzielnej i pracy w zespole w celu rzetelnego i terminowego wykonywania powierzonych zadań.	AMN_K2_K03, AMN_K2_K06	raport

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
laboratoria	45	
przygotowanie raportu	45	
przygotowanie do ćwiczeń	10	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 100	ECTS 4.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45	ECTS 1.7
Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	Liczba godzin 45	ECTS 1.7

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Studenci realizują siedem ćwiczeń wybranych z poniższej listy: IM-1 Badanie tekstur ciekłych kryształów metodą polarymetryczną IM-2 Wyznaczanie przenikalności dielektrycznej nematyka IM-6a Magnetyczny rezonans jądrowy IM-11 Rentgenografia strukturalna materiałów krystalicznych IM-15 Badanie przewodności elektrycznej nanodrutów IM-16 Badanie właściwości optycznych kropek kwantowych IM-18 Badanie powierzchni materiałów za pomocą skaningowej mikroskopii sił atomowych AFM IM-20 Jakościowa i ilościowa analiza składu materiałów za pomocą XRF IM-23 Liniowy model pozytonowego tomografu komputerowego PET	W1, W2, U1, U2, U3, K1, K2
2.	Warsztaty prezentacji i analizy danych oraz spotkanie organizacyjne.	U2, U3, K2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	raport	Oddanie raportów z opracowanymi wynikami przeprowadzonych pomiarów, z poszczególnych ćwiczeń.



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Atomistic Computer Modeling in Materials Science

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology	Cykl kształcenia 2022/23
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.210.5e4bdac476aa4.22
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe Angielski
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Dyscypliny Nauki fizyczne
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 1	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 5.0
	Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 15, ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z komputerowymi metodami modelowania własności i struktury materiałów i nanostruktur, powszechnie stosowanymi w inżynierii materiałowej, fizyce, chemii i inżynierii mechanicznej. Dynamika molekularna i metody Monte Carlo są dogłębnie omawiane, od wprowadzenia do podstawowych pojęć po przegląd aktualnego stanu tych technik. Omówione są również niektóre z nowych metod modelowania mezoskopowego i wieloskalowego w kontekst rzeczywistych problemów związanych z materiałami (właściwości mechaniczne i termodynamiczne, przemiany fazowe, ewolucja mikrostruktury podczas przetwarzania).
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	Student zna i rozumie procedury stosowane w atomistycznym modelowaniu komputerowym	AMN_K2_W07	egzamin ustny, zaliczenie pisemne, projekt, raport, prezentacja
W2	Student posiada zdolność do przypisania odpowiednich pól siłowych do modelowania różnych rodzajów materiałów	AMN_K2_W07	egzamin ustny, zaliczenie pisemne, projekt, raport, prezentacja
W3	Student pzna i rozumie mocne i słabe strony związanych z MD i MC	AMN_K2_W07	egzamin ustny, zaliczenie pisemne, projekt, raport, prezentacja
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Student potrafi zastosować komercyjne i bezpłatne oprogramowanie dostępne w sieci do praktycznych zastosowań	AMN_K2_U01, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08, AMN_K2_U09	egzamin ustny, zaliczenie pisemne, projekt, raport, prezentacja
U2	Student potrafi określić przydatność podejścia MD i MC w określonych zastosowaniach praktycznych	AMN_K2_U01, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08, AMN_K2_U09	egzamin ustny, zaliczenie pisemne, projekt, raport, prezentacja
U3	Student potrafi rozróżnić różne pola siły i wybrać najodpowiedniejszy model oddziaływania dla konkretnego układu	AMN_K2_U01, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08, AMN_K2_U09	egzamin ustny, zaliczenie pisemne, projekt, raport, prezentacja
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Student jest gotów do wykorzystania zdobytej wiedzy w praktyce.	AMN_K2_K02, AMN_K2_K03, AMN_K2_K06	zaliczenie pisemne, projekt, raport, prezentacja

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	15
ćwiczenia	30
przygotowanie projektu	25
przygotowanie prezentacji multimedialnej	5
przeprowadzenie badań literaturowych	5
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	15
przygotowanie do ćwiczeń	5
Samodzielne rozwiązywanie zadań komputerowych	10

studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	10	
konsultacje	2	
przygotowanie referatu	5	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 127	ECTS 5.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45	ECTS 1.7

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Ogólne informacje o modelowaniu komputerowym	W1, U1, K1
2.	Tworzenie próbek (właściwe dobranie rozmiarów próbki, program do wizualizacji VMD)	W1, W3, U2, U3, K1
3.	Przyspieszanie obliczeń (lista najbliższych sąsiadów, logika połączonych komórek, okresowe warunki brzegowe)	W1, W3, U1, U2, U3, K1
4.	Przybliżone rozwiązywanie równań ruchu (metoda Verleta, metoda Verleta (prędkości), metoda predictor-corrector)	W1, W3, U1, U2, U3, K1
5.	Przybliżone rozwiązywanie równań ruchu, cd (wybór kroku czasowego)	W1, W3, U1, U2, U3, K1
6.	Opis oddziaływań międzyatomowych I (potencjały dwuciałowe)	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
7.	Opis oddziaływań międzyatomowych I (potencjały wielociałowe)	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
8.	Wprowadzenie temperatury i ciśnienia (skalowanie Berendsena, formalizm Langevina)	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
9.	Gotowe programy do modelowania komputerowego MD (LAMMPS - funkcje dodatkowe)	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
10.	Przyspieszanie obliczeń, cz. II (programowanie równoległe, OpenMP, MPICH)	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
11.	Metoda Monte Carlo (definicje, doświadczenie Buffona)	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
12.	Metoda Monte Carlo cz. II (obliczanie całek, metoda Metropolis)	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
13.	Metoda Monte Carlo cz. III (Kinetyczna metoda Monte Carlo)	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
14.	Metoda Monte Carlo cz. IV (generatory liczb losowych)	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1
15.	Gotowe programy do modelowania komputerowego	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia przedmiotowe, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena z ćwiczeń i z egzaminu
ćwiczenia	zaliczenie pisemne, projekt, raport, prezentacja	pozytywna ocena z kolokwium, wykonanie projektu, przygotowanie raportu, prezentacja wyników na seminarium. Ocena końcowa = ocena z kolokwium i zadań*0.6 + ocena z projektu*0.3 + ocena z prezentacji*0.1

Wymagania wstępne i dodatkowe

Brak



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

European Studies

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology	Cykl kształcenia 2022/23
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.210.5e4bdac491454.22
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe Angielski
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Dyscypliny Nauki o kulturze i religii
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0223Filozofia i etyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 1	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 4.0
	Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	wg sylabusu wybranego przedmiotu
----	----------------------------------

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	terminologię stosowaną w naukach humanistycznych lub społecznych oraz jej zastosowanie w obrębie pokrewnych dyscyplin naukowych.	AMN_K2_W09	według sylabusu wybranego przedmiotu.

Umiejętności - Student potrafi:			
U1	- student potrafi planować i realizować własne uczenie się, - student potrafi uzupełniać swoją wiedzę.	AMN_K2_U07, AMN_K2_U08, AMN_K2_U09	według sylabusu wybranego przedmiotu.
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	student jest gotów do wykorzystania wiedzy z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych w rozwiązywaniu problemów praktycznych.	AMN_K2_K03, AMN_K2_K04, AMN_K2_K06	według sylabusu wybranego przedmiotu.

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	45	
przygotowanie do egzaminu	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 105	ECTS 4.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	według sylabusu wybranego przedmiotu.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

według sylabusu wybranego przedmiotu.

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	według sylabusu wybranego przedmiotu.	według sylabusu wybranego przedmiotu.



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Specialist Seminar Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology	Cykl kształcenia 2022/23
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.210.5e4bdac4c6d32.22
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe Angielski
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Dyscypliny Nauki fizyczne
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 1	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę	Liczba punktów ECTS 3.0
	Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Rozwijanie umiejętności pracy nad wybranym zagadnieniem naukowym z wykorzystaniem specjalistycznej literatury.
C2	Wdrożenie studentów w problemy techniczne i merytoryczne towarzyszące przygotowaniu dłuższego wystąpienia w postaci referatu lub prezentacji o wybranym zagadnieniu naukowym i wykształcenie zdolności przygotowania takiego wydarzenia.
C3	Rozwijanie umiejętności pracy naukowej w formie dyskusji nad wybranym zagadnieniem naukowym, ze szczególnym naciskiem na umiejętność konstruktywnej krytycznej oceny wzajemnej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	problematykę naukową nanonauki i nanotechnologii zawartą w bieżącej literaturze branżowej.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W03, AMN_K2_W04, AMN_K2_W05, AMN_K2_W08	zaliczenie na ocenę, prezentacja
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	przeanalizować, krytycznie ocenić i przedstawić wyniki innych badaczy w oparciu o bieżącą literaturę branżową.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08	zaliczenie na ocenę, prezentacja
U2	aktywnie uczestniczyć w dyskusji prezentowanych wyników.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	uzupełnienia wiedzy w celu zrozumienia zadanego zagadnienia.	AMN_K2_K02	zaliczenie na ocenę, prezentacja
K2	wysłuchania wystąpienia dotyczącego wyników naukowych analiz oraz konfrontacji prezentowanych informacji ze swoją wiedzą.	AMN_K2_K02	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	25	
przeprowadzenie badań literaturowych	10	
konsultacje	10	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 75	ECTS 3.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Przygotowanie referatu/prezentacji na zadany temat z zakresu programu studiów.	W1, U1, K1

2.	Uczestnictwo w dyskusji.	U2, K2
----	--------------------------	--------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, burza mózgów, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie na ocenę, prezentacja	(1) Przedstawienie dwóch prezentacji na zadane tematy (2) obecność na zajęciach i czynny udział w dyskusjach

LabVIEW - programming for industry and research

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.210.5e4bdac4e1b68.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
--	---

Okres Semestr 1	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 45</p>	Liczba punktów ECTS 5.0
---------------------------	--	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Wprowadzenie w środowisko programistyczne LabVIEW. Tworzenie aplikacji kontrolujących urządzenia pomiarowe i analizujące sygnały, pracujących w trybie zwykłym oraz czasu rzeczywistego.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	podstawy programowania w środowisku programistycznym LabVIEW.	AMN_K2_W03	zaliczenie na ocenę

W2	zasady debugowania i optymalizacji programów napisanych w środowisku LabVIEW	AMN_K2_W03	zaliczenie na ocenę
W3	zasady komunikacji z urządzeniami pomiarowymi stosowanymi do pomiaru wielkości fizycznych.	AMN_K2_W03	zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	używać programowania sprzętowego oraz analizy sygnałów w pakiecie programistycznym LabVIEW.	AMN_K2_U02, AMN_K2_U08	zaliczenie na ocenę
U2	stworzyć projekt wykonujący zdefiniowane zadania, w szczególności odbierania i analizowania sygnałów.	AMN_K2_U02, AMN_K2_U08, AMN_K2_U09	zaliczenie na ocenę
U3	dokonać analizy działania oprogramowania i jego optymalizacji.	AMN_K2_U02	zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	pracy z najnowszym oprogramowaniem i sprzętem używanym w nauce i przemyśle do kontrolowania układów pomiarowych.	AMN_K2_K01, AMN_K2_K05	zaliczenie na ocenę
K2	zadawania pytań i prowadzenia w zespole dyskusji dotyczących tworzonego projektu.	AMN_K2_K01, AMN_K2_K03, AMN_K2_K05	zaliczenie na ocenę
K3	planowania wykonanie projektów i zarządzania grupą.	AMN_K2_K01, AMN_K2_K03	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
laboratoria	45	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
zapoznanie się z e-podręcznikiem	30	
przygotowanie projektu	20	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 125	ECTS 5.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45	ECTS 1.7
Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	Liczba godzin 45	ECTS 1.7

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tworzenie prostych aplikacji działających w środowisku LabVIEW.	W1, W2, U1, U3, K1

2.	Zaznajomienie się z podstawami programowania w trybie czasu rzeczywistego.	W1, W3, U1, U3, K1
3.	Tworzenie złożonych aplikacji obsługujących zewnętrzne urządzenia pomiarowe, w szczególności moduły karty PXI.	W2, W3, U1, U2, U3, K1, K3
4.	Dokonać analizy sygnałów generowanych przez aparaturę pomiarową.	W1, W3, U1, U3, K1
5.	Stworzyć złożony projekt wymagający planowania i pracy w grupie.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2, K3

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	zaliczenie na ocenę	Wykonanie zleconych aplikacji i projektów, które są oceniane. Dopuszczalny jest brak maksymalnie dwóch aplikacji z tym, że projekt końcowy musi być wykonany. Szczegóły zostaną przedstawione na pierwszych zajęciach

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowe umiejętności programowania.



Python - programming for industry and research
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology	Cykl kształcenia 2022/23
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.210.5e4bdac508621.22
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe Angielski
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki fizyczne
Profil studiów ogólnoakademicki	Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 1	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę	Liczba punktów ECTS 5.0
	Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 45	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z językiem Python, biblioteką standardową i wybranymi pakietami zewnętrznymi.
C2	Ćwiczenia w znajdowaniu rozwiązań dla wielu problemów, które pojawiają się w programowaniu związanym z pracą naukową.
C3	Wyrobienie umiejętności stosowania dobrych praktyk programowania, m. in. pisanie czytelnego kodu, testowanie programów, tworzenie dokumentacji.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
-----	-------------------	-------------------------------	--------------------

Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Student zna wbudowane typy danych, instrukcje i moduły języka Python.	AMN_K2_W06, AMN_K2_W07	zaliczenie na ocenę
W2	Student zna koncepcję programowania zorientowanego obiektowo.	AMN_K2_W06, AMN_K2_W07	zaliczenie na ocenę
W3	Student zna moduły do przetwarzania różnych plików tekstowych i graficznych.	AMN_K2_W06, AMN_K2_W07	zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Student potrafi tworzyć klasy i stosować metody specjalne.	AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
U2	Student potrafi korzystać z wyjątków i dekoratorów.	AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
U3	Student potrafi napisać moduł języka Python.	AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
U4	Student potrafi przygotować środowisko wirtualne do przeprowadzenia obliczeń.	AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
U5	Student potrafi wykonać obliczenia numeryczne w języku Python.	AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
U6	Student potrafi tworzyć wykresy ilustrujące wyniki pomiarów lub symulacji komputerowych.	AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
U7	Student potrafi stworzyć prostą aplikację graficzną.	AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Student rozumie potrzebę tworzenia czytelnych i wydajnych programów.	AMN_K2_K03, AMN_K2_K06	zaliczenie na ocenę
K2	Student rozumie rolę testowania programów.	AMN_K2_K03, AMN_K2_K06	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
laboratoria	45	
przygotowanie do zajęć	45	
przygotowanie projektu	60	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150	ECTS 5.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45	ECTS 1.7
Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	Liczba godzin 45	ECTS 1.7

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Wprowadzenie do języka Python - Python 2 vs Python 3; dokumenty PEP; narzędzia programisty (IDE, git).	U3, K1
2.	Typy i operacje - identyfikatory i słowa kluczowe; wbudowane typy danych (liczby, kolekcje, mapy); typy zmienne i niezienne; obsługa plików.	W1, U5, K1
3.	Instrukcje i wyrażenia - instrukcje złożone (instrukcja warunkowa, pętle for i while); list comprehensions; protokół iteracji.	W1, U3, K1
4.	Funkcje - definicje funkcji, łańcuchy dokumentacyjne; funkcje wbudowane; wyrażenia lambda; generatory; przetwarzanie argumentów.	W1, U3, K1
5.	Moduły - importowanie modułów; pakiety.	W1, W3, U3, K1, K2
6.	Klasy - definicje klas; atrybuty klas; metody specjalne i przeciążanie operatorów; dziedziczenie.	W2, U1, K1
7.	Wyjątki - obsługa wyjątków; menedżery kontekstu.	W2, U1, U2, K1, K2
8.	Dekoratory i metaklasy - metody statyczne i metody klasy; abstrakcyjne klasy bazowe; dekorator property.	W2, U2, K1
9.	Testowanie programów - korzystanie z assert; Test Driven Development (unittest).	W1, W2, U1, U2, K2
10.	Środowiska wirtualne - korzystanie z pip; korzystanie z venv i virtualenv.	W1, U4, K1
11.	Obliczenia numeryczne - korzystanie z numpy; przetwarzanie opcji wiersza poleceń.	W2, U3, U5, K1, K2
12.	Rysunki w Pythonie - korzystanie z Matplotlib i Gnuplot.	U6, K1
13.	Przetwarzanie plików - przetwarzanie danych; wyrażenia regularne; konwersja obrazów w PIL.	W3, U6
14.	Symulacje Monte Carlo - model Isinga.	U5, U6, K2
15.	Proste aplikacje graficzne z tkinter.	W2, U7, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

metoda projektów, rozwiązywanie zadań, ćwiczenia laboratoryjne, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	zaliczenie na ocenę	Obecność na zajęciach, wykonanie zadań programistycznych, przygotowanie projektu zaliczeniowego.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw informatyki i systemu operacyjnego Linux/UNIX.

Nanostructures – properties and formation

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.220.5e4bdac5653a7.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

<p>Okres Semestr 2</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 15</p>	<p>Liczba punktów ECTS 5.0</p>
-----------------------------------	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kursu jest zapoznanie studentów ze zjawiskami zachodzącymi w skali nano oraz z metodami analizy i wytwarzania nanostruktur.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	podstawowe zagadnienia w zakresie fizyki nanostruktur	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W05	egzamin ustny, zaliczenie

W2	zna podstawowe aspekty budowy i działania aparatury naukowej stosowanej do badań nanostruktur	AMN_K2_W03, AMN_K2_W08	egzamin ustny
W3	zna podstawowe aspekty wytwarzania nanostruktur	AMN_K2_W04, AMN_K2_W05	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	potrafi analizować problemy z zakresu nanotechnologii i znajdować ich rozwiązania w oparciu o poznane twierdzenia i metody	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	egzamin ustny, zaliczenie
U2	potrafi zaplanować wykorzystanie odpowiednich metod doświadczalnych do wytworzenia i analizy nanostruktur	AMN_K2_U02, AMN_K2_U04, AMN_K2_U06	egzamin ustny
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych	AMN_K2_K02	egzamin ustny, zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
ćwiczenia	15	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
przygotowanie do egzaminu	60	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 135	ECTS 5.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45	ECTS 1.7

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nanotechnologia we współczesnej elektronice. 2. Własności elektronowe układów 2, 1 i 0-wymiarowych. 3. Struktury 2-wymiarowe - powierzchnia i międzypowierzchnia, powstawanie 2-wymiarowego gazu elektronowego (2DEG). 4. Efekt tunelowy i jego zastosowanie w diodach tunelowych (RTD). 5. Międzypowierzchnia materiałów magnetycznych - powstawanie gigantycznego oporu magnetycznego (GMR, TMR). 6. Struktury 1-wymiarowe (nanodruty) - transport ładunku w układach 1-wymiarowych. 7. Struktury 0-wymiarowe (kropki kwantowe) i ich zastosowanie w urządzeniach jednoelektronowych. 8. Powstawanie nanostruktur poprzez syntezę - Fulereny i Nanorurki oraz ich wybrane zastosowania. 9. Wytwarzanie nanostruktur poprzez nanoszenie warstw w procesach fizycznych i chemicznych. 10. Wytwarzanie nanostruktur poprzez nanolitografię i trawienie. 11. Powstawanie nanostruktur w procesie samoorganizacji - własności i zastosowania. 12. Analiza i wytwarzanie nanostruktur przy użyciu mikroskopii bliskiego pola. 13. Dyfrakcyjna i spektroskopowa analiza nanostruktur. 14. Elektronika molekularna. 	W1, W2, W3, U1, U2, K1
----	---	------------------------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Warunkiem przystąpienia do egzaminu ustnego jest uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.
ćwiczenia	zaliczenie	Warunkiem uzyskania zaliczenia z ćwiczeń jest uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwium

Wymagania wstępne i dodatkowe

kursy z zakresu mechaniki, elektryczności i magnetyzmu oraz podstawy mechaniki kwantowej

Scanning probe microscopies – imaging and touching of the nanoworld

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.220.5e4bdac581ffe.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

<p>Okres Semestr 2</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 4.0</p>
-----------------------------------	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	zapoznanie studentów: - z zasadami działania technik mikroskopii skaningowych oraz - z badaniami właściwości fizykochemicznych materiałów, w skali nanometrowej, prowadzonych z wykorzystaniem tych mikroskopii.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	- zagadnienia dotyczące podstawowych oddziaływań w przyrodzie, - zasadę działania i budowę mikroskopii bliskich oddziaływań, - zagadnienia dotyczące oddziaływania wiązki elektronowej z materią, - zasadę działania i budowę mikroskopii elektronowych, w modzie wiązki skanującej i transmisyjnej; - mikroskopia zogniskowanej wiązki jonowej, - zagadnienia w zakresie nanonauki i nanotechnologii w badaniach których wykorzystywane są techniki mikroskopii skaningowej.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W05, AMN_K2_W08	egzamin pisemny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	- student potrafi zastosować zdobytą wiedzę w wyjaśnianiu zjawisk zachodzących w nanoskali; - student potrafi planować eksperymenty w celu wyznaczenia żądanych właściwości fizykochemicznych, w zakresie nanometrowym, badanych materiałów; - student potrafi zweryfikować otrzymane wyniki badań pod kątem ich wiarygodności (artefakty metody).	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03, AMN_K2_U05	egzamin pisemny
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	- student jest gotów do uznania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu praktycznych problemów w oparciu o zaawansowane techniki obrazowania, - student jest gotów do ciągłego uzupełniania swojej wiedzy w związku z dynamicznym rozwojem nauki.	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02, AMN_K2_K03, AMN_K2_K04	egzamin pisemny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
przeprowadzenie badań literaturowych	20	
przygotowanie do egzaminu	50	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 100	ECTS 4.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<p>W pierwszej części wykładu przedstawiona będzie technika skaningowej mikroskopii bliskich oddziaływań (Scanning Probe Microscope - SPM). Po wysłuchaniu wykładu student nabywa wiedzy o podstawowych oddziaływaniach występujących pomiędzy dwiema powierzchniami ciała stałego o różnych promieniach krzywizny przy odległościach nanometrowych. Zapoznaje się z zasadami działania oraz podstawowymi rozwiązaniami technicznymi skaningowej mikroskopii tunelowej, mikroskopii sił atomowych oraz skaningowej mikroskopii optycznej bliskiego pola. Technika SPM jest przedstawiona nie tylko jako mikroskopia ale także jako cenne narzędzie badania właściwości mechanicznych i elektronicznych materiałów. Student zapoznaje się z zastosowaniem mikroskopii bliskich oddziaływań do badania lokalnych właściwości próbek.</p> <p>W drugiej części kursu przedstawione będą podstawy mikroskopii elektronowej skaningowej (SEM) i transmisyjnej (TEM). Omówione zostaną: a) podstawy optyki elektronowej; b) teoria oddziaływania wysokoenergetycznej wiązki elektronowej z ciałem stałym, c) rezultaty rozpraszania sprężystego i niesprężystego elektronów; d) tworzenie i interpretacja obrazów elektronowych; e) dyfrakcja elektronów na płaszczyznach krystalograficznych w próbkach litych i cienkich foliach; f) preparatyka próbek do badań w SEM i TEM. Zasadnicza część będzie dotyczyć budowy i działania mikroskopów elektronowych wraz z ich dodatkowym wyposażeniem. Możliwości tej aparatury zostaną zilustrowane przykładami z zakresu inżynierii materiałowej (metale, ceramika, kompozyty, polimery i półprzewodniki).</p>	W1, U1, K1
----	--	------------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin pisemny	test jednokrotnego wyboru oraz pytania opisowe (otwarte).

Organic electronics
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.220.5e4bdac59e661.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

<p>Okres Semestr 2</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 4.0</p>
-----------------------------------	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem wykładu jest przybliżenie nowej technologii - elektroniki bazującej na półprzewodnikach organicznych
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	Student zna i rozumie podstawowe pojęcia opisujące półprzewodniki organiczne: poziomy energetyczne atomu i molekuly, hybrydyzacja orbitali atomowych, pasma energetyczne półprzewodnika, poziomy HOMO i LUMO, długość sprzężenia, dyspersyjny i niedyspersyjny transport ładunku	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W05, AMN_K2_W07	egzamin ustny
W2	Student zna i rozumie zasadę działania podstawowych technik eksperymentalnych służących badaniu właściwości optoelektronicznych organicznych materiałów sprzężonych: spektroskopia UV-VIS, pomiary stało- i zmiennie- prądowe, XPS/UPS, IPS	AMN_K2_W03	egzamin ustny
W3	Student zna i rozumie podstawowe zjawiska smooorganizacji w materiałach organicznych	AMN_K2_W04, AMN_K2_W05	egzamin ustny
W4	Student zna i rozumie zasadę działania podstawowych elementów elektronicznych: dioda (złącze p-n), tranzystor, dioda LED, ogniwo słonecznego, biosensor	AMN_K2_W05	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Student potrafi wyjaśnić podstawowe właściwości elektrooptyczne molekuł sprzężonych w oparciu o proste modele opisujące strukturę poziomów energetycznych	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U08	egzamin ustny
U2	Student potrafi interpretować wyniki pomiarów właściwości optoelektronicznych organicznych materiałów półprzewodnikowych	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03	egzamin ustny
U3	Student potrafi opisać jakie procesy zachodzą w trakcie fabrykacji urządzeń elektroniki plastikowej i potrafi zaproponować metody ich optymalizacji	AMN_K2_U04	egzamin ustny
U4	Student potrafi interpretować charakterystyki urządzeń elektroniki organicznej i potrafi ocenić ich parametry użytkowe	AMN_K2_U03, AMN_K2_U04	egzamin ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
przygotowanie do egzaminu	30	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	20	
konsultacje	10	
przeprowadzenie badań literaturowych	10	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 100	ECTS 4.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Struktura elektronowa molekuł sprzężonych	W1, W2, U1, U2
2.	Transport ładunku w materiałach organicznych	W1, W2, U1, U2
3.	Materiały i technologie elektroniki organicznej	W3, U3
4.	Budowa i zasada działania OFET, OLED, OPV, biosensorów	W4, U4

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zdanie egzaminu

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowy kurs fizyki ogólnej, termodynamiki, optyki



Advanced methods of material characterization

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology	Cykl kształcenia 2022/23
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.220.5e4bdac5b8cc5.22
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe Angielski
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Dyscypliny Nauki fizyczne
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 2	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie na ocenę	Liczba punktów ECTS 7.0
	Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 90	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami laboratoryjnymi stosowanymi w nauce o materiałach
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Student zna i rozumie najważniejsze metody eksperymentalne badań materiałowych	AMN_K2_W03, AMN_K2_W04	zaliczenie na ocenę

W2	Zna i rozumie budowę i zasadę działania podstawowych urządzeń używanych w badaniach materiałowych	AMN_K2_W01, AMN_K2_W03, AMN_K2_W04	zaliczenie na ocenę
W3	Zna i rozumie zasady planowania i przeprowadzania eksperymentów	AMN_K2_W03, AMN_K2_W09	zaliczenie na ocenę
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Student potrafi dobrać odpowiednie metody badawcze do problemu	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U05	zaliczenie na ocenę
U2	Student potrafi samodzielnie przeprowadzić eksperyment, przeanalizować dane i poprawnie zinterpretować wyniki	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03, AMN_K2_U05, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
U3	Student potrafi rzetelnie i komunikatywnie opisać wnioski płynące ze swoich badań	AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	zaliczenie na ocenę
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Pracy w zespole i wydajnego komunikowania się z innymi członkami zespołu	AMN_K2_K01, AMN_K2_K03	zaliczenie na ocenę
K2	Student jest gotowy do rozwijania własnych umiejętności w celu lepszego wykonywania swoich zadań	AMN_K2_K02, AMN_K2_K05, AMN_K2_K06	zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
laboratoria	90	
przygotowanie do zajęć	25	
przygotowanie raportu	90	
konsultacje	5	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 210	ECTS 7.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 90	ECTS 3.0
Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	Liczba godzin 90	ECTS 3.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	Zastosowania mikroskopii elektronowej Zastosowania mikroskopii bliskich oddziaływań Techniki synchrotronowe badań materiałów Właściwości materiałów fotonicznych Zastosowanie elementów optoelektronicznych i oraz laserów Tworzenie i analiza cienkich warstw Technologie polimerowe Efekty magnetyczne w nanoskali Wykorzystanie ciekłych kryształów	W1, W2, W3, U1, U2, U3, K1, K2
----	--	-----------------------------------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	zaliczenie na ocenę	zaliczenie wszystkich eksperymentów na co najmniej 3.0



Molecular modelling by quantum chemistry methods

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology	Cykl kształcenia 2022/23
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.220.5e4bdac5edf47.22
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe Angielski
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki chemiczne
Profil studiów ogólnoakademicki	Klasyfikacja ISCED 0531Chemia
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 2	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 5.0
	Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 15, ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem zajęć jest zapoznanie się z zastosowaniem metod kwantowo-chemicznych do opisu struktury elektronowej i właściwości prostych związków chemicznych. Studenci zapoznają się z podstawowymi aspektami modelowania kwantowo-chemicznego i stosują je praktycznie przy rozwiązywaniu wybranych przez siebie problemów struktury elektronowej i właściwości związków organicznych lub nieorganicznych spośród tematów zaproponowanych przez prowadzących lub tematów związanych z własną tematyką badawczą.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	Po ukończeniu kursu słuchacz ma podstawową wiedzę w zakresie dziedzin nauki o materiałach i nanotechnologii oraz w zakresie dziedzin nauk fizycznych i chemicznych. Rozumie oraz potrafi wytłumaczyć opisy prawidłowości, zjawisk i procesów wykorzystujące język matematyki, w szczególności potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe twierdzenia i prawa.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02	projekt, zaliczenie
W2	Zna wybrane metody obliczeniowe stosowane do rozwiązywania typowych problemów z zakresu nauki o materiałach i nanotechnologii oraz przykłady praktycznej implementacji takich metod z wykorzystaniem odpowiednich narzędzi informatycznych; zna podstawy programowania oraz inżynierii oprogramowania.	AMN_K2_W06, AMN_K2_W07	projekt, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Potrafi analizować problemy oraz znajdować ich rozwiązania w oparciu o poznane twierdzenia i metody, posiada umiejętność stosowania wybranych pakietów oprogramowania komputerowego i języków programowania komputerowego, potrafi uczyć się samodzielnie, potrafi zarządzać czasem.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U06, AMN_K2_U07, AMN_K2_U08	projekt, zaliczenie
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Student rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania, rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	AMN_K2_K02	projekt, zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	15	
ćwiczenia	30	
przygotowanie do ćwiczeń	30	
przygotowanie raportu	30	
przygotowanie do zajęć	15	
przeprowadzenie badań literaturowych	10	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 130	ECTS 5.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45	ECTS 1.7

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka kursu obejmuje zagadnienia związane z metodologią obliczeń stosowaną dla układów molekularnych, takie jak mechanika kwantowa (QM) w szczególności metody DFT.	W1, W2, U1, K1
2.	Praktyczne aspekty obliczeń, bazy funkcyjne (orbitalne analityczne, bazy numeryczne), funkcjonal korelacyjno-wymienny. Modelowanie właściwości fizykochemicznych i parametrów spektroskopowych, wielkości termodynamiczne, funkcje rozdziału. Analiza populacyjna i rzędów wiązań.	W1, W2, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza przypadków, metoda projektów, seminarium, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	projekt, zaliczenie	Wykonanie ćwiczeń w trakcie trwania zajęć. Kolokwium pisemne.
ćwiczenia	projekt, zaliczenie	Wykonanie ćwiczeń w trakcie trwania zajęć. Kolokwium pisemne.



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Molecular modelling of materials

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology	Cykl kształcenia 2022/23
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.220.5e4bdac61466f.22
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe Angielski
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Forma studiów studia stacjonarne	Dyscypliny Nauki chemiczne
Profil studiów ogólnoakademicki	Klasyfikacja ISCED 0531Chemia
Obligatoryjność fakultatywny	

Okres Semestr 2	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 5.0
	Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 15, ćwiczenia: 30	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Jedną z nowoczesnych metod badań materiałów jest modelowanie struktur i właściwości fizykochemicznych metodami kwantowo-chemicznymi. W ramach niniejszego kursu student będzie miał możliwość zapoznania się ze specyfiką aparatu chemii kwantowej zastosowanej do obliczeń ciała stałego, powierzchni oraz defektów. Omawiane przykłady i wykonywane obliczenia dotyczyć będą także zagadnień związanych z interpretacją danych spektroskopowych (np. IR, Raman, UV-Vis) oraz reaktywnością materiałów (modelowanie kinetyki reakcji powierzchniowych w ramach teorii stanu przejściowego).
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	Posiada i stosuje poszerzoną wiedzę z matematyki i fizyki pozwalającą na posługiwanie się metodami obliczeniowymi chemii kwantowej.	AMN_K2_W02	wyniki badań, zaliczenie
W2	Posiada i stosuje zaawansowaną wiedzę z zakresu metod obliczeniowych stosowanych w modelowaniu molekularnym materiałów.	AMN_K2_W07	wyniki badań, zaliczenie
W3	Posiada pogłębioną wiedzę z zakresu metod obliczeniowych chemii pozwalającą na samodzielną pracę badawczą.	AMN_K2_W06	wyniki badań, zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Potrafi w zaawansowany sposób korzystać z literatury fachowej, baz danych oraz innych źródeł informacji w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz ocenić rzetelność pozyskanych informacji.	AMN_K2_U04	wyniki badań, zaliczenie
U2	Absolwent potrafi odnieść wyniki modelowania kwantowo-chemicznego do innych dyscyplin naukowych.	AMN_K2_U03	wyniki badań, zaliczenie
U3	Absolwent potrafi zna język angielski w stopniu niezbędnym do posługiwania się specjalistyczną bieżącą literaturą fachową w zakresie chemii obliczeniowej.	AMN_K2_U07	wyniki badań, zaliczenie
U4	Samodzielnie planuje i wykorzystuje obliczenia kwantowo-chemiczne do konfrontacji z wynikami doświadczalnymi oraz krytycznie ocenia wyniki obliczeń.	AMN_K2_U03	wyniki badań, zaliczenie
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Absolwent jest gotów do stałego poszerzania wiedzy w zakresie chemii kwantowej i chemii obliczeniowej.	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02	wyniki badań, zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	15
ćwiczenia	30
zbieranie informacji do zadanej pracy	10
przeprowadzenie badań literaturowych	10
przygotowanie do ćwiczeń	30
studiowanie literatury wskazanej przez prowadzącego zajęcia	10
przygotowanie do sprawdzianu	15
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30

Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150	ECTS 5.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45	ECTS 1.7

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka kursu obejmuje zagadnienia związane z metodologią obliczeń stosowaną dla układów niemolekularnych, takie jak mechanika molekularna (MM) i mechanika kwantowa (QM) w szczególności metody DFT. Przybliżenie klasterowe (metody terminacji modelu), metody hybrydowe (QM/MM), obliczenia periodyczne.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, K1
2.	Praktyczne aspekty obliczeń, bazy funkcyjne (orbitalne scentrowane, fale płaskie), funkcjonal korelacyjno-wymienny. Zagadnienia symetrii sieci, przestrzeń odwrotna, strefa Brillouina, twierdzenie Blocha, powierzchnia Fermiego, struktura pasmowa ciała stałego.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, K1
3.	Modelowanie właściwości fizykochemicznych i parametrów spektroskopowych, wielkości termodynamiczne, funkcje rozdziału. W szczególności omawiane będą następujące zagadnienia: obliczenia periodyczne i klasterowe (energia powierzchniowa, tensor naprężenia, morfologia nanoziaren, periodyczne warunki brzegowe, ślab, defekty); obliczenia wielkości spektroskopowych (obliczenia parametrów widm spektroskopii oscylacyjnej); obliczenia periodyczne (lokalizacja i energetyka stanów przejściowych, modelowanie procesów adsorpcji i kinetyki ab-initio, obliczenia pracy wyjścia i widma gęstości stanów elektronowych (DoS), symulacja obrazów STM (skaningowej mikroskopii tunelowej)	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, analiza przypadków, ćwiczenia laboratoryjne

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	wyniki badań, zaliczenie	Wykonanie ćwiczeń w trakcie zajęć. Kolokwium pisemne.
ćwiczenia	wyniki badań, zaliczenie	Wykonanie ćwiczeń w trakcie zajęć. Kolokwium pisemne.

Molecular electronics
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.220.5e4bdac62eeb3.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
--	---

<p>Okres Semestr 2</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 3.0</p>
-----------------------------------	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem seminarium jest zapoznanie studentów ze zjawiskami transportu ładunków zachodzącymi w układach molekularnych
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	podstawowe mechanizmy transferu ładunku i przełączania w złączach molekularnych	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02	prezentacja

W2	różne techniki formowania złączy molekularnych	AMN_K2_W03, AMN_K2_W04	prezentacja
W3	różne zastosowania złączy molekularnych w elementach elektronicznych	AMN_K2_W04, AMN_K2_W05	prezentacja
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	potrafi analizować problemy z zakresu elektroniki molekularnej w oparciu o poznane mechanizmy transportu ładunku w złączach molekularnych	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U06, AMN_K2_U07	prezentacja
U2	potrafi zaplanować wykorzystanie odpowiednich metod doświadczalnych do wytworzenia i analizy złączy molekularnych na potrzeby elektroniki molekularnej	AMN_K2_U02, AMN_K2_U04, AMN_K2_U06, AMN_K2_U07	prezentacja
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych	AMN_K2_K05	prezentacja

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	10	
przeprowadzenie badań literaturowych	50	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90	ECTS 3.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawowe modele przewodnictwa molekularnego: tunelowanie i procesy aktywowane termicznie 2. Spektroskopia w złączu molekularnym: I(V), TSV, IETS 3. Formowanie złącza z pojedynczą molekułą – SPM, "brake junctions", metody samoorganizacyjne 4. Forowanie złącza z monowarstwą – złącze permanentne (depozycja metalu) 5. Forowanie złącza z monowarstwą – złącze chwilowe (złącze ciekłometaliczne) 6. Wpływ elektrody na działanie złącza molekularnego 7. Wpływ grupy wiążącej na złącze molekularne 8. Wpływ łańcucha molekularnego na przewodnictwo (układy przewodzące i izolujące) 9. Diody molekularne - formowanie i możliwe mechanizmy działania 10. Przełączniki molekularne – przełączanie elektryczne 11. Przełączniki molekularne – przełączanie optyczne 12. Przełączniki molekularne – interferencje kwantowe 13. Molekularne złącza termoelektryczne 14. Tranzystory molekularne: SAMFET 	W1, W2, W3, U1, U2, K1
----	---	------------------------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, burza mózgów, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	ocena w oparciu o jakość prezentacji: 40% - treści merytoryczne; 30% - sposób prezentacji 30% - strona techniczna prezentacji

Semiconductors

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.220.5e4bdac64a32c.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
--	---

<p>Okres Semestr 2</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 3.0</p>
-----------------------------------	--	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	aktualne kierunki rozwoju i najnowsze odkrycia w zakresie nauki o materiałach i nanotechnologii Student zna i rozumie procesy wytwarzania nanomateriałów, nanostruktur i zaawansowanych materiałów	AMN_K2_W03, AMN_K2_W04	prezentacja
Umiejętności - Student potrafi:			

U1	znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, czasopismach naukowych, bazach danych i innych źródłach Student potrafi komunikować się z różnymi odbiorcami, na tematy związane z ukończonym kierunkiem, w formie pisemnej, jak i w formie prezentacji ustnej lub dyskusji, również w języku angielskim	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U06	prezentacja
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	uznania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów praktycznych bazujących na zastosowaniu różnorodnych materiałów Student jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i jej uzupełniania w związku z dynamicznym rozwojem nauki o materiałach i nanotechnologii Student jest gotów do współpracy w grupie i przyjmowania w niej różnych ról; rozumie konieczność rzetelnego i terminowego wykonywania swojego zadania	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02, AMN_K2_K03, AMN_K2_K05, AMN_K2_K06	prezentacja

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	45	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 75	ECTS 3.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<p>Proponowane tematy prezentacji</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Metoda Czochralskiego hodowli kryształów (Należy także omówić podstawy procesu krystalizacji, wymagania dotyczące czystości procesu, domieszkowanie kryształów podczas wzrostu oraz zjawiska segregacji powierzchniowej) 2. Krzem - podstawowy materiał dla elektroniki (Należy omówić strukturę krystaliczną krzemu, właściwości termiczne, właściwości elektryczne krzemu czystego i domieszkowanego.) 3. Budowa tranzystora FET i kluczowe materiały 4. Utlenianie powierzchniowe krzemu, tlenek krzemu 5. Domieszkowanie półprzewodników poprzez dyfuzję i implantację-procesy oddziaływania energetycznych jonów z ciałem stałym oraz termicznej dyfuzji w objętości oraz zastosowania tych procesów dla elektroniki. 6. Proces litograficzny dla krzemowych układów scalonych wielkiej skali integracji. (Należy omówić współczesną (nano)technologię produkcji układów scalonych na bazie krzemu.) 7. Półprzewodniki III-V (Należy omówić strukturę krystaliczną, właściwości termiczne, właściwości elektryczne, zastosowania.) 8. Budowa magistrali światłowodowej do przesyłania danych. Należy omówić technologię DWDM (dense wave division multiplexing), oraz urządzenia i materiały kluczowe dla realizacji tej technologii. 9. Diody świecące LED - budowa i działanie LED-ów oraz materiały stosowane dla urządzeń emitujących promieniowanie podczerwone i światło o różnych barwach. 10. Ogniwa fotowoltaiczne-budowa i działanie ogniw fotogalwanicznych oraz stosowane materiały 11. Lasery półprzewodnikowe 12. Złącze p-n (rozwiązanie z r. Poissona) 13. Dwuwymiarowy gaz elektronów przy powierzchniach półprzewodników. 14. Grafen i nanorurki jako materiały dla elektroniki. 	W1, U1, K1
----	---	------------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	Obecność na zajęciach, pozytywna ocena z prezentacji

Photonics – selected trends of modern photonics
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.240.5e4bdac6a38b0.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

<p>Okres Semestr 3</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30, ćwiczenia: 15</p>	<p>Liczba punktów ECTS 5.0</p>
-----------------------------------	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Celem kształcenia jest zaznajomienie studenta z zaawansowanymi zagadnieniami współczesnej fotoniki, w tym zagadnieniami związanymi z oddziaływaniem światła z materią (także optyczne oddziaływania nieliniowe), zasadą działania i budową laserów, telekomunikacją, plazmoniką oraz ośrodkami posiadającymi nietrywialne własności fizyczne (kryształy fotoniczne, metamateriały).
C2	Celem jest przedstawienie różnic pomiędzy klasycznym i kwantowym opisem światła oraz omówienie wybranych zjawisk, które mogą być opisane w każdym z podejść.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
-----	-------------------	-------------------------------	--------------------

Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Student zna i rozumie podstawowe zjawiska optyczne, do których dochodzi podczas oddziaływania światła z materią, w tym optyczne zjawiska nieliniowe.	AMN_K2_W02, AMN_K2_W05, AMN_K2_W08	egzamin ustny
W2	Student zna i rozumie podstawy działania i konstrukcji laserów oraz wyjątkowych właściwości światła laserowego.	AMN_K2_W03, AMN_K2_W08	egzamin ustny
W3	Student zna i rozumie opis propagacji światła w falowodach optycznych oraz zasadę działania podstawowych elementów sieci telekomunikacyjnych.	AMN_K2_W02, AMN_K2_W03	egzamin ustny
W4	Student zna i rozumie podstawy fizyczne odpowiadające za unikalne właściwości fizyczne takich ośrodków jak kryształy fotoniczne i metamateriały.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W05	egzamin ustny
W5	Student zna i rozumie różnice opisu klasyczne i kwantowego światła oraz umie zidentyfikować zjawiska możliwe do opisu w każdym z podejść.	AMN_K2_W02, AMN_K2_W05	egzamin ustny
W6	Student zna i rozumie zjawiska, do których dochodzi na granicy między dielektrykiem i metalem, zna pojęcie plasmonu oraz jego właściwości.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Student potrafi opisać zjawiska, do jakich dochodzi podczas oddziaływania światła z materią.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
U2	Student potrafi zidentyfikować nieliniowe zjawiska optyczne oraz określić warunki, dla których do takich zjawisk dochodzi.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
U3	Student potrafi opisać działanie i budowę laserów oraz określić podstawowe właściwości światła laserowego.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
U4	Student potrafi opisać propagację światła w falowodach optycznych oraz umie nazwać i opisać podstawowe elementy sieci telekomunikacyjnych.	AMN_K2_U04	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
U5	Student potrafi wytłumaczyć fizyczne podstawy unikalnych właściwości kryształów fotonicznych i metamateriałów.	AMN_K2_U02, AMN_K2_U03	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
U6	Student potrafi opisać zjawiska, do których dochodzi na granicy między dielektrykiem i metalem oraz umie wytłumaczyć pojęcie plazmonu i jego właściwości.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Student jest gotów do podejmowania wyzwań z zakresu fotoniki.	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02, AMN_K2_K05	egzamin ustny, zaliczenie na ocenę

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
wykład	30

ćwiczenia	15	
przygotowanie do egzaminu	60	
przygotowanie do ćwiczeń	15	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150	ECTS 5.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 45	ECTS 1.7

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Oddziaływanie światła z materią	W1, U1, K1
2.	Optyczne zjawiska nieliniowe	W1, U1, K1
3.	Podstawy działania i budowy laserów oraz właściwości i zastosowania światła laserowego.	W2, U2, K1
4.	Zjawiska na granicy pomiędzy dielektrykiem i metalem, plazmon zlokalizowany i powierzchniowy.	W6, U6, K1
5.	Ośrodki z unikalnymi właściwościami optycznymi (kryształy fotoniczne, metamateriały)	W4, U4, K1
6.	Falowody optyczne; światłowody; światłowodowe sieci telekomunikacyjne.	W3, U3, K1
7.	Podstawy optyki kwantowej.	W5, U5, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, konsultacje

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	Zdany egzamin z podanego zestawu zagadnień, które obejmuje wykład.
ćwiczenia	zaliczenie na ocenę	Forma zaliczenia każdorazowo ustalana będzie ze studentami na podstawie ich preferencji oraz wcześniejszego doświadczenia (możliwości: ćwiczenia tablicowe, projekty naukowe, prezentacje)

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość zagadnień elektryczności i magnetyzmu, w tym wiedza z zakresu równań Maxwella oraz transformacji zmiennych na granicy dwóch ośrodków.

Znajomość podstawowych zagadnień optyki, w tym wiedza z zakresu równania falowego i równania Helmholtza, różnych

typy fal, zjawisk optycznych - odbicie załamanie, interferencja, dyfrakcja oraz umiejętność opisu propagacji światła w ośrodkach materialny.

Znajomość podstawowych pojęć mechaniki kwantowej i fizyki atomowej, w tym przede wszystkim wiedza dotycząca struktury energetycznej atomów (poziomy energetyczne) i ciał stałych (podstawy teorii pasmowej).

Thermodynamics and atomistic modelling of structural transformations in crystalline materials

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.240.5e4bdac6be87a.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

<p>Okres Semestr 3</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 3.0</p>
-----------------------------------	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z analitycznymi metodami modelowania przemian strukturalnych w materiałach opartymi o termodynamikę statystyczną
C2	Zapoznanie studentów z analitycznymi metodami modelowania przemian strukturalnych w materiałach opartymi o techniki Monte Carlo

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
-----	-------------------	-------------------------------	--------------------

Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Podstawy termodynamiki: 1. Metody określania stanów równowagi termodynamicznej. 2. Potencjały termodynamiczne – geneza i warunki stosowania 3. Statystyczny opis układu makroskopowego (składającego się z wielu atomów/cząsteczek chemicznych) – stany makro- i mikroskopowe, rozkład prawdopodobieństwa występowania stanów mikroskopowych 4. Potencjały termodynamiczne w ujęciu termodynamiki statystycznej 5. Podstawy zastosowania symulacji Monte Carlo w termodynamice statystycznej – próbkowanie proste i ważone, równanie Master, warunek równowagi szczegółowej	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W06	egzamin ustny
W2	Termodynamika statystyczna roztworu idealnego i regularnego	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W05	egzamin ustny
W3	Model Isinga-Kawasaki i metody jego rozwiązywania: 1. Przybliżenie Bragga-Williamsa 2. Hierarchia modeli wariacji klastrów (CVM)	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W05, AMN_K2_W07	egzamin ustny
W4	Termodynamika tworzenia nadstruktur i rozpadu układów dwuskładnikowych w przybliżeniu Bragga-Williamsa	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W05, AMN_K2_W06, AMN_K2_W07	egzamin ustny
W5	Podstawy teorii dyfuzji w skali atomowej, równanie Einsteina-Smoluchowskiego	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W06, AMN_K2_W07	egzamin ustny
W6	Podstawy metody "pola faz" (Phase Field) - teoria rozpadu spinodalnego	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W05, AMN_K2_W07	egzamin ustny
W7	Termodynamika tworzenia nadstruktur w układach dwuskładnikowych w przybliżeniu "statycznych fal koncentracji" (SCW)	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W05, AMN_K2_W06, AMN_K2_W07	egzamin ustny
W8	Metody symulacyjne w zakresie termodynamiki konfiguracyjnej	AMN_K2_W05, AMN_K2_W06, AMN_K2_W07	egzamin ustny
W9	Modelowanie kinetyki tworzenia nadstruktur i rozpadu w układach dwuskładnikowych.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W04, AMN_K2_W05, AMN_K2_W07	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	posługiwać się podstawowymi pojęciami i technikami termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08	egzamin ustny
U2	konstruować proste modele termodynamiczne roztworów stałych	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08	egzamin ustny

U3	posługiwać się modelem Isinga-Kawasaki i konstruować modele roztworów stałych w ramach przybliżeń hierarchii CVM	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08	egzamin ustny
U4	interpretować wyniki badań samodyfuzji i dyfuzji znacznika w kategoriach migracji atomów/molekuł	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U06	egzamin ustny
U5	student rozumie podstawy techniki Phase-Field	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U06	egzamin ustny
U6	modelować procesy tworzenia nadstruktur w roztworach stałych metodą statycznych fal koncentracji	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U06	egzamin ustny
U7	zastosować elementy teorii dyfuzji do modelowania procesów nierównowagowych w krystalicznych układach wieloskładnikowych	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08	egzamin ustny
U8	zaplanować i podjąć pracę w zakresie modelowania przemian strukturalnych w układach wieloskładnikowych metodami symulacji w skali atomowej	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08, AMN_K2_U09	egzamin ustny
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	podjęcia pracy na rzecz społeczeństwa przy wykorzystaniu wiedzy i umiejętności z zakresu termodynamiki konfiguracyjnej	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02, AMN_K2_K03, AMN_K2_K04, AMN_K2_K05, AMN_K2_K06	egzamin ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
przygotowanie do egzaminu	22	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	22	
uczestnictwo w egzaminie	1	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 75	ECTS 3.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Podstawy termodynamiki fenomenologicznej	W1, U1, K1
2.	Podstawy termodynamiki statystycznej	W1, U1, K1
3.	Termodynamika statystyczna roztworu idealnego	W2, U1, U2, K1
4.	Termodynamika statystyczna roztworu nieidealnego (regular solution) - ścieżka rozumowania prowadząca do określenia konfiguracji atomów w stanie równowagi.	W2, U1, U2, K1
5.	Modele energii konfiguracyjnej roztworu nieidealnego	W3, U2, U3, K1
6.	Istota trudności uniemożliwiającej dokładne rozwiązanie modelu Isinga roztworu nieidealnego	W1, W2, W3, U1, U2, K1
7.	Podstawy zastosowania symulacji Monte Carlo w termodynamice statystycznej - próbkowanie proste i ważne, równanie Master, warunek równowagi szczegółowej. Symulacyjne generowanie równowagowych konfiguracji atomowych i koncentracji defektów w układach wieloskładnikowych.	W1, W2, W8, U2, K1
8.	Zasady i podstawowe założenia metody „wariacji klasterów” (CVM)	W3, U3, K1
9.	Zasady i podstawowe założenia przybliżenia Bragga-Williamsa - na czym polega to przybliżenie, co się w nim przybliża. Własności roztworów nieidealnych w przybliżeniu Bragga-Williamsa - od czego zależy charakter konfiguracji roztworów nieidealnych w stanie równowagi.	W3, U3, K1
10.	Charakterystyka przemian fazowych „porządek-nieporządek” w układach dwuskładnikowych.	W4, U3, K1
11.	Teoria dyfuzji w skali atomowej	W5, U4, U6, K1
12.	Teoria rozpadu spinodalnego - przykład modelowania metodą Phase Field	W6, U5, U7, U8, K1
13.	Model statycznych fal koncentracji (SCW) w termodynamice konfiguracyjnej	W7, U6, K1
14.	Model prawdopodobieństwa ścieżki (PPM) - modelowanie kinetyki przemian konfiguracyjnych	W9, U8, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, metody e-learningowe, ćwiczenia przedmiotowe

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywny wynik egzaminu

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej

X-ray optics
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.240.5e4bdac6d9ff2.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

<p>Okres Semestr 3</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 4.0</p>
-----------------------------------	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

G1	<p>Celem wykładu jest przedstawienie studentom podstawowej wiedzy z nowoczesnej optyki rentgenowskiej. Główny nacisk zostanie położony na omówienie rentgenowskich technik doświadczalnych (mikroskopii, nano- i mikrotomografii, spektroskopii, dyfrakcji) służących do charakteryzacji materiałów. Po wykładzie student będzie posiadał podstawową wiedzę na temat aparatury, formalizmu i możliwości laboratoryjnych jak i synchrotronowych rentgenowskich metod badań materiałów. Omówione zostaną zastosowania technik rentgenowskich w nauce, przemyśle i medycynie. Innym ważnym aspektem diskutowanym na wykładzie będzie zastosowanie nanotechnologii w wytwarzaniu źródeł promieniowania rentgenowskiego i rentgenowskich elementów optycznych.</p>
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
-----	-------------------	-------------------------------	--------------------

Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	klasyczne i kwantowe teorie opisujące oddziaływanie promieniowania rentgenowskiego z materią.	AMN_K2_W02	egzamin ustny
W2	podstawy działania rentgenowskich technik eksperymentalnych wykorzystywanych w badaniach materiałowych.	AMN_K2_W03	egzamin ustny
W3	techniki i procesy wytwarzania nanostrukturyzowanych rentgenowskich elementów optycznych.	AMN_K2_W04	egzamin ustny
W4	podstawy metod numerycznych stosowanych do analiz danych uzyskiwanych w eksperymentach z użyciem promieniowania X	AMN_K2_W06	egzamin ustny
W5	zaawansowane techniki dyfrakcji i obrazowania rentgenowskiego stosowane w badaniach materiałowych	AMN_K2_W08	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	dobrac aparaturę i metodę rentgenowską służącą do zbadania wybranych właściwości fizykochemicznych badanego materiału.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U06	egzamin ustny
U2	dobrac narzędzia numeryczne do analizy eksperymentów rentgenowskich w badaniach fizykochemicznych materiałów.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03	egzamin ustny
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	praktycznego zastosowania metod rentgenowskich w nauce, przemyśle i medycynie.	AMN_K2_K02, AMN_K2_K04, AMN_K2_K05	egzamin ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
przygotowanie do egzaminu	60	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 120	ECTS 4.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
------------	--------------------------	--

1.	Źródła promieniowania X (mikro i nanoźródła laboratoryjne, synchrotrony, źródła oparte o lasery)	W1, W2, U1, K1
2.	Oddziaływanie promieniowania X z materią	W1
3.	Rentgenowskie elementy optyczne	W1, W3
4.	Detektory promieniowania X	W1, W2, U1
5.	Spektroskopia rentgenowska	W1, W2, W4, U1, U2
6.	Mikroskopia i tomografia rentgenowska	W2, W4, W5, U1, U2, K1
7.	Dyfrakcja rentgenowska i problem fazowy	W1, W2, W4, W5, U1, U2, K1
8.	Obrazowanie koherentne i ptychografia	W2, W3, W4, W5, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	passing the oral exam (grading scale 2.0: 0.5: 5.0)

Wymagania wstępne i dodatkowe

Wiadomości na poziomie wstępnego wykładu z optyki lub z ogólnego wykładu z podstaw fizyki



Intellectual Property
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology	Cykl kształcenia 2022/23
Ścieżka -	Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.240.5cb093e4624a9.22
Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	Języki wykładowe Angielski
Poziom kształcenia drugiego stopnia	Dyscypliny Nauki prawne
Forma studiów studia stacjonarne	Klasyfikacja ISCED 0421Prawo
Profil studiów ogólnoakademicki	
Obligatoryjność obowiązkowy	

Okres Semestr 3	Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin	Liczba punktów ECTS 1.0
	Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 10	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	ukazanie najważniejszych wyzwań związanych ze stosowaniem zasad własności intelektualnej, w tym szczególnie prawa autorskiego, w procesie kształcenia
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	teoretyczne podstawy własności intelektualnej, ze szczególnym uwzględnieniem prawa autorskiego	AMN_K2_W09	esej

W2	wyzwania stojące przed nim w procesie stosowania zasad prawa autorskiego w codziennej pracy naukowo-badawczej i w edukacji	AMN_K2_W09	esej
W3	czym jest plagiat i jakie niesie za sobą konsekwencje dla autora oraz osoby dokonującej naruszenia praw autorskich	AMN_K2_W09	esej
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zrozumieć i wyjść na przeciw wymaganiom formalnym związanym z procesem przygotowywania pracy naukowej	AMN_K2_U08, AMN_K2_U09	esej
U2	w jaki sposób należy zdefiniować problemy związane z naruszeniem prawa autorskich w kazusach przedstawianych podczas zajęć	AMN_K2_U08, AMN_K2_U09	esej

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	10	
przygotowanie eseju	20	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 30	ECTS 1.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 10	ECTS 0.4

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Law and property: what is intellectual property; brief history of intellectual property; industrial property; copyright; the scope of fair use; plagiarism in theory and practice;	W1, W2, W3, U1, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład z prezentacją multimedialną, rozwiązywanie zadań

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	esej	written assessment

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość języka angielskiego w mowie i piśmie.

Master thesis seminar I
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.240.5e4bdac70a8b7.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

<p>Okres Semestr 3</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 2.0</p>
-----------------------------------	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Rozwijanie umiejętności prezentacji własnych wyników badań naukowych
C2	Rozwijanie umiejętności prowadzenia dyskusji naukowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	temat i wagę prowadzonych przez siebie badań w ramach pracy magisterskiej	AMN_K2_W01, AMN_K2_W03, AMN_K2_W04, AMN_K2_W07	prezentacja
W2	kierunki rozwoju dziedziny, w ramach której przygotowuje pracę magisterską	AMN_K2_W01, AMN_K2_W04, AMN_K2_W05, AMN_K2_W07	prezentacja
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zaprezentować swoje badania naukowe prowadzone w ramach pracy magisterskiej	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U04, AMN_K2_U07	prezentacja
U2	zaprezentować kierunki rozwoju dziedziny, w ramach której przygotowuje pracę magisterską	AMN_K2_U01, AMN_K2_U03, AMN_K2_U05, AMN_K2_U07	prezentacja
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	przygotowanie pracy magisterskiej	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02, AMN_K2_K05	prezentacja

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	10	
przeprowadzenie badań literaturowych	20	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 60	ECTS 2.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Prezentacja tematu badawczego swojej pracy magisterskiej	W1, U1, K1
2.	Prezentacja wybranych tematów badawczych z dziedziny zaawansowanych materiałów w oparciu publikacje naukowe z ostatnich kilku lat	W2, U2

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, burza mózgów, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	ocena w oparciu o jakość prezentacji: 40% - treści merytoryczne; 30% - sposób prezentacji 30% - strona techniczna prezentacji

Wymagania wstępne i dodatkowe

obecność na zajęciach jest obowiązkowa

Master work laboratory I
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.240.5e4bdac726378.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
--	---

<p>Okres Semestr 3</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 120</p>	<p>Liczba punktów ECTS 10.0</p>
-----------------------------------	--	--

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przygotowanie pracy magisterskiej.
----	------------------------------------

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	student zna na dużym poziomie szczegółowości zagadnienia z obszaru nauki dotyczącego tematu pracy magisterskiej.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W03, AMN_K2_W04, AMN_K2_W05, AMN_K2_W06, AMN_K2_W07	zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	- student potrafi stosować zdobytą wiedzę i umiejętności do zaplanowania i realizacji projektu badawczego, - student potrafi wyszukać potrzebne informacje w literaturze fachowej, - student potrafi krytycznie analizować uzyskane wyniki.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U05, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	- student jest gotów do pracy w laboratorium badawczym, w różnych rolach, w tym do pracy w grupie badawczej, - student potrafi podjąć odpowiedzialność związaną z wykonywaniem badań i komunikowaniem rezultatów.	AMN_K2_K01, AMN_K2_K03, AMN_K2_K04, AMN_K2_K05, AMN_K2_K06	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
laboratoria	120	
zbieranie informacji do zadanej pracy	50	
analiza i przygotowanie danych	50	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	50	
konsultacje	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 300	ECTS 10.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 120	ECTS 4.0
Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	Liczba godzin 120	ECTS 4.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka pracy oraz związany z tym zakres pracy laboratoryjnej są określane indywidualnie przez promotora pracy magisterskiej.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, dyskusja, konsultacje, ćwiczenia laboratoryjne, planowanie i realizacja eksperymentu naukowego

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	zaliczenie	Student wykonuje prace laboratoryjne i/lub opracowania w zakresie wyznaczonym przez promotora pracy magisterskiej. O fakcie zaliczenia promotor informuje koordynatora przedmiotu.



UNIWERSYTET
JAGIELLOŃSKI
W KRAKOWIE

Polymers

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.240.5e4bdac742344.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>	
<p>Okres Semestr 3</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 4.0</p>

Cele kształcenia dla przedmiotu

G1	Wprowadzenie do nauki o polimerach: makromolekułach syntetycznych ale także biomolekułach.
G2	Omówienie podstawowych idei i zagadnień dot.: 1) hierarchicznej struktury i stanów fizycznych, 2) rozmiaru, błędzenia przypadkowego, przejścia globulka-kłębek oraz właściwości przełączalnych, 3) dynamiki, lepko-sprężystości i dyfuzji, 4) samo-organizacji nanostrukturyzowanych mieszanin polimerów i kopolimerów blokowych.
G3	Omówienie technik eksperymentalnych określających właściwości polimerów z zakresu podstawowych zagadnień.
G4	Demonstracja zastosowania idei wiedzy o polimerach w wytwarzaniu zaawansowanych materiałów i nano(bio)technologii, np. inteligentne polimerowe (bio)pokrycia, chromatografia żelowa, motory i zawory molekularne, samo-organizacja kompozytowych nanowarstw organicznej fotowoltaiki, elektroniki, i kryształów fotonicznych.
G5	Głębsze zrozumienie wytwarzania, struktur i właściwości materiałów omawianych w czasie innych wykładów nt. elektroniki organicznej, fotoniki i nanotechnologii.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Podstawowe idee i zagadnienia dot.: 1) architektury polimeru i stanów fizycznych, 2) konformacji łańcucha i ich zmian, 3) dyfuzji: od dynamiki (dla różnych czasów) po termodynamikę, 4) samo-organizacji układów polimerów.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W04	egzamin ustny
W2	Kierunki rozwoju i najnowsze odkrycia nauki o polimerach i ich zastosowania w nanotechnologii i zaawansowanych materiałach.	AMN_K2_W04, AMN_K2_W05	egzamin ustny
W3	Podstawowe techniki eksperymentalnymi do określania właściwości polimerów z zakresu podstawowych zagadnień nauki o polimerach.	AMN_K2_W03, AMN_K2_W08	egzamin ustny
W4	Zastosowania idei nauki o polimerach do mokrej nanotechnologii (np. motory/zawory molekularne) i wytwarzania nanomateriałów funkcjonalnych (np. ogniwa słoneczne, elektronika, macierze białek) oraz biotechnologii (np. inteligentne pokrycia biomedyczne, chromatografia).	AMN_K2_W04, AMN_K2_W05, AMN_K2_W09	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Przedstawić podstawowe aspekty najważniejszych zagadnień nauki o polimerach.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U04	egzamin ustny
U2	Oceńić wyniki obserwacji związanych z podstawowymi zagadnieniami z zakresu nauki o polimerach.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02	egzamin ustny
U3	Odnieść zdobytą wiedzę, z interdyscyplinarnym spojrzeniem, do innych dyscyplin nauki.	AMN_K2_U04	egzamin ustny
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Systematycznego i aktywnego uczestnictwa w wykładach (przez prowadzenie notatek na wydrukach - rozdawanych przez prowadzącego).	AMN_K2_K02, AMN_K2_K03	egzamin ustny

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
przygotowanie do zajęć	15	
przygotowanie do egzaminu	30	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
Łączny nakład pracy studenta		
	Liczba godzin 105	ECTS 4.0
Liczba godzin kontaktowych		
	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	I. ARCHITEKTURA, STAN FIZYCZNY, MASA CZĄSTECZKOWA. I.1. ARCHITEKTURA MOLEKULARNA. Struktura topologiczna i chemiczna. Izomerie konformacyjne (przestrzenna; sekwencyjna; stereoizometria). Izomeria konformacyjna (giętkość i kształt makromolekuł; izomery rotacyjne a krotność wiązania). Wielopoziomowa struktura polimeru (konfiguracja; konformacja; agregacja; mikromorfologia, morfologia). I.2. STANY FIZYCZNE POLIMERÓW. Stany fizyczne w fazach skondensowanych (szklisty, elastyczny, plastyczny, stopiony) a zależność modułu od temperatury. Elastomery, termo- i duro-plasty. Stany fizyczne w roztworach (rozcieńczony, semi-rozcieńczony, semi-stężony; ciekłokrystaliczny). I.3. ROZKŁAD I POMIARY MASY CZĄSTECZKOWEJ. Liczbowo-, wagowo-, lepkościowo- średnia masa cząsteczkowa. Indeks polidispersyjności. Osmometria membranowa, rozpraszanie promieniowania, lepkość istotna. Chromatografia żelowa i spektrometria masowa.	W1, W2, W3, U1, U2, K1
2.	II. ROZMIARY MAKROCZĄSTECZKI; KONFORMACJE ŁAŃCUCHA. II.1. KONFORMACJE ŁAŃCUCHA IDEALNEGO. Modele łańcucha idealnego: model łańcucha swobodnie związanego (stosunek Flory'ego, segment Kuhna). Promień bezwładności. Funkcja rozkładu, energia swobodna i elastyczność łańcucha idealnego. II.2. KONFORMACJE ŁAŃCUCHA RZECZYWISTEGO; PRZEJŚCIA KONFORMACYJNE POLIMERÓW SYNTETYCZNYCH. Konformacja łańcuchów izolowanych (w roztworach rozcieńczonych): Objętość wyłączona. Uogólniony model Flory'ego. Przejścia konformacyjne globulka - kłębek - kłębek spuchnięty, ich obserwacja i zastosowanie w nanotechnologii. Przejście helisa-kłębek. II.3. PRZEJŚCIA KONFORMACYJNE BIOMOLEKUŁ; POMIARY ROZMIARÓW ŁAŃCUCHA. Denaturacja DNA. Formowanie stanu globularnego DNA. De/re/naturacja i /roz/łańdowanie się białek. Konformacja łańcuchów nieizolowanych: Stopy. Roztwór półrozcieńczony, szkic wykresu pseudofazowego. Pomiar rozmiarów makromolekuł z lepkości istotnej (równania Flory-Foxa i Marka-Houwinka), z rozpraszania promieniowania (prawo Guiniera, wykres Zimma).	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1

3.	<p>III.A. DYNAMIKA ŁAŃCUCHA I DYFUZJA POJEDYNCZEJ MAKROcząSTECZKI. III.1. DYNAMIKA POLIMERU NIE-SPLĄTANEGO. Mechanizm dyfuzyjny dla cząstki koloidalnej, różnice dla polimeru. Model Rouse'a (stopy) i Zimm'a (roztwory rozcieńczone). Mody relaksacyjne i mechanizmy subdyfuzyjne. Reżimy czasowe segmentu. III.2. DYNAMIKA POLIMERU SPLĄTANEGO. REPTACJA POLIMERÓW. Splątanie łańcuchów, rura ograniczająca (Edwards'a) i reptacja (de Gennes'a). Mechanizmy sub-dyfuzyjne i reżimy czasowe. Uwolnienie ograniczeń topologicznych. Dyfuzja wskaźnikowa i samo-dyfuzja, kinetyczne aspekty dyfuzji. Elektroforeza żelowa. III.3. RÓWNOWAŻNOŚĆ CZASOWO-TEMPERATUROWA; REPTACJA A LEPKO-SPRĘŻYSTOŚĆ POLIMERÓW. Odzwierciedlenie w zależności modułu od czasu. Zależność temperaturowa czasu relaksacji, współczynnika tarcia i dyfuzji. Równoważność czasowo-temperaturowa.</p>	W1, W3, U1, U2, K1
4.	<p>IV. SAMO-ORGANIZACJA MAKROMOLEKUŁ. IV.1. MIESZANINY POLIMERÓW: TERMODYNAMIKA. Makro- i mikro-fazy układu polimerów. Model sieciowy Flory-Hugginsa (parameter Flory-Hugginsa). Entalpia swobodna a warunki równowagi faz: Binoda, spinoda, punkt krytyczny. Diagramy fazowe. IV.2. MIESZANINY POLIMERÓW: MAKRO-SEPARACJA FAZOWA. Metody inicjacji separacji. Dwa typy separacji: Nukleacja i wzrost. Rozkład spinodalny i jego 3 etapy. Rosnąca skala struktury. Skalowanie dynamiczne. IV.3. UKŁADY KOPOLIMERÓW BLOKOWYCH: MIKRO-SEPARACJA FAZOWA. Entalpia swobodna układu jednoskładnikowego. Morfologia mikrofaz a architektura dwubloków, analogia do molekuł amfifilowych. Przejście nieporządek-porządek. Określona skala struktury. Wymuszanie uporządkowania dalekiego zasięgu. Morfologia mikrofaz trójbloków. Zastosowania w nanotechnologii.</p>	W1, W2, W3, W4, U1, U2, U3, K1
5.	<p>III.B. DYFUZJA WZAJEMNA I JEJ ASPEKTY TERMODYNAMICZNE. Termodynamika procesów nieodwracalnych a prawa Ficka. Dyfuzja wzajemna: jej relacja z samodyfuzją i dyfuzją wskaźnikową. Termodynamiczne przyspieszenie i opóźnienie. Dyfuzja ujemna (pod górkę). Dyfuzja zniesiona. Nie-fickowskie profile koncentracji.</p>	W1, W2, W3, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną, prowadzenie podczas wykładów osobistych notatek na wydrukach wykładów - rozdawanych przez prowadzącego

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	pozytywna ocena poziomu wiedzy (o podstawowych ideach na 3, o zawansowanych zagadnieniach na 5)

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończone studia Igo stopnia

Photonic materials
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.240.5e4bdac75dec0.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
--	---

<p>Okres Semestr 3</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 3.0</p>
-----------------------------------	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami współczesnej fotoniki.
C2	Wykształcenie umiejętności prezentowania zaawansowanych zagadnień naukowo-technicznych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	Student zna i rozumie szereg zagadnień współczesnej fotoniki.	AMN_K2_W02, AMN_K2_W05, AMN_K2_W08	zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Student umie prowadzić prezentację ustną.	AMN_K2_U07, AMN_K2_U08	zaliczenie
U2	Student potrafi przedstawić zaawansowane zagadnienia naukowe lub techniczne w sposób przystępny i zrozumiały.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U06, AMN_K2_U07, AMN_K2_U08	zaliczenie
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Student jest gotów do samodzielnego opracowania materiału i przygotowania referatu na skomplikowany temat związany z fotoniką.	AMN_K2_K02	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	30	
przeprowadzenie badań literaturowych	30	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90	ECTS 3.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	<p>Tematyka seminariów dotyczyć będzie aktualnych zagadnień dotyczących fotoniki i materiałów fotonicznych. Przykładowe zagadnienia do opracowania dla studentów dotyczyć będą:</p> <ul style="list-style-type: none"> - półprzewodników III/V i ich własności optycznych, - oddziaływania światła z laserowego z materiałem, - optyki nieliniowej, - wytwarzania i zastosowań ultrakrótkich impulsów laserowych, - kryształów elektrooptycznych, - optycznych właściwości kropek kwantowych, - centrów barwnych w diamentach, - kryształów fotonicznych, - światłowodów. 	W1, U1, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, metoda projektów, seminarium, dyskusja, analiza przypadków

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	zaliczenie	Zaliczenie przez prowadzącego przygotowanych prezentacji ustnych studenta.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość zagadnień elektryczności i magnetyzmu, w tym wiedza z zakresu równań Maxwella oraz transformacji zmiennych na granicy dwóch ośrodków.

Znajomość podstawowych zagadnień optyki, w tym wiedza z zakresu równania falowego i równania Helmholtza, różnych typy fal, zjawisk optycznych - odbicie załamanie, interferencja, dyfrakcja oraz umiejętność opisu propagacji światła w ośrodkach materialny.

Znajomość podstawowych pojęć mechaniki kwantowej i fizyki atomowej, w tym przede wszystkim wiedza dotycząca struktury energetycznej atomów (poziomy energetyczne) i ciał stałych (podstawy teorii pasmowej).

Memristive materials

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.240.5e4bdac77a705.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
--	---

Okres Semestr 3	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30</p>	Liczba punktów ECTS 3.0
---------------------------	--	-----------------------------------

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Seminarium ma na celu zapoznanie studentów ze zjawiskiem przełączania rezystywnego od strony teoretycznej i praktycznej. Przekazana jest wiedza dotycząca mechanizmu przełączania rezystywnego w różnych klasach materiałów, technik ich badania oraz metod tworzenia układów memrystywnych.
----	--

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	- student wie co to jest przełączanie rezystywne oraz zna mechanizmy opisujące ten efekt w zależności od rodzaju materiału, w którym ten efekt występuje, - student zna podstawy działania technik stosowanych do tworzenia materiałów/układów memrystywnych, - student zna podstawy działania technik służących do badania materiałów memrystywnych.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W03, AMN_K2_W04, AMN_K2_W05, AMN_K2_W08	prezentacja
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	- student potrafi zaplanować wykorzystanie odpowiednich metod doświadczalnych do wytworzenia i analizy układu memrystywnego; - student potrafi zmierzyć krzywe prąd-napięcie i posługiwać się aparaturą do tego służącą.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U05, AMN_K2_U07	prezentacja
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	- student potrafi pracować w zespole, - student rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych.	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02, AMN_K2_K03, AMN_K2_K05, AMN_K2_K06	prezentacja

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
przeprowadzenie badań literaturowych	50	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	10	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90	ECTS 3.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<p>Cztery podstawowe elementy obwodów elektrycznych: opornik, kondensator, cewka indukcyjna i memristor, Mechanizmy przełączania rezystywnego i klasyfikacja typów pamięci RRAM: Electrochemical Metallization Systems, Valence Change Systems, Thermochemical Systems, Phase-Change Systems. Nieulotne typy pamięci danych, Modelowanie urządzeń memrystywnych, Memrystor do zastosowań neuromorficznych - modele i implementacje układów, Obliczenia oparte na pamięciach memrystywnych i logice wielowartościowej, Skalowalność technologii RRAM, Urządzenia memrystywne oparte krzemowych nanorurkach i układach/materiałach 2D, Spintroniczny memristor, Techniki stosowane do tworzenia i badania materiałów/układów memrystywnych.</p>	W1, U1, K1
----	--	------------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, dyskusja, ćwiczenia laboratoryjne, burza mózgów

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	ocena w oparciu o jakość prezentacji: 40% - treści merytoryczne; 30% - sposób prezentacji 30% - strona techniczna prezentacji

Master work laboratory II
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.280.5e4bdac7de0f6.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

<p>Okres Semestr 4</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć laboratoria: 210</p>	<p>Liczba punktów ECTS 18.0</p>
-----------------------------------	--	--

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przygotowanie pracy magisterskiej oraz przygotowanie do egzaminu dyplomowego.
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	student zna na dużym poziomie szczegółowości zagadnienia z obszaru nauki dotyczącego tematu pracy magisterskiej.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W03, AMN_K2_W04, AMN_K2_W05, AMN_K2_W06, AMN_K2_W07, AMN_K2_W08	zaliczenie
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	- student potrafi stosować zdobytą wiedzę i umiejętności do zaplanowania i realizacji projektu badawczego, - student potrafi wyszukać potrzebne informacje w literaturze fachowej, - student potrafi krytycznie przeanalizować uzyskane wyniki, - student potrafi przygotować rozprawę pisemną przedstawiającą rezultaty prowadzonych prac.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U05, AMN_K2_U06, AMN_K2_U07, AMN_K2_U08	zaliczenie
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	- student jest gotów do pracy w laboratorium badawczym, w różnych rolach, w tym do pracy w grupie badawczej; - student potrafi podjąć odpowiedzialność związaną z wykonywaniem badań i komunikowaniem rezultatów.	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02, AMN_K2_K03, AMN_K2_K04, AMN_K2_K05, AMN_K2_K06	zaliczenie

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
laboratoria	210	
samodzielna nauka dotycząca treści poruszanych na zajęciach	30	
przygotowanie pracy dyplomowej	100	
przeprowadzenie badań empirycznych	150	
konsultacje	50	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 540	ECTS 18.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 210	ECTS 8.0
Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	Liczba godzin 210	ECTS 8.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Tematyka pracy oraz związany z tym zakres pracy laboratoryjnej są określane indywidualnie przez promotora pracy magisterskiej.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

analiza tekstów, dyskusja, konsultacje, ćwiczenia laboratoryjne, udział w badaniach

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
laboratoria	zaliczenie	Student wykonuje prace laboratoryjne i/lub opracowania w zakresie wyznaczonym przez promotora pracy magisterskiej. O fakcie zaliczenia promotor informuje koordynatora przedmiotu.

Master thesis seminar II
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność obowiązkowy</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.280.5e4bdac804f17.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
---	---

<p>Okres Semestr 4</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się zaliczenie</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć seminarium: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 3.0</p>
-----------------------------------	--	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Rozwijanie umiejętności prezentacji własnych wyników badań naukowych
C2	Rozwijanie umiejętności prowadzenia dyskusji naukowej

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	tematykę badawczą oraz opis teoretyczny wykorzystany w pracy magisterskiej	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W07	prezentacja
W2	techniki eksperymentalne lub/oraz techniki obliczeniowe wykorzystane w pracy magisterskiej	AMN_K2_W03, AMN_K2_W04, AMN_K2_W05, AMN_K2_W08	prezentacja
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	zaprezentować badania naukowe prowadzone w ramach pracy magisterskiej	AMN_K2_U02, AMN_K2_U06, AMN_K2_U07	prezentacja
U2	przewodzić konstruktywną dyskusję i krytykę wyników swojej pracy magisterskiej	AMN_K2_U03, AMN_K2_U07, AMN_K2_U09	prezentacja
Kompetencje społecznych - Student jest gotów do:			
K1	przygotowanie pracy magisterskiej	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02, AMN_K2_K05	prezentacja

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
seminarium	30	
przygotowanie prezentacji multimedialnej	10	
analiza i przygotowanie danych	50	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90	ECTS 3.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	Prezentacja wyników badań prowadzonych w ramach pracy magisterskiej	W1, W2, U1, K1
2.	Dyskusja uzyskanych wyników i ewentualna korekta kierunku badań prowadzonych w ramach pracy magisterskiej	W1, W2, U2, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

seminarium, burza mózgów, dyskusja

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
seminarium	prezentacja	ocena w oparciu o jakość prezentacji: 40% - treści naukowe; 30% - sposób prezentacji 30% - udział w dyskusji wyników

Wymagania wstępne i dodatkowe

obecność na zajęciach jest obowiązkowa

Synchrotron radiation

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.280.5e4bdac820338.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
--	---

<p>Okres Semestr 4</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 5.0</p>
-----------------------------------	---	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Student knows and understands functioning of scientific devices and systems used for studies in the field of advanced materials and nanotechnology	AMN_K2_W03	egzamin ustny
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Student is able to plan and carry out scientific studies in advanced materials and nanotechnology using proper scientific tools	AMN_K2_U02	egzamin ustny
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			

K1	Student is able to critically judge his/her knowledge in advanced materials and nanotechnology and is ready to update his/her knowledge in this rapidly advancing field	AMN_K2_K02	egzamin ustny
----	---	------------	---------------

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
przygotowanie do egzaminu	100	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 130	ECTS 5.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
-----	-------------------	-----------------------------------

1.	<p>1. Laboratoria synchrotronowe na świecie. Wprowadzenie do problematyki promieniowania synchrotronowego. Parametry źródeł i wiązek promieniowania – wielkości radiometryczne [Strumień i gęstość strumienia promieniowania, spektralny strumień i jego gęstość, radiancja (spektralna) i irradiancja (spektralna)]. Kolimacja wiązki. Niezmienniczość radiancji wiązki. Dlaczego do większości eksperymentów potrzebujemy wiązek o dużych radiancjach.</p> <p>2. Fale elektromagnetyczne i ich generacja.</p> <p>3. Transformacja relatywistyczna promieniowania EM z układu źródła do układu LAB. Rozkład kątowy. Relatywistyczny efekt Dopplera.</p> <p>4. Promieniowanie elektromagnetyczne ze źródła synchrotronowego - na przykładzie promieniowania undulatora.</p> <p>5. Krótkie błyski i ich właściwości spektralne. Promieniowanie synchrotronowe magnesów zakrzywiających i wigglerów.</p> <p>6. Charakterystyka promieniowania undulatorów. Widmo, rozkład kątowy, efektywny rozmiar źródła.</p> <p>7. Praktyczny undulator. Harmoniczne. Kontrola polaryzacji promieniowania.</p> <p>8. Elementy techniki źródeł elektronów i akceleratorów. Budowa synchrotronu Solaris.</p> <p>9. Pakietowanie elektronów. Emitancja wiązki elektronów. Wiązki w granicy dyfrakcyjnej.</p> <p>10. Emisja wymuszona i akcja laserowa. Spójne promieniowanie synchrotronowe. Lasery na swobodnych elektronach. SASE i „Zasiewanie” emisji laserowej.</p> <p>11. Elementy optyczne do formowania wiązek promieniowania rentgenowskiego i UV. Elementy ogniskujące: soczewki Fresnela i refrakcyjne, lustra braggowskie i ślizgowe, optyka kapilarna. Monochromatory: braggowskie i siatkowe.</p> <p>12. Detektory promieniowania synchrotronowego. Energetyczna zdolność rozdzielcza. Czas martwy. Detektory gazowe, scyntylicyjne i półprzewodnikowe. Detektory pozycyjne.</p> <p>13. Dyfrakcyjne badania strukturalne i krystalografia w tym krystalografia białek. Problem fazowy.</p> <p>14. Obrazowanie rentgenowskie. Obrazowanie absorpcyjne i z kontrastem fazowym. Mikroskopia rentgenowska: skaningowa i pełnego pola. Mikro i nanotomografia. Koherentne obrazowanie dyfrakcyjne nanostruktur i układów biologicznych.</p> <p>15. Spektroskopia absorpcyjna promieniowania rentgenowskiego (XAS): XANES, EXAFS i fluorescencyjna</p> <p>16. Spektroskopia fotoelektronów (XPS, UPS, ARPES)</p>	W1, U1, K1
----	--	------------

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin ustny	zdany egzamin z kursu

Facultative lectures of FAIS
Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

<p>Kierunek studiów Advanced Materials and Nanotechnology</p> <p>Ścieżka -</p> <p>Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</p> <p>Poziom kształcenia drugiego stopnia</p> <p>Forma studiów studia stacjonarne</p> <p>Profil studiów ogólnoakademicki</p> <p>Obligatoryjność fakultatywny</p>	<p>Cykl kształcenia 2022/23</p> <p>Kod przedmiotu UJ.WFAIAMNS.280.5e4bdac83bb98.22</p> <p>Języki wykładowe Angielski</p> <p>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak</p> <p>Dyscypliny Nauki fizyczne</p> <p>Klasyfikacja ISCED 0533Fizyka</p>
--	---

<p>Okres Semestr 4</p>	<p>Forma weryfikacji uzyskanych efektów uczenia się egzamin</p> <p>Sposób realizacji i godziny zajęć wykład: 30</p>	<p>Liczba punktów ECTS 5.0</p>
-----------------------------------	---	---

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	wg sylabusu wybranego przedmiotu.
----	-----------------------------------

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			

W1	student zna zalety, ograniczenia i komplementarność zagadnień będących tematem wybranych kursów fakultatywnych.	AMN_K2_W01, AMN_K2_W02, AMN_K2_W03, AMN_K2_W04, AMN_K2_W05, AMN_K2_W06, AMN_K2_W07, AMN_K2_W08, AMN_K2_W09	egzamin
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	- student potrafi planować i realizować własne uczenie się, - student potrafi uzupełniać swoją wiedzę.	AMN_K2_U01, AMN_K2_U02, AMN_K2_U03, AMN_K2_U04, AMN_K2_U05, AMN_K2_U06, AMN_K2_U08, AMN_K2_U09	egzamin
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	student jest gotów do uznania znaczenia wiedzy, z dziedziny nauk przyrodniczych i ścisłych, w rozwiązywaniu problemów praktycznych.	AMN_K2_K01, AMN_K2_K02, AMN_K2_K03, AMN_K2_K04, AMN_K2_K05, AMN_K2_K06	egzamin

Bilans punktów ECTS

Forma aktywności studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć	
wykład	30	
przeprowadzenie badań literaturowych	30	
przygotowanie do egzaminu	90	
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 150	ECTS 5.0
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30	ECTS 1.0

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu
1.	według sylabusu wybranego przedmiotu.	W1, U1, K1

Informacje rozszerzone

Metody nauczania:

wykład konwencjonalny, wykład z prezentacją multimedialną

Rodzaj zajęć	Formy zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
wykład	egzamin	według sylabusu wybranego przedmiotu