

## CZĘŚĆ A: PROGRAM STUDIÓW

1.	Nazwa kierunku	<b>fizyka</b> [Physics]
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna
7.	Kod ISCED	0533 (Fizyka)
8.	Związek kierunku studiów ze strategią rozwoju, w tym misją uczelni	<p>Kształcenie na kierunku Fizyka na drugim stopniu studiów (2 letnie studia magisterskie) realizowane jest w języku angielskim na dwóch specjalnościach: Fizyka podstawowa i stosowana oraz Nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (studia polsko-francuskie).</p> <p>Kształcenie na obydwóch specjalnościach jest spójne ze Strategią rozwoju Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach na lata 2020–2025, wpisuje się w strategię rozwojową Polski (Polska 2030) oraz służy realizacji Celów Zrównoważonego Rozwoju ONZ. Ze względu na specyfikę programu każdej ze specjalności związek kierunku studiów ze Strategią rozwoju, w tym misją Uczelni został opisany dla każdej ze specjalności osobno.</p> <p>Specjalność: Fundamental and Applied Physics – związek ze strategią rozwoju i misją uczelni.</p> <p>Powstanie w roku 2021 specjalności Fundamental and Applied Physics wynikało z potrzeby dostosowania kształcenia w tym zakresie do potrzeb społeczno-gospodarczych. Program kształcenia uwzględnia określone w Strategii rozwoju UŚ priorytety i cele operacyjne służące przekształceniu uczeni w uczelnię badawczą o międzynarodowym znaczeniu i prestiżu, w tym założenia programu „JEDEN UNIWERSYTET - WIELE MOŻLIWOŚCI. Program Zintegrowany”. Celem kształcenia jest wykształcenie wysoko wyspecjalizowanych specjalistów na potrzeby rynku pracy w tym poszerzenia kadry eksperckiej przez absolwentów Uczelni.</p> <p>Kształcenie na specjalności Fundamental and Applied Physics jest ściśle powiązane z prowadzonymi w Instytucie Fizyki im. Augusta Chełkowskiego badaniami naukowymi. Badania te są związane z najważniejszymi współczesnymi wyzwaniami cywilizacyjnymi i wpisują się w rozwijane na uczelni Priorytetowe Obszary Badawcze (POB).</p> <p>Oferta przedmiotowa obejmuje kształcenie w zakresie fizyki teoretycznej, fizyki atomowej i molekularnej, fizyki fazy skondensowanej, fizyki jądrowej i cząstek elementarnych, astrofizyki i kosmologii oraz zastosowań fizyki w różnych dziedzinach. W programie studiów uwzględniono również przedmioty umożliwiające zwiększenie umiejętności informatycznych. Oferta jest zgodna z następującymi Priorytetowymi Obszarami Badawczymi Uczelni: Harmonijny rozwój człowieka – troska o ochronę zdrowia i jakość życia, Nowoczesne materiały i technologie oraz ich społeczno-kulturowe implikacje, Zmiany środowiska i klimatu wraz z towarzyszącymi im wyzwaniami społecznymi, Badanie fundamentalnych właściwości natury.</p> <p>Kształcenie w ramach specjalności Fundamental and Applied Physics realizowane jest poprzez angażowanie studentów w prace badawcze funkcjonujących zespołów badawczych oraz indywidualizację kształcenia.</p> <p>Proces kształcenia realizowany jest w środowisku sprzyjającym zdobyciu wiedzy w oparciu o aktualne trendy kształcenia (moduł dyplomowy główną osią kształcenia, możliwość wyboru ścieżki kształcenia zgodnej z zainteresowaniami studenta), metody dydaktyczne (kształcenie projektowo-problemowe, zajęcia w niewielkich grupach, internetowe i mieszane formy kształcenia zwiększające elastyczność</p>

i stopień interakcji między nauczycielem i studentem) i aparaturę naukowo-badawczą.

Program kształcenia na specjalności Fundamental and Applied Physics silnie wzmacnia umiędzynarodowienie Uczelni. Wszystkie zajęcia realizowane są w języku angielskim co pozwala na podniesienie kompetencji językowych polskich studentów, a także umożliwia studentom zagranicznym podjęcie studiów w Uniwersytecie Śląskim bądź realizację części programu kształcenia w ramach programów wymiany akademickiej (np. ERASMUS +). Program przewiduje również możliwość odbycia stażu w zagranicznych instytucjach akademickich, naukowych lub przedsiębiorstwach o profilu powiązanym z specjalnością.

Specjalność: Nanofizyka i materiały mezoskopowe – modelowanie i zastosowanie

Specjalność Nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie realizowany na 2 poziomie kształcenia bardzo dobrze wpisuje się w cztery strategiczne cele określone w Obszarze Kształcenia w Strategii Rozwoju Uniwersytetu Śląskiego 2020-2025. Są to: Modyfikacja oferty edukacyjnej w celu ściślejszego powiązania jej z działalnością badawczą z uwzględnieniem kierunków rozwoju szkolnictwa wyższego, Umiędzynarodowienie kształcenia, Indywidualizacja kształcenia i edukacja problemowo-projektowa, Nowoczesne metody kształcenia z wykorzystaniem nowych technologii interaktywnych.

Jako kierunek studiów uniwersyteckich „Fizyka” specjalność „Nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie”, wyróżnia się nie tylko zwiększonym naciskiem na moduły podstawowe, takie jak m.in. Nanofizyka, Fizyka fazy skondensowanej, Fizyka kwantowa itp., ale przede wszystkim kładzie nacisk na moduły, które wymagają nakładu pracy własnej studenta m.in. Pracownia fizyczna (Laboratory training) i Praktyka zagraniczna (Internship). Oba moduły mogą być realizowane we współpracy międzynarodowej polskich i francuskich zespołów badawczych na podstawie umowy o międzynarodowej współpracy akademickiej. Dlatego kształcenie na specjalności szczególnie podkreśla udział studentów w projektach naukowych realizowanych w ramach tych dwóch modułów, które są zorientowane na nauczanie projektowe (Projects Based Learning). Wyniki badań naukowych prowadzonych przez studentów są często publikowane w czasopiśmie znajdujących się w bazie Journal Citation Reports, co również wpisuje się w strategię rozwoju Uczelni w zakresie umiędzynarodowienia badań naukowych. Studenci w ramach międzynarodowych staży uzyskują nie tylko umiejętności niezbędne w dalszej karierze naukowej, ale także nabywają odpowiednie predyspozycje do pracy w innowacyjnych firmach nanotechnologicznych.

Dobre praktyki w zakresie umiędzynarodowienia są realizowane w Instytucie Fizyki od roku akademickiego 2007/2008, kiedy to rozpoczęto kształcenie na studiach kończących się uzyskaniem podwójnego dyplomu. Dotychczasowi absolwenci nanofizyki kontynuują karierę naukową na studiach doktoranckich nie tylko w Polsce ale i w kilku krajach europejskich, pracują w innowacyjnych firmach informatycznych czy nanotechnologicznych.

Realizacja polsko-francuskich studiów na specjalności Nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie wzmacnia dotychczasową długofalową współpracę międzynarodową i przyczynia się do realizacji strategii rozwoju obu partnerskich uczelni jako nowoczesnych europejskich ośrodków naukowo-dydaktycznych.

Program studiów na kierunku Fizyka realizowany jest przez doświadczonych nauczycieli akademickich prowadzących badania naukowe na światowym poziomie. Aktualna polityka kadrowa Instytutu Fizyki ukierunkowana na pozyskanie wybitnych uczonych, którzy włączani będą w realizację procesu kształcenia na specjalności Fundamental and Applied Physics. W ramach działających na Uczelni programów wymiany akademickiej przewidywane jest również włączenie ekspertów zewnętrznych (np. profesor wizytujący) do prowadzenia wybranych zajęć programu specjalności. Planowane jest nawiązanie współpracy z wiodącymi zagranicznymi ośrodkami akademickimi umożliwiające wspólną realizację programu studiów.

Jakość kształcenia jest na bieżąco weryfikowana i udoskonalana zgodnie z obowiązującym System Zapewnienia Jakości Kształcenia w

		UŚ. Proces kształcenia podlega okresowej ocenie przez instytucje oceniające (PKA).  Oferta kształcenia będzie okresowo modyfikowana w celu jej ściślejszego powiązania z działalnością badawczą Instytutu Fizyki, Strategią Uczelni oraz potrzebami społeczno-gospodarczymi.
9.	Liczba semestrów	4
10.	Tytuł zawodowy	magister
11.	Specjalności	fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana [Fundamental and Applied Physics] nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A) [Nanophysics and Mesoscopic Materials - Modelling and Applications]
12.	Semestr od którego rozpoczyna się realizacja specjalności	1
13.	Procentowy udział dyscyplin naukowych lub artystycznych w kształceniu (ze wskazaniem dyscypliny wiodącej)	<ul style="list-style-type: none"> <li>[dyscyplina wiodąca] nauki fizyczne (dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych): 100%</li> </ul>
14.	Procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin naukowych lub artystycznych do których odnoszą się efekty uczenia się w łącznej liczbie punktów ECTS (ze wskazaniem dyscypliny wiodącej)	fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana: <ul style="list-style-type: none"> <li>[dyscyplina wiodąca] nauki fizyczne (dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych): 100%</li> </ul> nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A): <ul style="list-style-type: none"> <li>[dyscyplina wiodąca] nauki fizyczne (dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych): 100%</li> </ul>
15.	Liczba punktów ECTS konieczna dla uzyskania kwalifikacji odpowiadających poziomowi studiów	fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana: 120, nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A): 120
16.	Procentowy udział liczby punktów ECTS uzyskiwanych w ramach wybieranych przez studenta modułów kształcenia w łącznej liczbie punktów ECTS	fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana: 68%, nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A): 39%
17.	Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich (lub innych osób prowadzących zajęcia) i studentów	fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana: 120, nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A): 90
18.	Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dyscyplin w ramach dziedzin nauk humanistycznych lub nauk społecznych, nie mniejszą niż 5 punktów ECTS – w przypadku kierunków studiów przypisanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych	fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana: 5, nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A): 5

	niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne	
19.	Warunki wymagane do ukończenia studiów z określoną specjalnością	<p><u>fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana</u></p> <p>Warunkiem ukończenia studiów jest:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zaliczenie wszystkich modułów przedmiotów określonych planem studiów dla tej specjalności oraz zdanie wymaganych egzaminów,</li> <li>• napisanie i obrona pracy magisterskiej przed komisją egzaminacyjną</li> <li>• uzyskanie wymaganej planem studiów liczby punktów ECTS.</li> </ul> <p><u>nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A)</u></p> <p>Warunki wymagane do ukończenia studiów ze specjalnością „nanofizyka i materiały mezoskopowe- modelowanie i zastosowanie (studia polsko-francuskie)”</p> <p>Warunkiem ukończenia studiów jest:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•zaliczenie wszystkich modułów przedmiotów określonych planem studiów na kierunku fizyka dla specjalności „nanofizyka i materiały mezoskopowe” oraz zdanie wymaganych egzaminów,</li> <li>•uzyskanie wymaganej planem studiów liczby punktów ECTS.</li> <li>•napisanie pracy magisterskiej w języku angielskim oraz obrona pracy przed komisją egzaminacyjną, w skład której wchodzi również nauczyciel akademicki ze strony francuskiej.</li> </ul>
20.	Organizacja procesu uzyskania dyplomu	<p>Specjalność: Fundamental and Applied Physics.</p> <p>§1</p> <p>Niniejszy regulamin jest uszczegółowieniem § 33, 34, 35, 36, 37, 38 obowiązującego w Uniwersytecie Śląskim Regulaminu studiów będącego załącznikiem do uchwały nr 368 Senatu Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach z dnia 30 kwietnia 2019 roku.</p> <p>§2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Student składa deklarację dotyczącą wyboru promotora nie później niż dwa tygodnie po zakończeniu Wykładu monograficznego realizowanego na początku semestru pierwszego.</li> <li>2. Promotor ustala ze studentem temat pracy dyplomowej uwzględniając warunki określone w §34, ust. 5 Regulaminu studiów. Równocześnie wspólnie wybierają oni w ramach danej grupy modułów dyplomowych wg planu studiów te moduły, które odpowiadają merytorycznie ustalonemu tematowi.</li> <li>3. Druk RTP (Załącznik nr 1 do Zarządzenia nr 16 Rektora Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach z dnia 28 stycznia 2015 r.) podpisany przez promotora i studenta bez zbędnej zwłoki jest dostarczany do Dziekanatu kierunkowego.</li> </ol> <p>§3</p> <p>Student przygotowuje i składa pracę dyplomową zgodnie z wytycznymi znajdującymi się w Serwisie Archiwum Prac Dyplomowych (apd.us.edu.pl).</p> <p>§4</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Po złożeniu przez magistranta przyjętej przez promotora pracy dyplomowej, promotor i recenzent opracowują recenzje w terminie najpóźniej 3 dni przed wyznaczonym terminem egzaminu magisterskiego.</li> <li>2. Recenzje zawierają propozycje ocen pracy.</li> <li>3. Recenzje są udostępnione magistrantowi w celu zapoznania się z zawartymi w nich uwagami.</li> </ol> <p>§5</p> <p>Warunki dopuszczenia do obrony pracy dyplomowej i egzaminu dyplomowego:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uzyskanie wymaganych efektów kształcenia, w tym uzyskanie zaliczeń i zdanie egzaminów ze wszystkich modułów oraz uzyskanie wymaganej liczby punktów ECTS przewidzianych w planie studiów i programie kształcenia w całym toku kształcenia dla kierunku fizyka.</li> <li>2. Złożenie, do zaliczenia ostatniego semestru, indeksu z kompletami wpisów.</li> <li>3. Złożenie odpowiedniej liczby egzemplarzy pracy dyplomowej oraz wymaganych dokumentów zgodnie z aktualnymi wymogami</li> </ol>

	<p>składania prac dyplomowych na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych.</p> <p>4. Pozytywna ocena z dwóch recenzji - promotora pracy i recenzenta pracy.</p> <p>§6</p> <p>1. Egzamin dyplomowy składany jest przed komisją powoływaną przez Dziekana Wydziału Nauk Ścisłych i Technicznych, składającą się z przewodniczącego i dwóch członków (promotor pracy, recenzent pracy). Przynajmniej jeden z członków komisji powinien posiadać stopień doktora habilitowanego.</p> <p>2. Egzamin dyplomowy składa się z dwóch części: (a) obrony pracy dyplomowej, (b) odpowiedzi magistranta na pytania.</p> <p>3. Obrona pracy dyplomowej rozpoczyna się od zaprezentowania przedmiotu pracy dyplomowej przez dyplomanta w formie prezentacji multimedialnej oraz odpowiedzi na pytania komisji egzaminacyjnej dotyczące przedstawionego tematu.</p> <p>4. W drugiej części egzaminu magistrant odpowiada na trzy wylosowane pytania obejmujące moduły określone planem studiów II stopnia na kierunku fizyka.</p> <p>5. Na zakończenie egzaminu:</p> <p>a. Komisja ustala częściowe oceny odpowiedzi na poszczególne pytania egzaminacyjne.</p> <p>b. Komisja ustala według zasad określonych w § 38 Regulaminu studiów końcową ocenę pracy dyplomowej i ocenę końcową na dyplomie.</p> <p>6. Bezpośrednio po ustaleniu ocen komisja ogłasza je magistrantom.</p> <p>Specjalność: Nanofizyka i materiały mezoskopowe – modelowanie i zastosowanie</p> <p>Wymagania do ukończenia studiów na specjalności " Nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (studia polsko-francuskie)"</p> <p>Warunkiem ukończenia studiów jest:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zaliczenie wszystkich modułów określonych w planie studiów na kierunku Fizyka na specjalności „ Nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie” oraz zdanie wszystkich wymaganych egzaminów,</li> <li>• uzyskanie wymaganej planem studiów liczby punktów ECTS</li> <li>• napisanie pracy magisterskiej w języku angielskim i obrona pracy przed komisją egzaminacyjną, w skład której wchodzi również nauczyciel akademicki ze strony francuskiej</li> </ul> <p>Uzyskanie dyplomu wiąże się ze zdaniem egzaminu magisterskiego, składającego się z dwóch części. Pierwsza część dotyczy pracy magisterskiej przedstawionej przez studenta, która polega na zaprezentowaniu i omówieniu osiągnięć naukowych uzyskanych przez studenta. Część druga to egzamin teoretyczny z zakresu wiedzy wynikającej z planu studiów na specjalności. Ostateczną ocenę z egzaminu magisterskiego ustala Komisja Egzaminacyjna zgodnie z wymaganiami zawartymi w regulaminie studiów na Uniwersytecie Śląskim i Uniwersytecie Le Mans w przypadku studentów, którzy zdecydowali się ubiegać o podwójny dyplom. Egzamin magisterski student zdaje się przed Komisją Egzaminacyjną powołaną przez Prodziekana właściwego dla kierunku studiów. Komisja Egzaminacyjna składa się z przewodniczącego i minimum dwóch członków (promotor i / lub opiekun, recenzenci pracy) oraz dodatkowo nauczyciel akademicki z Uniwersytetu Le Mans. W przypadku braku możliwości zorganizowania egzaminu magisterskiego w trybie zwykłym z udziałem członka komisji z Francji, możliwy jest tryb online.</p>
21.	<p>Wymiar, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych dla kierunku studiów o profilu praktycznym, a w przypadku kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – jeżeli program studiów na tych studiach przewiduje praktyki</p> <p><u>fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana</u></p> <p>Istotną cechą studiów na tej specjalności jest połączenie nauki z praktyką. Temu celowi będą służyć praktyki w instytutach naukowych, polskich lub zagranicznych, nowoczesnym przemyśle lub laboratoriach badawczo-rozwojowych. Tematyka praktyk może dotyczyć fizyki teoretycznej, fizyki eksperymentalnej, zastosowań fizyki, modelowania komputerowego procesów fizycznych oraz zagadnień pokrewnych. Całkowita liczba godzin praktyk: 160. Realizacja do końca IV semestru.</p> <p><u>nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A)</u></p>

		<p>Studenci w ramach praktyk na IV semestrze obowiązkowo zaliczają moduł Praktyka/Internship, który stanowi praktyki laboratoryjne w ramach planu studiów i może być realizowany w kraju lub za granicą (Francja).</p> <p>Dla studentów polskich, którzy zdecydują się na uzyskanie polsko-francuskiego dyplomu moduł Praktyka/Internship musi być zrealizowany na Uniwersytecie w Le Mans (Francja) na podstawie umowy o podwójnych studiach. Moduł jest realizowany na Uniwersytecie Śląskim przez studentów francuskich oraz przez tych studentów polskich, którzy nie decydują się na uzyskanie podwójnego dyplomu.</p> <p>Nie wyklucza się możliwości realizacji części modułu w przemysłowych laboratoriach badawczych.</p> <p>Praktyka jest realizowana w systemie ciągłym przez okres 4 miesiące.</p>
22.	Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych na kierunku studiów o profilu praktycznym, a w przypadku kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – jeżeli program studiów na tych studiach przewiduje praktyki	<p>fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana: 18, nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A): 30</p>
23.	<p>Łączna liczba punktów ECTS, większa niż 50% ich ogólnej liczby, którą student musi uzyskać:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>na kierunku o profilu ogólnoakademickim w ramach modułów zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dyscyplinach naukowych lub artystycznych związanych z tym kierunkiem studiów;</li> <li>na kierunku o profilu praktycznym w ramach modułów zajęć kształtujących umiejętności praktyczne</li> </ul>	<p>fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana: 115, nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A): 109</p>
24.	Ogólna charakterystyka kierunku	<p>Fizyka to jeden z najważniejszych obszarów badawczych współczesnej nauki. Odkrycia nowych zjawisk, pogłębianie wiedzy o budowie materii i powiązanych z nią oddziaływaniach oraz zrozumienie w konsekwencji praw przyrody i teorii naukowych prowadzą do zmian w otaczającym nas świecie.</p> <p>Fizyka łączy zaawansowane eksperymenty, obliczenia i rozważania teoretyczne, aby opisać to, co nieznane. Eksperymenty są przeprowadzane na wysoce zaawansowanych urządzeniach/sprzęcie, często w ramach międzynarodowej współpracy. Rozwój fizyki skutkuje nowymi technologiami, które są szeroko stosowane w wielu gałęziach przemysłu, w tym w sektorach zdrowia i środowiska. Aspekty obliczeniowe wykorzystują uczenie maszynowe i inne zaawansowane techniki wykorzystywane przy przetwarzaniu danych. Fizyka teoretyczna ma na celu przewidywanie zachowania systemów fizycznych i interpretację wyników eksperymentów w kategoriach matematycznych modeli struktury i ewolucji świata fizycznego.</p> <p>Studia magisterskie z fizyki są ściśle związane z działalnością naukową Instytutu Fizyki im. A. Chełkowskiego. Studenci będą uczestniczyć w działalności Instytutu, w tym w regularnych seminariach, kolokwium i warsztatach z udziałem fizyków z całego świata.</p>

	<p>Studenci będą również zaangażowani w projekt na poziomie badawczym w ramach swojej rozprawy. Program studiów i badania naukowe będą realizowane na kampusie Uniwersytetu Śląskiego w Chorzowie oraz częściowo w ramach działań opartych na współpracy Instytutu Fizyki z wieloma prestiżowymi instytucjami na całym świecie.</p> <p>Ten program pozwala rozwijać wiedzę z fizyki na najwyższym poziomie oraz rozwija ogólne umiejętności z zakresu analizy danych, badań i komunikacji. Program umożliwia podjęcie kariery w badaniach naukowych, nauczaniu i przemyśle oraz rozwija bardzo cenione na rynku pracy umiejętności komputerowe.</p>
25. Ogólna charakterystyka specjalności	<p><u>fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana</u></p> <p>Studia Fizyki II stopnia na specjalności Fundamental and Applied Physics oferują szeroki wybór przedmiotów obejmujących wszystkie główne zagadnienia współczesnej fizyki. Celem jest przygotowanie absolwentów do różnych form kariery zawodowej w instytutach badawczych, badawczo-rozwojowych i nowoczesnym przemyśle, a także do kontynuacji kształcenia w Szkole Doktorskiej.</p> <p>Program studiów obejmuje niewielką liczbę podstawowych przedmiotów obowiązkowych oraz dużą grupę modułów dyplomowych, których wybór należy do studenta i jego promotora. Oferta kursów, które mogą być wybierane w ramach modułów dyplomowych, jest corocznie zatwierdzana przez Radę Dydaktyczną. Moduły dyplomowe są zorganizowane w dwa główne bloki: Diploma courses I i Diploma courses II, a także obejmują laboratoria i seminaria magisterskie oraz wykład specjalistyczny. Każdy z bloków Diploma courses to zbiór modułów do wyboru, łącznie 120 h wykładów i 120 h dopełniających je zajęć typu konwersatoria lub laboratoria. Wybór modułów dyplomowych jest motywowany tematyką pracy magisterskiej. Zależnie od zainteresowań studenta możliwa jest silna specjalizacja lub dobór zagadnień z dosyć szerokiego zakresu tematycznego. Proponowane tematy kursów są ściśle powiązane z działalnością naukową prowadzoną w Instytucie Fizyki w zakresie fizyki teoretycznej, fizyki atomowej i molekularnej, fizyki fazy skondensowanej, fizyki jądrowej i cząstek elementarnych, astrofizyki i kosmologii. Dotyczą również zagadnień na pograniczu tych gałęzi fizyki oraz zastosowań fizyki w różnych dziedzinach. Istnieje możliwość poszerzenia oferty o moduły zaproponowane przez partnera zagranicznego.</p> <p><u>nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A)</u></p> <p>Studia stacjonarne II stopnia na kierunku Fizyka, specjalność: Nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie, prowadzone wspólnie z Uniwersytetem w Le Mans (Francja) od roku akademickiego 2007/2008 cieszą się dużą popularnością zarówno wśród studentów francuskich, jak i polskich. Studia trwają 4 semestry.</p> <p>Studia polsko-francuskie realizowane są na podstawie Umowy o międzynarodowej współpracy akademickiej i wspólnie uzgodnionego programu studiów pomiędzy uczelniami partnerskimi zakończonymi podwójnym dyplomem.</p> <p>W proces dydaktyczny zaangażowani są pracownicy dwóch partnerskich uczelni, które prowadzą światowej klasy badania naukowe nad syntezą i charakterystyką właściwości fizycznych układów niskowymiarowych, w tym m.in. nanocząstek i nanokompozytów magnetycznych, cienkich warstw, nanomateriałów węglowych i innych obiektów w skali nano .</p> <p>Studenci studiów magisterskich intensywnie angażują się w prowadzone prace eksperymentalne i symulacje numeryczne obiektów niskowymiarowych, a wyniki ich prac są często publikowane w ramach międzynarodowej współpracy Instytutu Fizyki Uniwersytetu Śląskiego i Uniwersytetu Le Mans.</p> <p>Warunkiem uzyskania podwójnego dyplomu jest zaliczenie modułu Internship/Praktyki na uczelni partnerskiej w IV semestrze (210 godzin - 30 punktów ECTS). W trakcie studiów we Francji student w ramach pracy magisterskiej prowadzi badania naukowe na wybrany temat pod kierunkiem opiekuna naukowego z Francji (Uniwersytet w Le Mans) i Polski (Uniwersytet Śląski). Dodatkowo w II semestrze studenci mają możliwość zaliczenia modułu Laboratory training/Pracowania fizyczna na Uniwersytecie w Le Mans. W trakcie zajęć studenci poznają techniki badawcze materiałów nano- i mezoskopowych dostępnych w obu jednostkach partnerskich. Praca magisterska jest przygotowywana przez studentów w języku angielskim. Podobnie obrona i egzamin magisterski przeprowadzane w tym samym języku przez wspólną polsko-francuską komisję.</p>

	<p>Studia realizowane są m.in. dzięki wsparciu finansowemu, np. Ambasady Francji w Polsce oraz funduszy europejskich (program Erasmus +).</p> <p>Absolwenci specjalności Nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie są wszechstronnie wykształceni w zakresie procesów fizycznych zachodzących w obiektach nano- lub mezoskopowych, posiadają fachową wiedzę z zakresu fizyki ciała stałego, nowoczesnych materiałów o zastosowaniach przemysłowych. Mają możliwość kontynuowania badań naukowych na studiach doktoranckich, w tym kontynuowania współpracy z Uniwersytetem Le Mans w ramach studiów co-tutelle. Dzięki programowi studiów dualnych absolwenci nie tylko zdobywają umiejętności niezbędne w dalszej karierze akademickiej, ale są również dobrze przygotowani do pracy w innowacyjnych firmach nanotechnologicznych.</p>
--	---

## CZĘŚĆ B: EFEKTY UCZENIA SIĘ

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

Kod efektu uczenia się kierunku	Efekty uczenia się Po ukończeniu studiów drugiego stopnia o profilu ogólniakademickim na kierunku studiów fizyka absolwent:	Kody charakterystyk II stopnia PRK do których odnosi się efekt kierunkowy
<b>WIEDZA</b>		
KF_W01	dobrze rozumie cywilizacyjne znaczenie fizyki i jej zastosowań, a także jej historyczny rozwój i rolę w postępie nauk ścisłych	2018_P7S_WG
KF_W02	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	2018_P7S_WG
KF_W03	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	2018_P7S_WG
KF_W04	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	2018_P7S_WG
KF_W05	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa fizyczne	2018_P7S_WG
KF_W06	zna formalizm matematyczny przydatny w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	2018_P7S_WG
KF_W07	zna podstawy technik obliczeniowych i informatycznych, wspomagających pracę fizyka i rozumie ich ograniczenia	2018_P7S_WG
KF_W08	zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej	2018_P7S_WG
KF_W09	zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy stopniu pozwalającym na samodzielną pracę na stanowisku badawczym lub pomiarowym	2018_P7S_WG
KF_W10	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	2018_P7S_WK
W_OOD	ma pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla wybranej dyscypliny nauki niezwiązanej z wiodącą dyscypliną kierunku studiów	2018_P7S_WG, 2018_P7S_WK
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>		
KF_U01	potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i piśmie, przedstawić wyniki odkryć i teorii naukowych z dziedziny fizyki	2018_P7S_UW
KF_U02	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	2018_P7S_UW
KF_U03	na gruncie poznanej wiedzy umie wyjaśnić procesy fizyczne zachodzące w otaczającym go świecie	2018_P7S_UW
KF_U04	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	2018_P7S_UW
KF_U05	potrafi planować i przeprowadzić różnego typu pomiary i eksperymenty fizyczne	2018_P7S_UW
KF_U06	potrafi wybrać właściwą metodę pomiarową dla konkretnego problemu i oczekiwanego efektu	2018_P7S_UW
KF_U07	potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników pomiarów, obserwacji i obliczeń teoretycznych	2018_P7S_UW
KF_U08	potrafi przedyskutować błędy pomiarowe, ustalić ich źródła i ocenić konsekwencje	2018_P7S_UW
KF_U09	potrafi użyć formalizmu matematycznego do budowy i analizy modeli fizycznych	2018_P7S_UW
KF_U10	na gruncie zdobytej wiedzy i przeprowadzonych badań potrafi opisać mikro i makroskopowe właściwości materii	2018_P7S_UW

KF_U11	potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań zawierające: uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, opis, analizę i dyskusję otrzymanych wyników oraz ich znaczenie na tle podobnych badań	2018_P7S_UW
KF_U12	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; zna podstawowe czasopisma naukowe z fizyki; potrafi integrować pozyskane informacje i dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	2018_P7S_UW
KF_U13	posługuje się językiem angielskim w stopniu wystarczającym (poziom B2+) do korzystania z literatury fachowej oraz przedstawienia wyników badań	2018_P7S_UW
KF_U14	potrafi zastosować zdobytą wiedzę z fizyki do dyskusji problemów z pokrewnych dziedzin i dyscyplin naukowych	2018_P7S_UW
KF_U15	posiada pogłębioną umiejętność przygotowania różnych prac pisemnych, w języku polskim i angielskim, dotyczących zagadnień szczegółowych z fizyki lub zagadnień leżących na pograniczu różnych dyscyplin nauki	2018_P7S_UK
KF_U16	posiada pogłębioną umiejętność przygotowania i przedstawienia prezentacji ustnej z fizyki lub zagadnień interdyscyplinarnych, w języku polskim i angielskim, stosując nowoczesne techniki multimedialne	2018_P7S_UK
KF_U17	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	2018_P7S_UU
KF_U18	Posiada pogłębioną umiejętność stawiania i analizowania problemów na podstawie pozyskanych treści z zakresu dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	2018_P7S_UW
KF_U19	porozumiewa się w języku obcym posługując się komunikacyjnymi kompetencjami językowymi w stopniu zaawansowanym. Posiada umiejętność czytania ze zrozumieniem skomplikowanych tekstów naukowych oraz pogłębioną umiejętność przygotowania różnych prac pisemnych (w tym badawczych) oraz wystąpień ustnych dotyczących zagadnień szczegółowych z zakresu danego kierunku w języku obcym.	2018_P7S_UK
U_OOD	ma zaawansowane umiejętności stawiania pytań badawczych i analizowania problemów lub ich praktycznego rozwiązywania na podstawie pozyskanych treści oraz zdobytych doświadczeń praktycznych i umiejętności z zakresu wybranej dyscypliny nauki niezwiązanej z wiodącą dyscypliną kierunku studiów	2018_P7S_UW
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>		
KF_K01	rozumie potrzebę dalszego kształcenia oraz potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	2018_P7S_KK
KF_K02	potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	2018_P7S_KK
KF_K03	umie pracować w grupie przyjmując w niej różne role; potrafi określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania	2018_P7S_KO
KF_K04	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy z fizyki	2018_P7S_KK
KF_K05	rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; postępuje etycznie	2018_P7S_KR
KF_K06	ma świadomość odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań; rozumie społeczne aspekty stosowania zdobytej wiedzy	2018_P7S_KO
KF_K07	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	2018_P7S_KO
KF_K08	potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	2018_P7S_KO
KF_K09	rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy.	2018_P7S_KK
KS_OOD	rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy lub wykorzystywania umiejętności z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy	2018_P7S_KK

## CZĘŚĆ C: PLAN STUDIÓW

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna
7.	Rok akademicki od którego obowiązuje zmieniony plan studiów	—

### Specjalność: fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana

A														I rok						II rok								
														semestr 1			semestr 2			semestr 3			semestr 4					
														rodzaj zajęć														
Lp.	Nazwa modułu	Język wykł.	E/Z	Razem	W	I	Razem ECTS	W	I	E	W	I	E	W	I	E	W	I	E									
1	Computer Programming	EN	E	60	15	45	6	15	45	6																		
2	Introductory Master Thesis Seminar	EN	Z	15		15	1		15	1																		
3	Research Project Laboratory	EN	Z	60	5	55	7	5	55	7																		
4	Selected Topics in Quantum Physics	EN	E	60	30	30	6	30	30	6																		
5	Statistical Physics	EN	E	40	20	20	5	20	20	5																		
6	Master Thesis Laboratory 1	EN	Z	60		60	8					60	8															
7	Master Thesis Seminar 1	EN	Z	15		15	2					15	2															
8	Set of Diploma Courses I	EN	Z	240	120	120	20				120	120	20															
9	Computer Simulations	EN	Z	45		45	3								45	3												
10	Master Thesis Laboratory 2	EN	Z	60		60	5								60	5												
11	Master Thesis Seminar 2	EN	Z	15		15	2								15	2												
12	Set of Diploma Courses II	EN	Z	240	120	120	20							120	120	20												
13	Master Thesis Laboratory 3	EN	Z	60		60	6											60	6									
14	Master Thesis Seminar 3	EN	Z	15		15	3											15	3									
15	Specialized Lecture (e-learning)	EN	Z	30	30		3										30		3									
RAZEM A:				1015	340	675	97	70	165	25	120	195	30	120	240	30	30	75	12									
Praktyki i zajęcia terenowe														I rok						II rok								
														semestr 1			semestr 2			semestr 3			semestr 4					
Lp.	Nazwa modułu	Język wykł.	E/Z	Razem	W	I	Razem ECTS	W	I	E	W	I	E	W	I	E	W	I	E									
1	Internships in Research Teams or Industry	EN	Z	160		160	18											160	18									
RAZEM Praktyki i zajęcia terenowe:				160	0	160	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	18									
Inne wymagania														I rok						II rok								
														semestr 1			semestr 2			semestr 3			semestr 4					
Lp.	Nazwa modułu	Język wykł.	E/Z	Razem	W	I	Razem ECTS	W	I	E	W	I	E	W	I	E	W	I	E									
1	Moduł ogólnoakademicki (humanistyczny)	–	Z	45		45	3		45	3																		

Inne wymagania										I rok						II rok					
										semestr 1			semestr 2			semestr 3			semestr 4		
Lp.	Nazwa modułu						Język wykł.	E/Z	rodzaj zajęć			Razem ECTS	W	I	E	W	I	E	W	I	E
2	Moduł ogólnoakademicki (społeczny)						–	Z	30		30	2		30	2						
RAZEM Inne wymagania:									75	0	75	5	0	75	5	0	0	0	0	0	0
RAZEM SEMESTRY:									1250	340	910	120	310	30	315	30	360	30	265	30	
OGÓŁEM													1250								

Studia kończą się nadaniem tytułu zawodowego magistra na kierunku fizyka w specjalności fizyka badań podstawowych i fizyka stosowana.

**Legenda:**

Każdy semestr składa się z 15 tygodni

E/Z - egzamin/zaliczenie

E - punkty ECTS

W - wykład, I - pozostałe formy zajęć różne od wykładu (ćwiczenia, laboratorium, konwersatorium, seminarium, proseminarium, lektorat, ćwiczenia terenowe, warsztat, praktyka, tutoring)

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna
7.	Rok akademicki od którego obowiązuje zmieniony plan studiów	—

### Specjalność: nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A)

A								I rok						II rok					
								semestr 1			semestr 2			semestr 3			semestr 4		
								rodzaj zajęć											
Lp.	Nazwa modułu	Język wykł.	E/Z	Razem	W	I	Razem ECTS	W	I	E	W	I	E	W	I	E	W	I	E
1	Mathematical Methods in Physics	EN	E	60	30	30	4	30	30	4									
2	Numerical Methods	EN	E	40	10	30	4	10	30	4									
3	Quantum Physics	EN	E	60	30	30	6	30	30	6									
4	Solid State Physics	EN	E	50	25	25	5	25	25	5									
5	Statistical Physics	EN	E	40	20	20	4	20	20	4									
6	Laboratory Training	EN	Z	100		100	10					100	10						
7	Set of Diploma Courses I - Optional Courses *[zobacz opis poniżej]	*	*	50	30	20	6				30	20	6						
8	Set of Diploma Courses I: Interaction of Radiation with Matter	EN	E	40	20	20	3				20	20	3						
9	Set of Diploma Courses I: Physics of Magnetic Materials	EN	E	40	20	20	3				20	20	3						
10	Set of Diploma Courses I: Physics of Semiconducting Materials	EN	E	50	20	30	4				20	30	4						
11	Set of Diploma Courses I: Spectroscopic and Microscopic Methods	EN	E	50	20	30	4				20	30	4						
12	Master's Laboratory	EN	Z	100		100	7								100	7			
13	Set of Diploma Courses II: Advanced Solid State Physics	EN	E	40	20	20	3							20	20	3			
14	Set of Diploma Courses II: Microsensors	EN	E	30	10	20	3							10	20	3			
15	Set of Diploma Courses II: Nanophysics and Nanomagnetism	EN	E	40	20	20	3							20	20	3			
16	Set of Diploma Courses II: Non-linear Optics	EN	E	20	10	10	2							10	10	2			
17	Set of Diploma Courses II: Numerical Modeling of Solids	EN	E	40	10	30	3							10	30	3			
18	Set of Diploma Courses II: Photoemission Spectroscopy	EN	E	15	15		2							15		2			
19	Set of Diploma Courses II: Physics of Mesoscopic Materials	EN	E	60	30	30	5							30	30	5			
20	Set of Diploma Courses II: Ultrafast Physics	EN	E	15	15		2							15		2			
RAZEM A:				940	355	585	83	115	135	23	110	220	30	130	230	30	0	0	0
Praktyki i zajęcia terenowe								I rok						II rok					
								semestr 1			semestr 2			semestr 3			semestr 4		
Lp.	Nazwa modułu	Język wykł.	E/Z	Razem	W	I	Razem ECTS	W	I	E	W	I	E	W	I	E	W	I	E
1	Internship	EN	Z	210		210	30											210	30
RAZEM Praktyki i zajęcia terenowe:				210	0	210	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	30

Inne wymagania										I rok						II rok					
Lp.	Nazwa modułu	Język wykł.	E/Z	rodzaj zajęć			Razem ECTS	semestr 1			semestr 2			semestr 3			semestr 4				
				Razem	W	I		W	I	E	W	I	E	W	I	E	W	I	E		
1	Advanced English Language Course	EN	E	30		30	2		30	2											
2	Moduł ogólnoakademicki (humanistyczny)	–	Z	45		45	3		45	3											
3	Moduł ogólnoakademicki (społeczny)	–	Z	30		30	2		30	2											
RAZEM Inne wymagania:				105	0	105	7	0	105	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
RAZEM SEMESTRY:				1255	355	900	120	355	30		330	30		360	30		210	30			
OGÓŁEM								1255													

Studia kończą się nadaniem tytułu zawodowego magistra na kierunku fizyka w specjalności nanofizyka i materiały mezoskopowe - modelowanie i zastosowanie (NM3A).

### \* Grupy modułów

#### Set of Diploma Courses I - Optional Courses

<b>Opis:</b>									
Moduły opcjonalne, studenci wybierają 2 spośród 4.									
<b>Moduły:</b>									
Set of Diploma Courses I: Classical Optics								Język wykł.	ECTS
								EN	3
Set of Diploma Courses I: Computer Simulations								EN	3
Set of Diploma Courses I: Nanomaterials and Nanotechnologies								EN	3
Set of Diploma Courses I: Soft Matter								EN	3

#### Legenda:

Każdy semestr składa się z 15 tygodni

E/Z - egzamin/zaliczenie

E - punkty ECTS

W - wykład, I - pozostałe formy zajęć różne od wykładu (ćwiczenia, laboratorium, konwersatorium, seminarium, proseminarium, lektorat, ćwiczenia terenowe, warsztat, praktyka, tutoring)

## CZĘŚĆ D: OPIS MODUŁÓW

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Advanced English Language Course

**Kod modułu:** W4-2F-13-114

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_114_1	Rozumie znaczenie przekazu ustnego i zawartego w tekstach o różnej złożoności, łącznie z rozumieniem dyskusji, na tematy ogólne i specjalistyczne z dziedziny przedmiotu	KF_U03 KF_U15 KF_U19	5 5 5
2F_114_2	Formułuje jasne i przejrzyste wypowiedzi ustne i pisemne posługując się regułami organizacji wypowiedzi i odpowiednim rejestrem	KF_U13 KF_U15 KF_U19	5 5 5
2F_114_3	Porozumiewa się z wykorzystaniem różnych kanałów i technik komunikacyjnych w zakresie różnych dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla danego kierunku studiów	KF_K07 KF_U13 KF_U14 KF_U19	5 5 3 5
2F_114_4	Wyszukuje, wybiera, analizuje, ocenia, klasyfikuje informacje z wykorzystaniem różnych źródeł i sposobów	KF_U09	5
2F_114_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, dokonuje samooceny, potrafi uzupełniać i doskonalić nabytą wiedzę i umiejętności ; potrafi pracować w zespole, komunikować się z otoczeniem w miejscu pracy i poza nim	KF_K01 KF_K02 KF_K03 KF_K06 KF_K08 KF_U17	2 2 2 2 2 2

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Moduł koncentruje się na kształceniu w zakresie języka specjalistycznego z dziedziny przedmiotu. Moduł ma na celu rozwijanie komunikacyjnych kompetencji językowych w zakresie działań językowych (czytanie, słuchanie, mówienie, pisanie i interakcja). Moduł rozwija umiejętność samodzielnego uczenia się, zdobywania wiedzy oraz pracy w zespole i skutecznego porozumiewania się z otoczeniem.
<b>Wymagania wstępne</b>	Zalecana znajomość języka obcego zdobyta na dotychczasowych etapach kształcenia

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_114_w_1	zaliczenie	Okresowe pisemne i(lub) ustne sprawdzanie kompetencji językowych nabytych w trakcie zajęć i w ramach pracy własnej, z uwzględnieniem aktywności na zajęciach, w skali ocen 2-5	2F_114_1, 2F_114_2, 2F_114_3, 2F_114_4, 2F_114_5
2F_114_w_2	egzamin	całościowe pisemne i(lub) ustne sprawdzanie kompetencji językowych nabytych w trakcie zajęć i w ramach pracy własnej, z uwzględnieniem aktywności na zajęciach, w skali ocen 2-5	2F_114_1, 2F_114_2, 2F_114_3, 2F_114_4, 2F_114_5

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_114_fs_1	ćwiczenia	Ćwiczenia przedmiotowe przy zastosowaniu komunikacyjnej metody nauczania, z elementami dyskusji, z pisemną lub ustną informacją zwrotną, z udziałem pracy własnej studenta. Ćwiczenia prowadzone są z wykorzystaniem metody aktywizującej (w tym np. projektowej, webquest, case study) oraz metod i technik kształcenia na odległość i zastosowaniem TIK	30	Praca z podręcznikiem, słownikiem, ćwiczeniami, literaturą uzupełniającą, źródłami internetowymi. Przyswajanie i utrwalanie kompetencji językowych nabytych w trakcie zajęć. Przygotowywanie form ustnych i pisemnych (na przykład projekt, prezentacja, dialog, esej, list). Praca na platformie elearningowej.	30	2F_114_w_1, 2F_114_w_2

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>fizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Computer Programming

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.03

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2F_BP.03_1	Zna podstawy technik obliczeniowych i informatycznych, wspomagających pracę fizyka i rozumie ich ograniczenia	KF_U18 KF_W07	3 5
2F_BP.03_2	Zna formalizm matematyczny przydatny w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	KF_W06	3
2F_BP.03_3	Umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	KF_U02	3
2F_BP.03_4	Potrafi podjąć merytoryczną dyskusję nad zagadnieniem	KF_K07	4

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	Głównym celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do rozwiązywania zagadnień fizycznych z wykorzystaniem komputerów. Przedmiot powinien przygotować studentów do posługiwania się wybranymi językami programowania na poziomie średnio zaawansowanym oraz nauczyć stosowania metod i technik numerycznych w pracy naukowej. Kurs będzie składał się z wykładów wprowadzających i ćwiczeń laboratoryjnych. Wykładowca przedstawi techniki programowania i metody numeryczne. Na zajęciach laboratoryjnych student rozwiąże problemy fizyczne związane z zakresem pracy magisterskiej.
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa znajomość programowania.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_BP.03_w_1	Aktywność na zajęciach	Rozwiązywanie problemów stawianych na zajęciach, udział w dyskusji nad optymalizacją proponowanych rozwiązań.	2F_BP.03_1, 2F_BP.03_2, 2F_BP.03_3, 2F_BP.03_4
2F_BP.03_w_2	Zaliczenie	Zaliczenie na podstawie przygotowanych i rozwiązanych indywidualnych projektów.	2F_BP.03_1, 2F_BP.03_2, 2F_BP.03_3, 2F_BP.03_4

2F_BP.03_w_3	Kolokwium	Test pisemny sprawdzający wiedzę i umiejętności rozwiązywania zadań i problemów z omawianych zagadnień.	2F_BP.03_1, 2F_BP.03_2, 2F_BP.03_3
2F_BP.03_w_4	Egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający wiedzę na podstawie treści wykładów, ćwiczeń laboratoryjnych oraz wskazanej w literaturze przedmiotu. Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.	2F_BP.03_1, 2F_BP.03_2, 2F_BP.03_3, 2F_BP.03_4

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.03_fs_1	wykład	Prezentacje wprowadzające techniki programowania, metody numeryczne, techniki analizy i techniki optymalizacji kodu	15	Czytanie notatek z wykładów, studiowanie polecanej literatury	30	2F_BP.03_w_4
2F_BP.03_fs_2	laboratorium	Pisanie kodu (pod okiem instruktora) z wykorzystaniem technik programowania	45	Indywidualne rozwiązywanie problemów, przygotowywanie indywidualnych projektów	90	2F_BP.03_w_1, 2F_BP.03_w_2, 2F_BP.03_w_3

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>fizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Computer Simulations

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.13

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2F_BP.13_1	Zna podstawy technik obliczeniowych i informatycznych, wspomagających pracę fizyka i rozumie ich ograniczenia	KF_W07	5
2F_BP.13_2	Zna formalizm matematyczny przydatny w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	KF_W06	3
2F_BP.13_3	Umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	KF_U02	3
2F_BP.13_4	Potrafi podjąć merytoryczną dyskusję nad zagadnieniem	KF_K07	4

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	Kurs e-learningowy przedstawia metody symulacji komputerowych i ich zastosowania w rozwiązywaniu problemów fizycznych. Specyficzna metodologia symulacji będzie odpowiadać zainteresowaniom studentów i wybranym przez nich tematów prac magisterskich z fizyki, na przykład: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Dynamika układów molekularnych symulowana z wykorzystaniem interakcji między cząsteczkami;</li> <li>•Symulacje z fizyki jądrowej lub cząstek elementarnych oparte na modelach interakcji cząstek i narzędziach do budowy wirtualnych systemów pomiarowych;</li> <li>•Symulacje dynamiki płynów, procesów nisko i wysokoenergetycznych oraz inne zagadnienia związane z fizyką teoretyczną.</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_BP.13_w_1	Aktywność w e-learning'u	Rozwiązywanie problemów stawianych podczas e-learningu, udział w dyskusji nad optymalizacją proponowanych rozwiązań.	2F_BP.13_1, 2F_BP.13_2, 2F_BP.13_3, 2F_BP.13_4
2F_BP.13_w_2	Kolokwium lub test, indywidualne projekty	Weryfikacja postępów studenta podczas kursu e-learningowego.	2F_BP.13_1, 2F_BP.13_2, 2F_BP.13_3

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.13_fs_1	laboratorium	Pisanie kodu na podstawie przygotowanego kursu e-learningowego z wykorzystaniem wybranych technik programowania	45	Indywidualne rozwiązywanie zadań domowych, przygotowywanie indywidualnych projektów	45	2F_BP.13_w_1, 2F_BP.13_w_2

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>fizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Internship

**Kod modułu:** W4-2F-22-10A

**1. Liczba punktów ECTS:** 30

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2F_10A_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_10A_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i eksperymentalnej	KF_W02	3
		KF_W03	3
2F_10A_3	Zna modele teoretyczne oraz formalizm matematyczny oraz metody komputerowe niezbędne do rozwiązania problemów podejmowanych w pracy magisterskiej	KF_W05	5
		KF_W06	5
		KF_W07	5
2F_10A_4	Potrafi posługiwać się aparaturą badawczą, przeprowadzać eksperymenty oraz wybrać właściwą metodę pomiarową dla konkretnego problemu i oczekiwanego efektu	KF_U04	4
		KF_U05	4
		KF_U06	4
		KF_W08	4
2F_10A_5	Potrafi dokonać krytycznej analizy i interpretacji wyników badań	KF_U08	4
		KF_U09	4
		KF_U10	4
2F_10A_6	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_U11	4
		KF_U12	4
2F_10A_7	Potrafi, w zakresie tematyki prowadzonych badań, przygotować prace pisemne i prezentacje multimedialne w języku ojczystym i angielskim	KF_K07	4
		KF_U15	4
		KF_U16	4
2F_10A_8	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję na dany temat	KF_K07	4

		KF_U15	4
2F_10A_9	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01	5
		KF_U17	5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	<p>W czwartym semestrze staż można odbyć w laboratoriach Uniwersytetu Le Mans lub na uczelni macierzystej. Językiem modułu jest język angielski. Ukończenie modułu we Francji jest warunkiem uzyskania podwójnego dyplomu. Moduł (210 godzin, 30 ECTS) obejmuje następujące zajęcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• laboratorium magisterskie - 180 godzin (27 ECTS),</li> <li>• Seminarium magisterskie – 30 godzin (3 ECTS)</li> </ul> <p>Podczas laboratorium magisterskiego student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z realizowanym problemem w ramach pracy magisterskiej, metodologią badań oraz literaturą fachową</li> <li>• Podejmuje badania w zakresie realizacji tematu pracy magisterskiej</li> <li>• Opracowuje, interpretuje i omawia uzyskane wyniki</li> </ul> <p>Podczas seminarium magisterskiego student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prezentuje każdą część pracy magisterskiej z uwzględnieniem uzyskanych wyników badań</li> <li>• Omawia i interpretuje problemy przedstawione w pracy magisterskiej</li> </ul> <p>Praca magisterska:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Przedstawienie pisemne uzyskanych wyników badań i ich interpretacja</li> <li>• Przedstawienie przygotowanej pracy przed wspólną polsko-francuską komisją egzaminacyjną</li> <li>• Język prezentacji: angielski.</li> <li>• Dla studentów, którzy odbędą praktyki na uczelni macierzystej, komisja egzaminacyjna składa się wyłącznie z polskich członków, ale językiem prezentacji jest język angielski.</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	Wszystkie przedmioty przewidziane w planie studiów zostały zaliczone.

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_10A_w_1	praca magisterska	Praca magisterska jest ostatecznym weryfikatorem nakładu pracy i zaangażowania studenta w moduł	2F_10A_1, 2F_10A_2, 2F_10A_3, 2F_10A_4, 2F_10A_5, 2F_10A_6, 2F_10A_7, 2F_10A_8, 2F_10A_9

## 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_10A_fs_1	praktyka	Laboratorium magisterskie i wykonanie pracy magisterskiej (opiekun naukowy z Francji i Polski).	180	Przed rozpoczęciem badań student zapozna się z literaturą; po zakończeniu badań przygotowuje raport/pracę magisterską w języku angielskim.	100	2F_10A_w_1
2F_10A_fs_2	seminarium	Seminarium magisterskie - program zajęć ustalany jest przez komisje pedagogiczne jednostek partnerskich.	30	Student prezentuje wyniki badań w języku angielskim.	10	2F_10A_w_1

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Internships in Research Teams or Industry

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.11

**1. Liczba punktów ECTS:** 18

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.11_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_K06 KF_W01	2 4
2F_BP.11_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu wybranych gałęzi fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	3
2F_BP.11_3	Zna modele teoretyczne oraz formalizm matematyczny oraz metody komputerowe niezbędne do rozwiązania problemów podejmowanych w pracy magisterskiej	KF_W05 KF_W06 KF_W07	5 5 5
2F_BP.11_4	Potrafi posługiwać się aparaturą badawczą, przeprowadzać eksperymenty oraz wybrać właściwą metodę pomiarową dla konkretnego problemu i oczekiwanego efektu	KF_U04 KF_U05 KF_U06 KF_U08	4 4 4 4
2F_BP.11_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U08 KF_U09 KF_U10	4 4 4
2F_BP.11_6	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_U11 KF_U12	4 4
2F_BP.11_7	Potrafi, w zakresie tematyki prowadzonych badań, przygotować prace pisemne i prezentacje multimedialne w języku ojczystym i angielskim	KF_U07 KF_U15 KF_U16 KF_U19	4 4 4 3

2F_BP.11_8	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K03 KF_U07 KF_U15	2 4 4
2F_BP.11_9	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U17	5 5

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	Kurs ma na celu wprowadzenie studentów do pracy w grupach badawczych, badawczo-rozwojowych lub nowoczesnym przemyśle. Student może odbywać staż w zespołach badawczych polskich lub zagranicznych jednostek naukowych, instytutów badawczych lub firm. Zakres praktyk może obejmować fizykę teoretyczną, fizykę doświadczalną, modelowanie komputerowe w fizyce, zastosowania fizyki w przemyśle lub medycynie. W ramach 160 przewidzianych godzin student powinien zapoznać się z wybraną przez siebie pracą grupy badawczej i aktywnie uczestniczyć jej pracach. Opiekun stażu przydzieli studentowi zadania (np. wykonanie obliczeń, symulacji, udział w eksperymencie, opracowanie procedury badawczej, przetestowanie sprzętu, analiza wyników przeprowadzonych badań). Po wykonaniu zadania student sporządza sprawozdanie z wykonanych zajęć.
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań

### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_BP.11_w_1	Raport	Ostateczną weryfikację nakładu pracy studenta i pisemnego sprawozdania studenta dokonuje opiekun praktyk oraz koordynator akademicki staży, który zatwierdza raport i praktykę.	2F_BP.11_1, 2F_BP.11_2, 2F_BP.11_3, 2F_BP.11_4, 2F_BP.11_5, 2F_BP.11_6, 2F_BP.11_7, 2F_BP.11_8, 2F_BP.11_9

### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.11_fs_1	praktyka	Opiekun praktyki zapozna studenta ze specyfiką pracy w wybranej grupie badawczej. Opiekun przydzieli i pomoże uczniowi w rozwiązaniu danego zadania lub opracowaniu projektu.	160	Student bierze czynny udział w pracach badawczo-rozwojowych prowadzonych w wybranym zespole. Student opracowuje wyniki i przygotowuje raport. Na prośbę zespołu student przedstawia wyniki podjętych działań w formie seminarium.	240	2F_BP.11_w_1

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Introductory Master Thesis Seminar

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.07

**1. Liczba punktów ECTS:** 1

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.07_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_BP.07_2	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_K04	3
		KF_U11	3
		KF_U12	3
2F_BP.07_3	Potrafi, w zakresie tematyki prowadzonych badań, przygotować prace pisemne i prezentacje multimedialne w języku ojczystym i angielskim	KF_K07	4
		KF_U01	5
		KF_U15	4
		KF_U16	4
2F_BP.07_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	4
		KF_U15	4
2F_BP.07_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01	5
		KF_U04	3
		KF_U17	5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	Kurs ma na celu przygotowanie studentów do przedstawienia i napisania pracy magisterskiej. W części wprowadzającej student pozna formalne aspekty przygotowywania prac magisterskich na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych Uniwersytetu Śląskiego (i innych uczelniach). Omówiona zostanie struktura pracy wraz z zasadami formułowania hipotez i opisu metod badawczych, tworzenia bibliografii na podstawie artykułów i monografii naukowych, z uwzględnieniem zagadnień praw autorskich, odsyłaczy. Prowadzona jest dyskusja na tematy zaproponowane przez potencjalnych przełożonych. W centralnej części kursu studenci na podstawie wybranych tematów swojej przyszłej pracy magisterskiej przedstawiają: przegląd literatury na wybrany
-------------	---

	temat, cel i zakres badań i / lub hipotezę badawczą, metodologię badań, koncepcję i prospekt przyszłych prac magisterskich. Podstawowym celem proseminarium jest rozwijanie umiejętności formułowania problemów badawczych przez studentów, doboru odpowiednich metod ich rozwiązywania oraz rozwijanie kompetencji związanych z upowszechnianiem wiedzy wraz z przygotowaniem prezentacji.
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_BP.07_w_1	Aktywność na zajęciach	Ocena zaangażowania w dyskusję seminaryjną.	2F_BP.07_1, 2F_BP.07_2, 2F_BP.07_3, 2F_BP.07_5
2F_BP.07_w_2	Zaliczenie	Zaliczenie na podstawie przygotowanego i wygłoszonego seminarium.	2F_BP.07_1, 2F_BP.07_2, 2F_BP.07_3, 2F_BP.07_4, 2F_BP.07_5

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_BP.07_fs_1	proseminarium	Proseminarium w formie spotkań ze studentami, prezentacji wymagań, terminów i proponowanych tematów pracy dyplomowej. Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji.	15	Przygotowanie seminarium	10	2F_BP.07_w_1, 2F_BP.07_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Laboratory Training

**Kod modułu:** W4-2F-22-03

**1. Liczba punktów ECTS:** 10

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_03_1	posiada pogłębioną wiedzę z fizyki eksperymentalnej opartą o doświadczenie zdobyte przy wykonywaniu pomiarów	KF_W02	4
2F_03_2	wzbogacił wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej i utrwalił znajomość współczesnych metod badawczych	KF_W04	5
2F_03_3	zna formalizm matematyczny i metody matematyczne przydatny w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych i ich wpływ na interpretacje wyników pomiarów	KF_W06	4
2F_03_4	zna budowę i zasadę działania wybranej aparatury naukowej; potrafi wybrać odpowiednią aparaturę niezbędną dla wyznaczenia określonych własności fizyko-chemicznych materiałów	KF_W08	4
2F_03_5	potrafi zaplanować i prowadzić różnego typu pomiary i eksperymenty z użyciem specjalistycznej aparatury naukowej	KF_U05	4
2F_03_6	potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników pomiarów, wskazać źródła błędów pomiarowych i sformułować wnioski oraz odnieść je do postawionej hipotezy	KF_U07	3
2F_03_7	potrafi samodzielnie opracować i przedstawić wyniki pomiarów w formie pracy zawierającej: uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, opis, analizę i dyskusję otrzymanych wyników oraz i ich znaczenie na tle podobnych badań	KF_U11	5
2F_03_8	posiada umiejętność przygotowania i przedstawienia prezentacji ustnej z fizyki, stosując nowoczesne techniki multimedialne; potrafi podjąć dyskusję i odpowiedzieć na pytania związane z prowadzonymi badaniami	KF_U15	4

3. Opis modułu	
Opis	Laboratorium odbędzie się w partnerskim Uniwersytecie Le Mans we Francji lub laboratoriach Instytutu Fizyki. Student zapozna się z nowoczesną aparaturą badawczą i weźmie udział w pracach eksperymentalnych. Pod kierunkiem wykładowcy/promotora realizowanego projektu przeprowadzi on badania, omówi, zinterpretuje i przeanalizuje uzyskane wyniki. Projekt będzie realizowany zespołowo, co pozwoli studentowi zapoznać się ze specyfiką badań zespołowych. Tematyka laboratorium/projektu może dotyczyć syntezy i analizy oraz modelowania właściwości fizycznych nanostruktur. Szczegółowy program badawczy uzależniony jest od tematyki realizowanego projektu i uzgadniany z polsko-francuskim opiekunem naukowym. Każde zajęcia, w poszczególnych laboratoriach, poprzedzone będą wprowadzeniem teoretycznym dotyczącym badanych właściwości materiałów i stosowanych

	technik badawczych (zasada działania, konstrukcja przyrządów, możliwości zastosowania i dokładność pomiarów). Podstawą uzyskania zaliczenia będzie przygotowanie raportu w języku angielskim i przedstawienie uzyskanych wyników zespołowi badawczemu jako komisji egzaminacyjnej.
<b>Wymagania wstępne</b>	Student powinien posiadać podstawową wiedzę dotyczącą fizyki atomowej i molekularnej oraz fizyki ciała stałego objętą pierwszym stopniem kształcenia.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_03_w_1	aktywność na zajęciach	W trakcie zajęć studenci będą brać udział w planowaniu pomiarów, ich opracowaniu i interpretacji wyników. Sposób wykonywania badań, umiejętności ich numerycznego opracowania i jakość odpowiedzi na pytania będą oceniane na w skali 2-5 (średnia ocen z poszczególnych pracowni).	2F_03_1, 2F_03_2, 2F_03_3, 2F_03_4, 2F_03_5, 2F_03_6
2F_03_w_2	raport	Student sporządzi i zaprezentuje opracowane wyniki badań w postaci raportu w języku angielskim, które przedstawi w formie prezentacji. Jakość opracowania, sposób prezentacji i odpowiedzi na pytania kolegów i prowadzącego zostaną ocenione w skali 2-5.	2F_03_1, 2F_03_2, 2F_03_3, 2F_03_4, 2F_03_5, 2F_03_6, 2F_03_7, 2F_03_8

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_03_fs_1	laboratorium	Krótki wykład zawierający teoretyczne wprowadzenie do współczesnych metod eksperymentalnych fazy skondensowanej, przeprowadzony przed każdym z rodzajów wykonywanych badań (prezentacje i zapoznanie z urządzeniami w pracowniach). Wspólne wykonanie pomiarów pod opieką specjalisty z danej techniki badawczej. Wstępne omówienie wyników przez prowadzącego i wskazanie metod ich opracowania, oraz określenie wymogów stawianych sprawozdaniu. Prezentacja przez studentów wykonanych opracowań pomiarów, dyskusja wyników, ocena jakości sprawozdań.	100	Zapoznanie się z materiałami dotyczącymi aparatury (instrukcje i opracowania). Lektury uzupełniające i praca z podręcznikiem w celu pogłębienia wiedzy dotyczącej poruszanych zagadnień. Opracowanie wyników pomiarów i przygotowanie prezentacji.	100	2F_03_w_1, 2F_03_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Master Thesis Laboratory 1

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.09

**1. Liczba punktów ECTS:** 8

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.09_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_BP.09_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i doświadczalnej	KF_U03 KF_W02 KF_W03	3 3 3
2F_BP.09_3	Zna modele teoretyczne oraz formalizm matematyczny oraz metody komputerowe niezbędne do rozwiązania problemów podejmowanych w pracy magisterskiej	KF_W05 KF_W06 KF_W07	3 3 3
2F_BP.09_4	Potrafi posługiwać się aparaturą badawczą, przeprowadzać eksperymenty oraz wybrać właściwą metodę pomiarową dla konkretnego problemu i oczekiwanego efektu	KF_U04 KF_U05 KF_U06 KF_W08	3 3 3 3
2F_BP.09_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U08 KF_U09 KF_U10	3 3 3
2F_BP.09_6	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_U11 KF_U12	3 3
2F_BP.09_7	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K05 KF_K07 KF_U15	3 4 4

2F_BP.09_8	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U17	5 5
------------	--	------------------	--------

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	W ramach przedmiotu i pod kierunkiem promotora student zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy dyplomowej, metodologią badań oraz literaturą fachową. Następnie student będzie pracował nad tematem pracy magisterskiej. Zadania studenta mogą obejmować obliczenia, zbieranie i przetwarzanie danych, interpretację i dyskusję uzyskanych wyników. W zależności od wybranego tematu pracy, kurs może składać się z badań teoretycznych, badań eksperymentalnych, badań stosowanych lub symulacji komputerowych.
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_BP.09_w_1	Zaliczenie	Ocena na podstawie postępu badań i przygotowania pracy.	2F_BP.09_1, 2F_BP.09_2, 2F_BP.09_3, 2F_BP.09_4, 2F_BP.09_5, 2F_BP.09_6, 2F_BP.09_7, 2F_BP.09_8

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.09_fs_1	laboratorium	Wykonywanie badań pod kierunkiem promotora.	60	Student dokonuje przeglądu literatury. Po wykonaniu określonych sekcji badań, analizuj wyniki, pisz raporty.	120	2F_BP.09_w_1

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>fizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Master Thesis Laboratory 2

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.15

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.15_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_BP.15_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i doświadczalnej	KF_U03	3
		KF_W02	3
2F_BP.15_3	Zna modele teoretyczne oraz formalizm matematyczny oraz metody komputerowe niezbędne do rozwiązania problemów podejmowanych w pracy magisterskiej	KF_W05	3
		KF_W06	3
		KF_W07	3
2F_BP.15_4	Potrafi posługiwać się aparaturą badawczą, przeprowadzać eksperymenty oraz wybrać właściwą metodę pomiarową dla konkretnego problemu i oczekiwanego efektu	KF_U04	3
		KF_U05	3
		KF_U06	3
		KF_W08	3
2F_BP.15_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U08	3
		KF_U09	3
		KF_U10	3
2F_BP.15_6	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_U11	3
		KF_U12	3
2F_BP.15_7	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K05	3
		KF_K07	4
		KF_U15	4
2F_BP.15_8	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia, w tym korzystać z literatury naukowej oraz	KF_K01	5

	instrukcji do aparatury w języku angielskim.	KF_U17	5
		KF_U19	4

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	W ramach przedmiotu i pod kierunkiem promotora student zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy dyplomowej, metodologią badań oraz literaturą fachową. Następnie student będzie pracował nad tematem pracy magisterskiej. Zadania studenta mogą obejmować obliczenia, zbieranie i przetwarzanie danych, interpretację i dyskusję uzyskanych wyników. W zależności od wybranego tematu pracy, kurs może składać się z badań teoretycznych, badań eksperymentalnych, badań stosowanych lub symulacji komputerowych.
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_BP.15_w_1	Praca dyplomowa	Ocena postępów w pisaniu pracy magisterskiej.	2F_BP.15_1, 2F_BP.15_2, 2F_BP.15_3, 2F_BP.15_4, 2F_BP.15_5, 2F_BP.15_6, 2F_BP.15_7, 2F_BP.15_8
2F_BP.15_w_2	Zaliczenie	Ocena na podstawie postępu badań i przygotowania pracy.	2F_BP.15_1, 2F_BP.15_2, 2F_BP.15_3, 2F_BP.15_4, 2F_BP.15_5, 2F_BP.15_6, 2F_BP.15_7, 2F_BP.15_8

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.15_fs_1	laboratorium	Wykonywanie badań pod kierunkiem promotora.	60	Indywidualna praca nad zagadnieniami związanymi z pracą dyplomową (analiza danych, raporty).	60	2F_BP.15_w_1, 2F_BP.15_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Master Thesis Laboratory 3

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.17

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.17_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_BP.17_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i doświadczalnej	KF_U03	3
		KF_W02	3
		KF_W03	3
2F_BP.17_3	Zna modele teoretyczne oraz formalizm matematyczny oraz metody komputerowe niezbędne do rozwiązania problemów podejmowanych w pracy magisterskiej	KF_W05	3
		KF_W06	3
		KF_W07	3
2F_BP.17_4	Potrafi posługiwać się aparaturą badawczą, przeprowadzać eksperymenty oraz wybrać właściwą metodę pomiarową dla konkretnego problemu i oczekiwanego efektu	KF_U04	3
		KF_U05	3
		KF_U06	3
		KF_W08	3
2F_BP.17_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U08	3
		KF_U09	3
		KF_U10	3
2F_BP.17_6	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_U11	3
		KF_U12	3
2F_BP.17_7	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K05	3
		KF_K07	4
		KF_U15	4

2F_BP.17_8	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U17	5 5
------------	--	------------------	--------

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	W ramach przedmiotu i pod kierunkiem promotora student zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy dyplomowej, metodologią badań oraz literaturą fachową. Następnie student będzie pracował nad tematem pracy magisterskiej. Zadania studenta mogą obejmować obliczenia, zbieranie i przetwarzanie danych, interpretację i dyskusję uzyskanych wyników. W zależności od wybranego tematu pracy, kurs może składać się z badań teoretycznych, badań eksperymentalnych, badań stosowanych lub symulacji komputerowych.
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_BP.17_w_1	Praca dyplomowa	Ocena postępów w pisaniu pracy magisterskiej.	2F_BP.17_1, 2F_BP.17_2, 2F_BP.17_3, 2F_BP.17_4, 2F_BP.17_5, 2F_BP.17_6, 2F_BP.17_7, 2F_BP.17_8
2F_BP.17_w_2	Zaliczenie	Ocena na podstawie postępu badań i przygotowania pracy.	2F_BP.17_1, 2F_BP.17_2, 2F_BP.17_3, 2F_BP.17_4, 2F_BP.17_5, 2F_BP.17_6, 2F_BP.17_7, 2F_BP.17_8

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.17_fs_1	laboratorium	Wykonywanie badań pod kierunkiem promotora.	60	Indywidualna praca nad zagadnieniami związanymi z pracą dyplomową (analiza danych, raporty).	90	2F_BP.17_w_1, 2F_BP.17_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Master Thesis Seminar 1

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.10

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.10_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_BP.10_2	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_K04	3
		KF_U11	3
		KF_U12	3
2F_BP.10_3	Potrafi, w zakresie tematyki prowadzonych badań, przygotować prace pisemne i prezentacje multimedialne w języku ojczystym i angielskim	KF_K07	4
		KF_U01	5
		KF_U15	4
		KF_U16	4
2F_BP.10_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	4
		KF_U15	4
2F_BP.10_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01	5
		KF_U04	3
		KF_U17	5
2F_BP.10_6	porozumiewa się w języku obcym posługując się komunikacyjnymi kompetencjami językowymi w stopniu zaawansowanym. Posiada umiejętność czytania ze zrozumieniem skomplikowanych tekstów naukowych oraz pogłębioną umiejętność przygotowania prezentacji w języku angielskim.	KF_U13	5
		KF_U19	5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	Podstawowym celem seminarium dyplomowego jest przygotowanie studentów do prezentacji uzyskanych wyników badań, ich interpretacji i wniosków. Dodatkowo student powinien nauczyć się uczestniczyć w otwartych dyskusjach naukowych i formułować dokładne pytania.
-------------	--

<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań.
--------------------------	---------------

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_BP.10_w_1	Aktywność na zajęciach	Ocena zaangażowania studenta w dyskusje, wyrażanie opinii i formułowanie wniosków, jakość prezentacji badań. Ocena zaangażowania i udziału w dyskusjach seminaryjnych, w tym umiejętność wyrażania opinii i formułowania wniosków.	2F_BP.10_1, 2F_BP.10_2, 2F_BP.10_3, 2F_BP.10_5, 2F_BP.10_6
2F_BP.10_w_2	Zaliczenie	Ocena opiera się na przygotowaniu i prezentacji seminarium.	2F_BP.10_1, 2F_BP.10_2, 2F_BP.10_3, 2F_BP.10_4, 2F_BP.10_5, 2F_BP.10_6

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_BP.10_fs_1	seminarium	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji.	15	Przygotowanie seminarium.	45	2F_BP.10_w_1, 2F_BP.10_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Master Thesis Seminar 2

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.14

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.14_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_BP.14_2	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_K04 KF_U11 KF_U12	3 3 3
2F_BP.14_3	Potrafi, w zakresie tematyki prowadzonych badań, przygotować prace pisemne i prezentacje multimedialne w języku ojczystym i angielskim	KF_K07 KF_U01 KF_U15 KF_U16	4 5 4 4
2F_BP.14_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_BP.14_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U04 KF_U17	5 3 5
2F_BP.14_6	Porozumiewa się w języku obcym posługując się komunikacyjnymi kompetencjami językowymi w stopniu zaawansowanym. Posiada umiejętność czytania ze zrozumieniem skomplikowanych tekstów naukowych oraz pogłębioną umiejętność przygotowania prezentacji w języku angielskim.	KF_U13 KF_U19	5 5

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	Podstawowym celem seminarium dyplomowego jest przygotowanie studentów do prezentacji uzyskanych wyników badań, ich interpretacji i wniosków. Dodatkowo student powinien nauczyć się uczestniczyć w otwartych dyskusjach naukowych i formułować dokładne pytania.
-------------	--

<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań
--------------------------	--------------

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_BP.14_w_1	Aktywność na zajęciach	Ocena zaangażowania studenta w dyskusje, wyrażanie opinii i formułowanie wniosków, jakość prezentacji badań. Ocena zaangażowania i udziału w dyskusjach seminaryjnych, w tym umiejętność wyrażania opinii i formułowania wniosków.	2F_BP.14_1, 2F_BP.14_2, 2F_BP.14_3, 2F_BP.14_5, 2F_BP.14_6
2F_BP.14_w_2	Zaliczenie	Ocena opiera się na przygotowaniu i prezentacji seminarium.	2F_BP.14_1, 2F_BP.14_2, 2F_BP.14_3, 2F_BP.14_4, 2F_BP.14_5, 2F_BP.14_6

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_BP.14_fs_1	seminarium	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji.	15	Przygotowanie seminarium.	45	2F_BP.14_w_1, 2F_BP.14_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Master Thesis Seminar 3

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.16

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.16_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_BP.16_2	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_K04	3
		KF_U11	3
		KF_U12	3
2F_BP.16_3	Potrafi, w zakresie tematyki prowadzonych badań, przygotować prace pisemne i prezentacje multimedialne w języku ojczystym i angielskim	KF_K07	4
		KF_U01	5
		KF_U15	4
		KF_U16	4
2F_BP.16_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	4
		KF_U15	4
2F_BP.16_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01	5
		KF_U04	3
		KF_U17	5
2F_BP.16_6	Porozumiewa się w języku obcym posługując się komunikacyjnymi kompetencjami językowymi w stopniu zaawansowanym. Posiada umiejętność czytania ze zrozumieniem skomplikowanych tekstów naukowych oraz pogłębioną umiejętność przygotowania prezentacji w języku angielskim.	KF_U19	5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Podstawowym celem seminarium dyplomowego jest przygotowanie studentów do prezentacji uzyskanych wyników badań, ich interpretacji i wniosków. Dodatkowo student powinien nauczyć się uczestniczyć w otwartych dyskusjach naukowych i formułować dokładne pytania.

<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań
--------------------------	--------------

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_BP.16_w_1	Aktywność na zajęciach	Ocena zaangażowania studenta w dyskusje, wyrażanie opinii i formułowanie wniosków, jakość prezentacji badań. Ocena zaangażowania i udziału w dyskusjach seminaryjnych, w tym umiejętność wyrażania opinii i formułowania wniosków.	2F_BP.16_1, 2F_BP.16_2, 2F_BP.16_3, 2F_BP.16_5, 2F_BP.16_6
2F_BP.16_w_2	Zaliczenie	Ocena opiera się na przygotowaniu i prezentacji seminarium.	2F_BP.16_1, 2F_BP.16_2, 2F_BP.16_3, 2F_BP.16_4, 2F_BP.16_5, 2F_BP.16_6

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_BP.16_fs_1	seminarium	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji.	15	Przygotowanie seminarium.	60	2F_BP.16_w_1, 2F_BP.16_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Master's Laboratory

**Kod modułu:** W4-2F-22-10

**1. Liczba punktów ECTS:** 7

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_10_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_10_2	Posiada pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02 KF_W03	3 3
2F_10_3	Zna modele teoretyczne i formalizm matematyczny oraz metody komputerowe niezbędne do rozwiązywania problemów podejmowanych w pracy magisterskiej	KF_K09 KF_W05 KF_W06 KF_W07	1 3 3 3
2F_10_4	Potrafi posługiwać się aparaturą badawczą, przeprowadzać eksperymenty oraz wybrać właściwą metodę pomiarową dla konkretnego problemu i oczekiwanego efektu	KF_U04 KF_U05 KF_U06 KF_U18 KF_W08 KF_W09	3 3 3 2 3 3
2F_10_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U08 KF_U09 KF_U10	3 3 3
2F_10_6	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_K04 KF_K05 KF_U11	4 3 4

		KF_U12	4
2F_10_7	Potrafi, w zakresie tematyki prowadzonych badań, przygotować prace pisemne i prezentacje multimedialne w języku ojczystym i angielskim	KF_K07 KF_U15 KF_U16	4 4 4
2F_10_8	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję na dany temat	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_10_9	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U17	5 5

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	<p>Podczas laboratorium magisterskiego student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z: problemem realizowanym w ramach pracy, metodologią badań i literaturą</li> <li>•Prowadzi badania naukowe w ramach realizacji tematu pracy magisterskiej</li> <li>•Potrafi posługiwać się aparaturą badawczą, przeprowadzać eksperymenty i dobierać odpowiednią metodę pomiarową do konkretnego problemu i oczekiwanego efektu</li> <li>•Opracowuje, interpretuje, omawia i potrafi krytycznie analizować uzyskane wyniki</li> <li>•Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników uzyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	Wszystkie przedmioty i moduły zawarte w planie studiów są zaliczone przez studenta.

### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_10_w_1	praca magisterska	Ukończenie I etapu pracy magisterskiej jest ostatecznym weryfikatorem nakładu pracy i zaangażowania studenta w realizację modułu	2F_10_1, 2F_10_2, 2F_10_3, 2F_10_4, 2F_10_5, 2F_10_6, 2F_10_7, 2F_10_8, 2F_10_9

### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_10_fs_1	laboratorium	Prowadzenie badań pod kierunkiem nauczyciela	100	Przed rozpoczęciem badań student zapoznaje się z literaturą przedmiotu; po wykonaniu badań przygotowuje raport	30	2F_10_w_1

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Mathematical Methods in Physics

**Kod modułu:** W4-2F-22-15

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_15_1	rozumienie cywilizacyjnego znaczenia rachunku różniczkowego i całkowego i jego rola w fizyce;	KF_U01 KF_W01	4 4
2F_15_2	student posiada dobrą intuicję teoretyczną i praktyczną związaną z analizą matematyczną ; potrafi wykonać podstawowe obliczenia;	KF_U02 KF_W02	4 4
2F_15_3	rozumie znaczenie i potrafi podać przykłady fizyczne zastosowania równań różniczkowych w fizyce i technice;	KF_U01 KF_U02	3 3
2F_15_4	rozumie i potrafi wykonać proste rachunki dotyczące przestrzeni Hilberta;	KF_U03 KF_W05	3 3
2F_15_5	rozumie potrzebę używania narzędzi teorii dystrybucji w różnych działach fizyki - potrafi obliczyć transformatę Fouriera, spłot, pochodne, np. dla delty-Diraca.	KF_U03 KF_W05	3 3
2F_15_6	zna pojęcie analizy Fouriera i jej zastosowania w różnych działach fizyki.	KF_U03 KF_W05	3 3
2F_15_7	Student rozumie (na przykładach) potrzebę rozwijania formalizmu matematycznego w celu lepszego opisu i rozumienia świata fizycznego.	KF_W01	4

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Wykład obejmuje spójne i jednolite przedstawienie elementów teorii z uzasadnieniami i wieloma przykładami pochodzącymi fizyki i techniki z następujących tematów: 1. Elementy teorii dystrybucji: podstawowe pojęcia, różniczkowanie dystrybucji, delta Diraca i dystrybucje z nią związane, wartość główna całki; działania na dystrybucjach; formuły Sochockiego, spłot i transformacja Fouriera dystrybucji.

	<p>2. Funkcje Greena operatorów różniczkowych: zagadnienia brzegowe, związek z zagadnieniem własnym; przykłady związane z fizyką i techniką (np. układy Sturm-Liouville'a).</p> <p>3. Elementy teorii przestrzeni Hilberta: podstawowe pojęcia i przykłady; rozwinięcia ortonormalne i bazy Schaudera; operatory unitarne i samosprężone; zagadnienia własne; subtelności formalizmu teorii kwantów.</p> <p>4. Szeregi Fouriera i ich własności.</p> <p>5. Transformacje całkowe; transformacje Fouriera i Laplace'a i ich własności.</p> <p>6. Elementy analizy sygnałów.</p> <p>Konwersatorium jest poświęcone rozwiązywaniu dodatkowych przykładów i wyjaśnianiu teorii w konkretnych sytuacjach fizycznych. Studenci uczestniczą w wyprowadzeniu i dyskusji niektórych wzorów i przykładów z wykładów, a także znaczenia ogólnego prezentowanych teorii i formalizmów w różnych dyscyplinach fizycznych;</p> <p>W ramach pracy własnej student:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy;</li> <li>2. doskonali umiejętności matematyczne niezbędne do rozwiązywania zadań i problemów z fizyki;</li> <li>3. podejmuje próby rozwiązania zadań zaproponowanych przez prowadzącego konwersatorium;</li> </ol> <p>Egzamin obowiązkowy</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Znajomość podstawowych zagadnień analizy matematycznej i algebry (kursy matematyki na studiach I stopnia).

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_15_w_1	kolokwium	Opcjonalna metoda weryfikacji; termin kolokwium lub sprawdzianu pisemnego podany do wiadomości studentów dwa tygodnie wcześniej; zadania podobnego typu do zadań rozwiązywanych na konwersatorium	2F_15_2, 2F_15_3, 2F_15_4, 2F_15_5
2F_15_w_2	aktywność na zajęciach	rozwiązywanie zadań i dyskusja omawianych problemów (podstawa metoda)	2F_15_1, 2F_15_6, 2F_15_7
2F_15_w_3	egzamin pisemny lub ustny	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie konwersatorium; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach	2F_15_1, 2F_15_4, 2F_15_5, 2F_15_6

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_15_fs_1	wykład	wykład wybranych zagadnień podstawowych z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	40	2F_15_w_3
2F_15_fs_2	konwersatorium	rozwiązywanie zadań przy tablicy	30	lektura uzupełniająca	40	2F_15_w_1, 2F_15_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Moduł ogólnoakademicki (humanistyczny)

**Kod modułu:** HMO2

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
HMO2_1	Student zna wybrane zagadnienia dotyczące przedmiotowej specyfiki nauk humanistycznych, rozumie ich charakter, miejsce i znaczenie w systemie nauk, a także ich powiązania z dziedzinami nauki i dyscyplinami naukowymi, właściwymi dla studiowanego kierunku, pozwalające na integrowanie perspektyw właściwych dla różnych dyscyplin naukowych	U_OOD W_OOD	4 4
HMO2_2	Student potrafi wybrać, dokonać interpretacji i oceny wiedzy z wybranych dyscyplin w zakresie nauk humanistycznych oraz zintegrować ją i zastosować w aktywności naukowej i praktyce zawodowej w sposób umożliwiający oryginalne i twórcze rozwiązywanie problemów, których doświadcza jako uczestnika życia kulturalnego	U_OOD W_OOD	4 4
HMO2_3	Student potrafi twórczo podejmować, analizować i włączać się do aktualnych dyskursów społeczno-kulturowych, wykorzystując wiedzę z zakresu studiowanych problemów współczesnej humanistyki i nabyte sprawności komunikacyjne oraz merytoryczną argumentację uwzględniającą różne podejścia naukowe i typy naukowej refleksji	U_OOD W_OOD	4 4
HMO2_4	Student będąc uczestnikiem życia kulturalnego, w różnych jego przejawach, wykazuje potrzebę ciągłego uczenia się i doskonalenia tych dyspozycji, które pozwalają na docenianie refleksji humanistycznej oraz integrowanie jej z zagadnieniami i doświadczeniami wynikającymi z wyboru własnej ścieżki aktywności naukowej i zawodowej a także związanej z indywidualną aktywnością kulturalną	KS_OOD U_OOD W_OOD	3 3 3

3. Opis modułu	
Opis	Humanistyczny moduł ogólnoakademicki pozwala zapoznać się studentowi z wybranymi obszarami przedmiotowej specyfiki nauk humanistycznych. Student ma szansę porównania różnych ujęć metodologicznych oraz interpretacyjnych, zdobywa wiedzę o korzyściach, płynących z przyjęcia humanistycznej perspektywy oglądu rzeczywistości. Rozpoznane paradygmaty myślenia humanistycznego student uczy się wdrażać do swojej aktywności naukowej, kreatywnie rozwiązując problemy stawiane w czasie zajęć. Na konkretnych przypadkach kształci umiejętność integrowania ujęć właściwych humanistyce z punktami widzenia przynależnymi dziedzinom nauki i dyscyplinom naukowym właściwym dla studiowanego kierunku. Identyfikuje w trakcie spotkań drogi uczestnictwa w obecnych i przyszłych formacjach kulturowych, rozpoznając w prezentowanych i doświadczanych aktywnościach ścieżki indywidualnego uczestnictwa w życiu właściwych sobie wspólnot ludzkich.
Wymagania wstępne	

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
HMO2_w_1	sprawdzian	Sprawdzian wiadomości w formie pisemnej lub ustnej zgodny z opisem sposobu weryfikacji zawartej w sylabusie.	HMO2_1, HMO2_2, HMO2_3, HMO2_4
HMO2_w_2	ocena ciągła	Bieżąca ocena indywidualnej pracy studenta, będąca średnią z ocen z aktywności realizowanych w trakcie zajęć, zgodna z opisem sposobu weryfikacji zawartej w sylabusie.	HMO2_1, HMO2_2, HMO2_3, HMO2_4

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
HMO2_fs_1	w zależności od wyboru	W zależności od typu zajęć wykorzystywane mogą być następujące metody: podająca, problemowa, zadaniowa, projektowa, analiza materiału źródłowego etc.	45	Samodzielna, wnikliwa lektura wskazanych w sylabusie materiałów, powtórzenie i ugruntowanie wiedzy lub umiejętności zdobytej w trakcie zajęć.	45	HMO2_w_1, HMO2_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Moduł ogólnoakademicki (społeczny)

**Kod modułu:** SMO1

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
SMO1_1	Student zna wybrane zagadnienia dotyczące przedmiotowej specyfiki nauk społecznych, rozumie ich charakter, miejsce i znaczenie w systemie nauk, a także ich powiązania z dziedzinami nauki i dyscyplinami naukowymi, właściwymi dla studiowanego kierunku, pozwalające na integrowanie perspektyw właściwych dla różnych dyscyplin naukowych	U_OOD W_OOD	3 3
SMO1_2	Student potrafi wybrać, dokonać interpretacji i oceny wiedzy z wybranych dyscyplin w zakresie nauk społecznych oraz zintegrować ją i zastosować w aktywności naukowej i praktyce zawodowej w sposób umożliwiający oryginalne i twórcze rozwiązywanie problemów, których doświadcza jako uczestnika życia społecznego	U_OOD W_OOD	3 3
SMO1_3	Student potrafi twórczo podejmować, analizować i włączać się do aktualnych dyskursów społeczno-kulturowych, wykorzystując wiedzę z zakresu studiowanych treści, nabyte sprawności komunikacyjne oraz merytoryczną argumentację uwzględniającą różne podejścia naukowe i typy naukowej refleksji	U_OOD W_OOD	3 3
SMO1_4	Student będąc uczestnikiem życia społecznego, w różnych jego przejawach, wykazuje potrzebę ciągłego uczenia się i doskonalenia tych dyspozycji, które wynikają z wyboru własnej ścieżki aktywności naukowej i zawodowej a także związanej z indywidualną aktywnością społeczną	KS_OOD U_OOD W_OOD	2 2 2

3. Opis modułu	
Opis	Społeczny moduł ogólnoakademicki pozwala studentowi na szerokie zapoznanie się z wybranymi obszarami przedmiotowej specyfiki nauk społecznych. Student ma szansę porównania i pogłębionej analizy różnych ujęć metodologicznych oraz interpretacyjnych, zdobywa pogłębioną wiedzę o pożytkach, płynących z przyjęcia właściwej dla nauk społecznych perspektywy oglądu rzeczywistości. Na konkretnych przypadkach kształci zaawansowaną umiejętność integrowania ujęć właściwych naukom społecznym z punktami widzenia przynależnymi dziedzinom nauki i dyscyplinom naukowym właściwym dla studiowanego kierunku.
Wymagania wstępne	

**4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu**

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
SMO1_w_1	sprawdzian	Sprawdzian wiadomości w formie pisemnej lub ustnej zgodny z opisem sposobu weryfikacji zawartej w sylabusie.	SMO1_1, SMO1_2, SMO1_3, SMO1_4
SMO1_w_2	ocena ciągła	Bieżąca ocena indywidualnej pracy studenta, będąca średnią z ocen z aktywności realizowanych w trakcie zajęć, zgodna z opisem sposobu weryfikacji zawartej w sylabusie.	SMO1_1, SMO1_2, SMO1_3, SMO1_4

**5. Rodzaje prowadzonych zajęć**

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
SMO1_fs_1	w zależności od wyboru	W zależności od typu zajęć wykorzystywane mogą być następujące metody: podająca, problemowa, zadaniowa, projektowa, analiza materiału źródłowego etc.	30	Samodzielna, wnikliwa lektura wskazanych w sylabusie materiałów, powtórzenie i ugruntowanie wiedzy lub umiejętności zdobytej w trakcie zajęć.	30	SMO1_w_1, SMO1_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Numerical Methods

**Kod modułu:** W4-2F-22-11

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_11_1	zna podstawy technik obliczeniowych i informatycznych, wspomagających pracę fizyka i rozumie ich ograniczenia	KF_W07	5
2F_11_2	zna formalizm matematyczny przydatny w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	KF_W06	2
2F_11_3	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	KF_U02	3

3. Opis modułu	
Opis	<p>1.Historia klasycznych i ab initio metod symulacyjnych.</p> <p>2.Potencjały oddziaływań międzyatomowych. Modele cząsteczek sztywnych i niesztywnych, oddziaływania wewnątrz- i międzycząsteczkowe. Konstruowanie potencjału międzycząsteczkowego. Układy molekularne izolowane i masowe (okresowe warunki brzegowe, konwencja najbliższego obrazu, sferyczne obcięcie oddziaływania).</p> <p>3.Typowe kształty skrzynki do symulacji komputerowej. Deterministyczne metody symulacji komputerowych: Newtonowskie równania ruchu układów atomowych (środki mas cząsteczkowych), metody rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych (algorytm Verleta, metoda przeskoku-żaby(leap-frog) , postać prędkości algorytmu Verleta, metoda korektora predykcyjnego)</p> <p>4.Dynamika molekularna cząsteczek sztywnych, opis ruchu obrotowego (kwaterniony), metody rozwiązywania równań Eulera (metoda przeskoku i predyktora-korektora), dynamika ograniczeń – metoda SHAKE, dynamika molekularna sfer twardych.</p> <p>5.Konfiguracja początkowa (położenia, orientacje i prędkości zgodnie z wymaganą temperaturą), eliminacja pędu całkowitego, jednostki zredukowane (wewnętrzne), parametry kontrolne w biegu równoważącym, siły, przesunięte i przesunięte potencjały siły.</p> <p>6.Oddziaływania długozasięgowe (oddziaływania kulombowskie i dipolowe), metoda sumowania Ewalda, błędy sumowania w przestrzeni rzeczywistej i odwrotnej – dobór parametru zbieżności i promieni odcięcia w metodzie Ewalda, ładunki cząstkowe w cząsteczkach polarnych.</p> <p>7.Wartości średnie i fluktuacje, uogólnione ekipartycje, proste średnie termodynamiki (energia, temperatura, ciśnienie), średnie transformujące między zespołami statystycznymi, ciepło właściwe.</p> <p>8.Właściwości strukturalne (funkcja rozkładu par, współczynnik struktury), długozasięgowa korekcja energii i ciśnienia.</p> <p>9. Funkcje korelacji czasu i współczynniki transportu (współczynnik dyfuzji – zależność Einsteina i funkcja korelacji prędkości), równanie dyfuzji w przestrzeni ograniczonej.</p>

	10. Dynamika molekularna dla zespołów mikrokanonicznych, kanonicznych (metoda ograniczeń, skalowanie prędkości, układ rozszerzony i metoda Berendsena), zespoły izobaryczne i izobaryczno-izotermiczne. 11. Stochastyczne metody symulacji komputerowych: dynamika Browna, metody Monte Carlo (metoda Metropolis, izotermiczno-izobaryczna i wielkokanoniczna Monte Carlo). 12. Podstawowe techniki dynamiki molekularnej ab initio: dynamika molekularna Ehrenfesta (EMD), dynamika Borna-Oppenheimera (BOMD) i dynamika molekularna Car-Parinello (CPMD) (lagrangian i równania ruchu). Siły Hellmanna-Feynmana. Porównanie metod ab initio dynamiki molekularnej. 13. Sprzężenie CPMD z teorią funkcjonału gęstości. Implementacja CPMD z falami płaskimi. Energia elektrostatyczna, energia wymiany i korelacji. Optymalizacja orbitali Kohna-Shama. Organizacja i układ programu. 14. Atomy z falami płaskimi – pseudopotencjały, termostaty i barostaty, hybrydowa kwantowa/klasyczna dynamika molekularna. 15. Zastosowanie ab initio dynamiki molekularnej – od materiałów do biocząsteczek. Właściwości z symulacji ab initio: analiza struktury elektronowej, spektroskopia w podczerwieni, spektroskopia NMR i EPR.
<b>Wymagania wstępne</b>	Zdolność programowania w dowolnym języku umożliwiającym programowanie proceduralne (zalecany Fortran 90/95 lub C/C++). Znajomość podstaw analizy matematycznej (różniczkowanie i całkowanie) oraz algebry liniowej.

#### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_11_w_1	test/kolokwium	Cztery razy w semestrze; zadania polegają na napisaniu kilku programów z wykorzystaniem poznanych metod numerycznych	2F_11_1, 2F_11_2, 2F_11_3
2F_11_w_2	egzamin pisemny (przy komputerze)	Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5;	2F_11_1, 2F_11_2, 2F_11_3

#### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_11_fs_1	wykład	omówienie zagadnień będących tematem wykładu z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych oraz przeprowadzanych „na żywo” ilustracji działania programów. Materiały do wykładu udostępnione na platformie e-learningowej.	10	Zapoznavanie się z materiałami umieszczonymi na platformie e-learningowej oraz notatkami z wykładów; praca z podręcznikiem	40	2F_11_w_2
2F_11_fs_2	laboratorium	samodzielne pisanie i uruchamianie programów komputerowych; dyskusja przy tablicy: metody podejścia do konkretnych problemów fizycznych, algorytmizacji zagadnienia i pojawiających się problemów.	30	Rozwiązywanie zadań (pisanie programów) umieszczonych na platformie e-learningowej,	90	2F_11_w_1

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Quantum Physics

**Kod modułu:** W4-2F-22-12

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_12_1	posiada szeroką wiedzę z zakresu fizyki kwantowej	KF_W03	4
2F_12_2	potrafi wykorzystać formalizm matematyczny do budowy i analizy modeli fizycznych	KF_U09	4
2F_12_3	na podstawie zdobytej wiedzy i przeprowadzonych badań potrafi opisać mikroskopowe właściwości materii	KF_U10	3
2F_12_4	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa fizyczne	KF_W05	3
2F_12_5	posiada pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej	KF_W02	3

3. Opis modułu	
Opis	<p>Podczas wykładu student zapozna się z następującymi zagadnieniami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niezależna od czasu teoria zaburzeń Rayleigha-Schrödingera: przypadek niezdegenerowany</li> <li>• kwadratowy efekt Starka</li> <li>• dyskretne symetrie: parzystość</li> <li>• niezależna od czasu teoria zaburzeń: przypadek zdegenerowany</li> <li>• liniowy efekt Starka</li> <li>• metody wariacyjne</li> <li>• czasowa nierówność Heisenberga</li> <li>• cząsteczka amoniaku</li> <li>• teoria zaburzeń zależnych od czasu, złota reguła Fermiego</li> <li>• teoria rozpraszania niezależnego od czasu: równanie Lippmanna-Schwingera, przekrój różniczkowy, przybliżenie Borna</li> <li>• identyczne cząstki: symetria permutacyjna, wielocząstkowe funkcje falowe, bozony i fermiony, gęstość wymiany</li> <li>• Równanie Diraca i Zitterbewegung</li> <li>• druga kwantyzacja</li> </ul> <p>Podczas zajęć seminaryjnych student:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opanowuje techniki wykonywania obliczeń w rachunku zaburzeń w przypadkach niezdegenerowanych i zdegenerowanych</li> <li>• uczy się obliczeń na obrazku interakcji</li> <li>• uczy się stosować złotą regułę Fermiego</li> <li>• uczy się stosować metody wariacyjne</li> <li>• uczy się korzystać z funkcji falowych wielocząstkowych</li> <li>• uczy się rozumieć ograniczenia pierwszych modeli kwantyzacji</li> <li>• uczy się rozumieć język drugiej kwantyzacji</li> </ul> <p>Egzamin obowiązkowy</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Ukończony kurs mechaniki kwantowej, znajomość podstaw analizy matematycznej i algebry

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_12_w_1	test/kolokwium	dwa razy w semestrze; data kolokwium ogłoszona studentom dwa tygodnie wcześniej; zadania o podobnym charakterze jak na konwersatorium; skala ocen 2-5	2F_12_1, 2F_12_2, 2F_12_3, 2F_12_4, 2F_12_5
2F_12_w_2	aktywność na zajęciach	rozwiązanie zadania - odpowiedź ustna; udział w dyskusji; skala ocen 2-5; ocena końcowa równa średniej z ocen cząstkowych	2F_12_1, 2F_12_2, 2F_12_3, 2F_12_4, 2F_12_5
2F_12_w_3	egzamin pisemny (lub ustny)	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zdanie seminarium; zakres materiału - wszystkie zagadnienia poruszane na wykładach; skala ocen 2-5	2F_12_1, 2F_12_2, 2F_12_3, 2F_12_4, 2F_12_5

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_12_fs_1	wykład	wykład na wybrane zagadnienia z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	30	praca z podręcznikiem; lektura uzupełniająca	40	2F_12_w_3
2F_12_fs_2	konwersatorium	rozwiązywanie zadań na tablicy; analiza, dobór metod, obliczanie i dyskusja wyników; wyprowadzenie niektórych wzorów i omówienie wybranych przykładów sygnalizowanych na wykładach; dyskusja; możliwość wykorzystania komputerów	30	zdobycie wiedzy z wykładów; praca z podręcznikiem i zestawami zadań	60	2F_12_w_1, 2F_12_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Research Project Laboratory

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.06

**1. Liczba punktów ECTS:** 7

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.06_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_BP.06_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu wybranych gałęzi fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	3
2F_BP.06_3	Zna modele teoretyczne oraz formalizm matematyczny oraz metody komputerowe niezbędne do rozwiązania problemów podejmowanych w pracy magisterskiej	KF_W05	5
		KF_W06	5
		KF_W07	5
2F_BP.06_4	Potrafi posługiwać się aparaturą badawczą, przeprowadzać eksperymenty oraz wybrać właściwą metodę pomiarową dla konkretnego problemu i oczekiwanego efektu	KF_U04	4
		KF_U05	4
		KF_U06	4
		KF_U08	4
		KF_W09	4
2F_BP.06_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U08	4
		KF_U09	4
		KF_U10	4
2F_BP.06_6	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_U11	4
		KF_U12	4
2F_BP.06_7	Potrafi, w zakresie tematyki prowadzonych badań, przygotować prace pisemne i prezentacje multimedialne w języku ojczystym i angielskim	KF_K07	4
		KF_U15	4
		KF_U16	4
2F_BP.06_8	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	4

		KF_U15	4
2F_BP.06_9	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01	5
		KF_K08	1
		KF_U17	5

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Kurs ma na celu przygotowanie studentów do stawienia czoła złożonym wyzwaniom stawianym przed aktywnymi badaczami. Przedmiot jest ukierunkowany na kreatywne rozwiązywanie problemów, innowacyjne i krytyczne myślenie studenta. Moduł podzielony jest na trzy rodzaje zajęć: wykład, laboratorium i seminarium. Wykłady nakreślą metodologię rozwiązywania nowatorskich problemów i będą oparte na dogłębnym zrozumieniu najnowszych zagadnień i potrzeb naukowych oraz środowiskowych. Omówione zostaną sposoby przenoszenia kreatywnych pomysłów i innowacyjnych koncepcji na rzeczywiste wdrożenia. Dodatkowo omówione zostaną możliwości ubiegania się o fundusze na badania w formie stypendiów i grantów. Ćwiczenia laboratoryjne będą podzielone na części dotyczące zagadnień naukowych możliwych do rozwiązania z zakresu fizyki teoretycznej, fizyki eksperymentalnej i informatyki. Studenci dowiedzą się o projektach badawczych i wyzwaniach w badaniach teoretycznych, eksperymentalnych i stosowanych, przeanalizują wyniki badań i omówią wyniki z innymi studentami. Instruktor omówi również stosowane praktyki pisania wniosków o dofinansowanie w ramach omawianych tematów. SeminaRIA będą poświęcone omówieniu reprezentatywnego projektu badawczego. Na podstawie swoich preferencji akademickich każdy student wybierze odpowiedni temat i przygotuje prezentację. Seminarium powinno zawierać wybrany projekt naukowy, który mógłby być podstawą do wniosków grantowych, np. Granty NCN dla młodych naukowców.
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_BP.06_w_1	Aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji seminaryjnej oraz systematyczność i rzetelność prowadzonych badań.	2F_BP.06_1, 2F_BP.06_2, 2F_BP.06_3, 2F_BP.06_4
2F_BP.06_w_2	Raport	Ocena raportu z przeprowadzonych badań przygotowanego w formie prezentacji multimedialnej.	2F_BP.06_1, 2F_BP.06_2, 2F_BP.06_5, 2F_BP.06_6, 2F_BP.06_7, 2F_BP.06_8
2F_BP.06_w_3	Zaliczenie	Weryfikacja zgodnie z wymaganiami określonymi w sylabusie.	2F_BP.06_1, 2F_BP.06_2, 2F_BP.06_3, 2F_BP.06_4, 2F_BP.06_9

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.06_fs_1	wykład	Omówienie przez wykładowcę zagadnień będących przedmiotem sylabusu. Wykorzystana zostanie obsługa prezentacji multimedialnej.	5	Czytanie notatek z wykładów, studiowanie zalecanej literatury.	10	2F_BP.06_w_3
2F_BP.06_fs_2	laboratorium	Wykonywanie badań pod kierunkiem instruktora.	50	Indywidualna praca nad zagadnieniami związanymi z badaniami.	120	2F_BP.06_w_1
2F_BP.06_fs_3	seminarium	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji.	5	Przygotowanie seminarium.	10	2F_BP.06_w_2, 2F_BP.06_w_3

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>fizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Selected Topics in Quantum Physics

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.01

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.01_1	Słuchacz zapozna się z zaawansowanymi elementami formalizmu mechaniki kwantowej, która jest podstawowym narzędziem opisowym współczesnej fizyki teoretycznej.	KF_W03	4
2F_BP.01_2	Opanowanie podstaw pojęciowych metod obliczeniowych niezbędnych do studiowania dalszych, bardziej specjalistycznych zagadnień w ramach teorii cząstek elementarnych, astrofizyki i teorii ciała stałego.	KF_W05	4
2F_BP.01_3	Student potrafi zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych w mikroświecie.	KF_U02	5
2F_BP.01_4	Student potrafi przeanalizować i matematycznie opisać proste mikroskopowe własności materii, także w obszarze relatywistycznych prędkości obiektów.	KF_U10	5
2F_BP.01_5	Student rozumie i potrafi precyzyjnie formułować pytania związane z wieloma osiągnięciami cywilizacyjnymi ostatnich dziesięcioleci.	KF_K02	3

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	Jest to wspólny kurs dla studentów fizyki teoretycznej i eksperymentalnej. Jego celem jest przedstawienie ogólnego przeglądu relatywistycznej mechaniki kwantowej z uwzględnieniem zagadnień teorii wielu ciał, pola kwantowego i teorii informacji. Wybrane tematy będą opracowywane zgodnie z zaproponowanym corocznie przez wykładowcę i prowadzącego ćwiczenia sylabusie. Mogą obejmować subtelności formalizmu kwantowego, problem precyzyjnego wyznaczania stałej Plancka, efekt Josephsona i kwantowy efekt Halla, efekty Bohma-Aharonova i Casimira, splątanie, entropię i informację, komunikację kwantową, kryptografię.
<b>Wymagania wstępne</b>	Znajomość podstaw funkcjonowania mikroświata w przypadku nierelatywistycznym. Znajomość makroskopowego opisu zjawisk związanych z obiektami poruszającymi się z prędkością bliską prędkości światła.

**4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu**

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_BP.01_w_1	Kolokwium	Weryfikacja wiedzy i umiejętności rozwiązywania zadań i problemów z omawianych tematów.	2F_BP.01_1, 2F_BP.01_3

2F_BP.01_w_2	Aktywność na zajęciach	Ocena pracy uczniów w oparciu o rozwiązania zadań domowych i zajęcia w dyskusji.	2F_BP.01_2, 2F_BP.01_4
2F_BP.01_w_3	Egzamin	Weryfikacja wiedzy na podstawie treści wykładów, problemów ćwiczeń oraz wskazanych w literaturze przedmiotu. Aby przystąpić do egzaminu, studenci muszą zdać materiał na zajęciach.	2F_BP.01_1, 2F_BP.01_2, 2F_BP.01_3, 2F_BP.01_4, 2F_BP.01_5

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.01_fs_1	wykład	Wykład prowadzony w sposób tradycyjny, tablica i narzędzia audiowizualne.	30	Student dokona przeglądu materiału na podstawie dostarczonej wcześniej literatury.	45	2F_BP.01_w_2, 2F_BP.01_w_3
2F_BP.01_fs_2	konwersatorium	Rozwiązywanie zadanych problemów, omówienie wyników, konwersja niektórych formuł nie wyprowadzonych na wykładzie.	30	Student systematycznie przygotowuje zadane wcześniej zadania.	45	2F_BP.01_w_1, 2F_BP.01_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses I

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.08

**1. Liczba punktów ECTS:** 20

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.08_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02 KF_W10	4 3
2F_BP.08_2	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa fizyczne	KF_W05	4
2F_BP.08_3	potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i piśmie, przedstawić wyniki odkryć i teorii naukowych z dziedziny fizyki	KF_U01	4
2F_BP.08_4	rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów i integrowania wiedzy z różnych dyscyplin	KF_K09	5
2F_BP.08_5	potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników pomiarów, obserwacji i obliczeń teoretycznych	KF_U07	5
2F_BP.08_6	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; zna podstawowe czasopisma naukowe z fizyki; potrafi integrować pozyskane informacje i dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	KF_U12	4
2F_BP.08_7	potrafi zastosować zdobytą wiedzę z fizyki do dyskusji problemów z pokrewnych dziedzin i dyscyplin naukowych	KF_U14	3
2F_BP.08_8	potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	KF_K02	4
2F_BP.08_9	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy z fizyki	KF_K04	4

3. Opis modułu	
Opis	Moduł obejmuje zestaw kursów dyplomowych, składający się z wykładu i części konwersatoryjnej. W przypadku poszczególnych kursów konwersatorium może składać się z kilku godzin zajęć laboratoryjnych lub komputerowych. Kursy dyplomowe mają na celu pogłębienie wiedzy studenta w wybranych zagadnieniach z fizyki teoretycznej, fizyki doświadczalnej, metod symulacyjnych i fizyki stosowanej. Zostanie to osiągnięte poprzez realizację wybranych tematów z fizyki teoretycznej, fizyki atomowej i molekularnej, fizyki ciała stałego, astrofizyki, fizyki cząstek elementarnych lub fizyki jądrowej. Tematyka zajęć będzie określana przez studentów z opiekunami i corocznie zatwierdzana przez radę dydaktyczną fizyki.

<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawy fizyki, mechanika kwantowa.
--------------------------	--------------------------------------

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_BP.08_w_1	Kolokwium lub indywidualne projekty	Test pisemny sprawdzający wiedzę i umiejętności rozwiązywania zadań i problemów z omawianych zagadnień.	2F_BP.08_1, 2F_BP.08_2, 2F_BP.08_3, 2F_BP.08_4, 2F_BP.08_5, 2F_BP.08_6, 2F_BP.08_7, 2F_BP.08_8, 2F_BP.08_9
2F_BP.08_w_2	Aktywność na zajęciach	Ocena pracy studenta na podstawie rozwiązywania zadań zadanych przez prowadzącego. Wykonywanie obliczeń, eksperymentów.	2F_BP.08_1, 2F_BP.08_2, 2F_BP.08_3, 2F_BP.08_4, 2F_BP.08_5, 2F_BP.08_6, 2F_BP.08_7, 2F_BP.08_8, 2F_BP.08_9
2F_BP.08_w_3	Zaliczenie	Weryfikacja zgodnie z wymaganiami określonymi w sylabusie	2F_BP.08_1, 2F_BP.08_2, 2F_BP.08_3, 2F_BP.08_4, 2F_BP.08_5, 2F_BP.08_6, 2F_BP.08_7, 2F_BP.08_8, 2F_BP.08_9

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_BP.08_fs_1	wykład	Wykład na tematy będące przedmiotem sylabusu. Wykorzystana zostanie obsługa prezentacji multimedialnej.	120	Czytanie notatek z wykładów, studiowanie zalecanej literatury.	240	2F_BP.08_w_3
2F_BP.08_fs_2	konwersatorium	Rozwiązywanie zadań, omówienie poruszonych zagadnień, wykonanie eksperymentów.	120	Rozwiązywanie zadań zleconych przez prowadzącego.	240	2F_BP.08_w_1, 2F_BP.08_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses I: Classical Optics

**Kod modułu:** W4-2F-22-23

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_23_1	Student ma pogłębioną wiedzę z optyki, zna prawa, wzory, podstawowe pojęcia i terminologię.	KF_W03	5
2F_23_2	Student posiadał poszerzoną wiedzę w zakresie metod eksperymentalnych stosowanych optyce.	KF_W04	4
2F_23_3	Student rozumie podstawowe zjawiska fizyczne związane propagacją i oddziaływaniem fal elektromagnetycznych z materią, zna metody opisu tych zjawisk i możliwości ich wykorzystania w obrazowaniu i w badaniach parametrów optycznych materii	KF_W05	3
2F_23_4	Student zna budowę przyrządów optycznych i ograniczenia pomiarowe wynikające z interferencji i dyfrakcji światła.	KF_W08	2
2F_23_5	Student potrafi w sposób zrozumiały w mowie i na piśmie przedstawić poprawne rozumowania z zakresu optyki klasycznej m.in. umie wyjaśnić i opisać powstawanie obrazów uzyskanych za pomocą soczewek i ich prostych układów, wyjaśnić zjawiska interferencji i dyfrakcji fal.	KF_U01	5
2F_23_6	Student umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązania problemów z fizyki z zakresu optyki.	KF_U02	4
2F_23_7	Student na gruncie zdobytej wiedzy potrafi wyjaśnić działanie przyrządów optycznych i dokonać pomiarów wybranych wielkości charakteryzujących własności optyczne materiałów i układów optycznych.	KF_U04	3
2F_23_8	Student na gruncie zdobytej wiedzy umie opisać obserwowane w otoczeniu zjawiska optyczne.	KF_U10	3

3. Opis modułu	
Opis	Student w trakcie zajęć wysłucha wykładu obejmującego następujące zagadnienia z optyki klasycznej 1. Historia optyki 2. Natura światła a modele jego opisu a) prawo odbicia i załamania, promienie świetlne b) zasada Fermata c) fale i zasada Huygensa 3. Równania Maxwella i równanie fali elektromagnetycznej. 4. Polaryzacja fal

	<p>a) opis polaryzacji liniowej, eliptycznej i kołowej  b) sposoby polaryzacji światła  5. Współczynnik załamania światła i dyspersja.  6. Odbicie światła spolaryzowanego na granicy ośrodków, całkowite wewnętrzne odbicie.  7. Interferencja fal elektromagnetycznych  a) doświadczenie Younga  b) superpozycja a spójność fal  c) interferencja dla dwóch spójnych źródeł światła  d) interferometri  8. Dyfrakcja fal  a) dyfrakcja na pojedynczej szczelinie prostoliniowej  b) siatki dyfrakcyjne  c) dyfrakcja na otworze i dysk Airy'ego, kryterium Rayleigha  9. Propagacja światła w ośrodkach anizotropowych – dwójłomność optyczna  10. Optyka geometryczna  a) soczewki cienkie i równanie soczewki  b) układy soczewek  c) wady soczewek  d) przyrządy optyczne  e) światłowody  11. Lasery jako spójne źródła światła- podstawy działania i konstrukcja</p> <p>Wykład obejmuje prezentacje w PowerPoincie (ich treść w formie zbiorów pdf zostanie przekazana studentom).</p> <p>Zajęcia konwersatoryjne obejmują ćwiczenia rachunkowe oraz omówienie zagadnień uzupełniających treść wykładu. Studenci opracowują i prezentują wybrane zagadnienia – treść prezentacji i sposób jej przeprowadzenia będzie oceniany.</p> <p>W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci przeprowadzają doświadczenia z wykorzystaniem przyrządów i elementów optycznych. Zapoznają się z budową i działaniem przyrządów w tym prostych przyrządów jak lupa, luneta i mikroskop, a także refraktometri, interferometri i spektrometri, oraz laser.</p> <p>Egzamin z przedmiotu jest obowiązkowy</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	<p>Student powinien posiadać podstawowa wiedzę fizyki uzyskana w trakcie wykładów z fizyki ogólnej na pierwszym stopniu kształcenia –mechanika, elektryczność i magnetyzm, fizyka atomowa.</p>

#### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_23_w_1	aktywność na zajęciach	Aktywność studenta w trakcie zajęć laboratoryjnych i konwersatorium (proponowane rozwiązania problemów, udział w dyskusji, jakość przeprowadzonych eksperymentów i pokazów doświadczeń) podlegają ocenie w skali 2-5 (jako średnia z ocen częściowych).	2F_23_1, 2F_23_2, 2F_23_3, 2F_23_4, 2F_23_5, 2F_23_6, 2F_23_7, 2F_23_8
2F_23_w_2	egzamin ustny lub pisemny	Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest uzyskanie zaliczenia z zajęć konwersatoryjnych. Zakres materiału: wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach, w trakcie zajęć laboratoryjnych i na konwersatorium, oraz interpretacja wzorów wraz z prostymi rachunkami; skala ocen 2-5.	2F_23_1, 2F_23_2, 2F_23_3, 2F_23_4, 2F_23_5, 2F_23_6, 2F_23_7, 2F_23_8

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_23_fs_1	wykład	Wykład omawia zagadnienia dotyczące własności fal elektromagnetycznych w ujęciu optyki klasycznej, wzbogacone o współczesne zastosowania optyki w badaniach materii. Prowadzony jest z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych (wykłady w PowerPoint) i ilustrowany pokazami doświadczeń.	20	praca z podręcznikami i materiałami wykładu, lektury uzupełniające,	20	2F_23_w_2
2F_23_fs_2	laboratorium	W trakcie laboratorium studenci wykonują proste doświadczenia z wykorzystaniem elementów i przyrządów optycznych oraz zapoznają się z budową i działaniem przyrządów i urządzeń pomiarowych działających w oparciu o prawa optyki.	10	samodzielne opracowanie zagadnień niezbędnych do przeprowadzenia doświadczeń – praca z podręcznikami i materiałami z wykładu i w oparciu o wiedzę zdobytą na zajęciach konwersatoryjnych	30	2F_23_w_1

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses I: Computer Simulations

**Kod modułu:** W4-2F-22-20

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_20_1	Posiada podstawową wiedzę z zakresu symulacji dynamiki molekularnej	KF_W07	5
2F_20_2	Zna strukturę, zasadę działania i zakres wykorzystania programów symulacji dynamiki molekularnej.	KF_W07	4
2F_20_3	Potrafi określić zalety i ograniczenia metody symulacji dynamiki molekularnej.	KF_W04	4
2F_20_4	Potrafi napisać implementacje wybranych procedur i funkcji stosowanych w symulacji dynamiki molekularnej	KF_U02	4
2F_20_5	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań.	KF_U11	4

3. Opis modułu	
Opis	<p>Zajęcia laboratoryjne prowadzone w formie warsztatów, na których studenci zapoznają się z następującymi zagadnieniami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Oddziaływania między-atomowe.</li> <li>-Konfiguracja początkowa, eliminacja pędu całkowitego układu, jednostki zredukowane, parametry kontrolne w etapie dochodzenia układu do stanu równowagi</li> <li>-Periodyczne warunki brzegowe, konwencja najbliższych obrazów, obcięcie sferyczne.</li> <li>-Równania ruchu Newtona dla układów atomów, metody rozwiązywania równań różniczkowych., siły i przesunięty potencjał.</li> <li>-Proste średnie termodynamiczne (energia, temperatura, ciśnienie).</li> <li>-Własności strukturalne (dwójkowa funkcja rozkładu, statyczny czynnik struktury), daleko-zasięgowe poprawki energii potencjalnej i ciśnienia.</li> <li>-Czasowe funkcje korelacji, czasy korelacji i współczynniki transportu.</li> <li>-Dynamika molekularna dla różnych zespołów statystycznych.</li> </ul> <p>Studenci dostają opis (w formie elektronicznej) zagadnień dotyczących treści zajęć, które omawiane są w trakcie zajęć.</p> <p>Poznana wiedza wykorzystana jest do opracowania programu komputerowego symulacji dynamiki molekularnej układu atomów.</p> <p>Moduł jest opcjonalny. Studenci wybiorą dwa z czterech zaproponowanych modułów.</p>

<b>Wymagania wstępne</b>	Elementarna wiedza z zakresu mechaniki klasycznej i statystycznej, znajomość języków programowania (np. Fortran, C/C++)
--------------------------	---

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_20_w_1	uruchomienie programów symulacji układu atomów	Podstawą zaliczenia zajęć laboratoryjnych jest znajomość metody symulacji dynamik molekularnej oraz uruchomienie programu symulacji dla układu atomów	2F_20_1, 2F_20_2, 2F_20_3, 2F_20_4, 2F_20_5
2F_20_w_2	aktywność na zajęciach	Dodatkowym czynnikiem ostatecznej oceny zaliczenia zajęć laboratoryjnych jest aktywność i samodzielność w trakcie opracowywania programów komputerowych.	2F_20_4, 2F_20_5

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_20_fs_1	wykład	teoretyczne podstawy symulacji dynamiki molekularnej z praktycznym zastosowaniem do układu atomów	10	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	30	2F_20_w_1, 2F_20_w_2
2F_20_fs_2	laboratorium	Zajęcia prowadzone w formie warsztatów: teoretyczne omówienie zagadnień symulacji dynamiki molekularnej wraz z praktycznym zastosowaniem do układu atomów.	20	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	30	2F_20_w_1, 2F_20_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses I: Interaction of Radiation with Matter

**Kod modułu:** W4-2F-22-18

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_18_1	Poznał podstawowe pojęcia z krytalografii	KF_W02	3
		KF_W08	3
2F_18_2	Zna własności promieniowania rentgenowskiego, jego otrzymywanie i oddziaływania z materią	KF_W02	4
		KF_W08	4
2F_18_3	Zna fizyczne podstawy dyfrakcji promieni rentgenowskich na sieci krystalicznej	KF_W02	4
		KF_W08	4
2F_18_4	Umie powiązać obraz dyfrakcyjny z budową mikroskopową ciał krystalicznych	KF_W02	4
		KF_W08	4
2F_18_5	Zna podstawowe procedury wyznaczania budowy kryształów na podstawie uzyskanych wyników eksperymentalnych	KF_U03	4
		KF_U04	4
		KF_U06	4
		KF_U08	4
		KF_W02	4
		KF_W08	4
2F_18_6	Umie przeprowadzić pomiary na dyfraktometrach rentgenowskich	KF_U03	4
		KF_U04	4
		KF_U06	4
		KF_U08	4
		KF_W02	4

		KF_W08	4
2F_18_7	Umie posługiwać się podstawowymi programami krystalograficznymi	KF_U03	3
		KF_U04	3
		KF_U06	3
		KF_U08	3
		KF_W02	3
		KF_W08	3

### 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	<p>Na wykładzie student zapozna się z zagadnieniami:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Elementy krystalografii (pojęcie sieci, operacje symetrii, grupy punktowe i przestrzenne, sieć odwrotna)</li> <li>2.Własności promieniowania rentgenowskiego: wytwarzanie w warunkach laboratoryjnych i promieniowanie synchrotronowe</li> <li>3.Oddziaływanie promieniowania rentgenowskiego z materią: zjawisko Comptona, fotoelektryczne, rozpraszanie Rayleigha</li> <li>4.Geometryczne warunki rozpraszania promieni rentgenowskich przez kryształ: teoria Laue'go, konstrukcja Ewalda, równanie Bragga.</li> <li>5.Elastyczne rozpraszanie promieni rentgenowskich przez elektrony, atomy, komórkę elementarną i przez kryształ. Natężenie promieniowania dyfrakcyjnego.</li> <li>6.Eksperymentalne techniki badań struktury kryształów (metody proszkowe i monokrystaliczne)</li> <li>7.Metody wyznaczenia struktury krystalicznej: analiza Fouriera, Pattersona, metody bezpośrednie, udokładnianie struktury.</li> <li>8.Metoda Rietvela do wyznaczania parametrów struktury z dyfrakcji na próbkach proszkowych</li> </ol> <p>Na zajęciach laboratoryjnych:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Pozna pracę na dyfraktometrze proszkowym</li> <li>2.Przeprowadzi proste obliczenia parametrów struktury dla kryształów układu regularnego</li> <li>3.Zapozna się z podstawowymi programami do obliczania struktur</li> </ol> <p>Egzamin obowiązkowy</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	wiedza z: podstaw fizyki, elementów fizyki fazy skondensowanej, wybranych zagadnień z matematyki wyższej (szeregi Fouriera, funkcje dystrybucji, rachunek macierzowy)

### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_18_w_1	kolokwium	Przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia, student musi zdać kolokwium ze znajomości zjawisk fizycznych danego ćwiczenia.	2F_18_6, 2F_18_7
2F_18_w_2	aktywność na zajęciach	Student samodzielnie przeprowadza ćwiczenia, a uzyskane wyniki opracowuje i przedstawia w postaci sprawozdania, raportu	2F_18_6, 2F_18_7
2F_18_w_3	egzamin pisemny lub ustny	Egzamin pisemny z materiału prezentowanego na wykładzie. Zagadnienia do egzaminu podane są na trzy tygodnie przed egzaminem.	2F_18_1, 2F_18_2, 2F_18_3, 2F_18_4, 2F_18_5

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_18_fs_1	wykład	Wykład prowadzony z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych.	20	Praca z lekturą uzupełniającą, oraz z notatkami z wykładu.	20	2F_18_w_3
2F_18_fs_2	laboratorium	Wykonanie podstawowych ćwiczeń na dyfrakto-metrze rentgenowskim.	10	Przygotowanie sprawozdania.	5	2F_18_w_1, 2F_18_w_2
2F_18_fs_3	konwersatorium	Zajęcia konwersatoryjne polegają na rozwiązywaniu przez studentów zadań i problemów związanych z tematyką wykładu - studenci indywidualnie prezentują rozwiązania, które są szczegółowo omawiane w grupie. Osoby prezentujące wybrane zagadnienia uzupełniające problemy podane na wykładzie; prezentowane materiały są uzupełniane przez nauczyciela i uczniów.	10	Samodzielne studiowanie zagadnień niezbędnych do prowadzenia eksperymentów – praca z podręcznikami i materiałami z wykładów oraz w oparciu o wiedzę zdobytą podczas zajęć konwersatoryjnych.	5	2F_18_w_1, 2F_18_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses I: Nanomaterials and Nanotechnologies

**Kod modułu:** W4-2F-22-21

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_21_1	Rozumie cywilizacyjne znaczenie fizyki w zastosowaniach do obiektów o wymiarach nanometrycznych, jej zastosowania oraz jej historyczny rozwój i rolę w postępie nauki	KF_W01	4
2F_21_2	Posiada pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki teoretycznej i eksperymentalnej dotyczącej nanosystemów	KF_W02	4
2F_21_3	Posiada pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, właściwości nanostruktur wynikających z mechaniki kwantowej	KF_W03 KF_W04	4 4
2F_21_4	Zna i rozumie opis zjawiska dyfrakcji w wybranych modelach teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawy teorii dyfrakcji	KF_W04 KF_W06	3 3
2F_21_5	Zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej oraz metody badań i wytwarzania nanostruktur	KF_W08	4
2F_21_6	Na podstawie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	KF_U04	4
2F_21_7	Potrafi kompleksowo, w mowie i piśmie, przedstawić podstawowe właściwości nanostruktur	KF_U01	5
2F_21_8	Posiada umiejętność samokształcenia, pozyskiwania informacji z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje i je interpretować, wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	KF_U12	4
2F_21_9	Potrafi zastosować zdobytą wiedzę z zakresu fizyki do dyskusji nad problemami z dziedzin pokrewnych i dyscyplin naukowych	KF_U14	4

3. Opis modułu	
Opis	<p>Podczas wykładów student uczy się na kierunkach:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do fizyki nanostruktur i nanomateriałów <ul style="list-style-type: none"> <li>Nanotechnologia i nanomateriały</li> <li>Ogólna klasyfikacja nanosystemów</li> </ul> </li> <li>Ilościowy opis struktury nanomateriałów</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metody opisu kształtu i pomiary wielkości nanomateriałów</li> <li>• Parametry lokalne i globalne</li> <li>• Parametry opisujące rozmiar i kształt</li> <li>• Analiza obrazu i określenie wielkości parametrów – analiza ilości obiektów, analiza wielkości obiektów, analiza objętości obiektów, analiza rozmieszczenia obiektów</li> <li>• Pomiar rozkładu wielkości nanomateriałów/nanocząstek za pomocą dynamicznego rozpraszania światła laserowego i technik pokrewnych</li> </ul> <p>3. Właściwości materiałów w zależności od wielkości: katalityczne, elektryczne, magnetyczne, mechaniczne, optyczne, biologiczne.</p> <p>4. Wprowadzenie do wytwarzania nanostruktur i metod obróbki wytworzonych materiałów metodami fizykochemicznymi. Metody syntezy nanomateriałów 3D - podejście top-down i bottom-up.</p> <p>5. Wprowadzenie do metod charakteryzowania nanomateriałów.</p> <p>6. Klasyfikacja nanomateriałów funkcjonalnych i nanokompozytów o zaawansowanych właściwościach fizykochemicznych i użytkowych - rodzaje syntezy i podstawowe właściwości:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metale, ceramika, polimery, kompozyty</li> <li>• Nanometale, nanoproszki i nanowłókna-ceramika, nanokompozyty, nanowarstwy powierzchniowe, nanowłókna, nanostruktury węglowe</li> <li>• perspektywy modyfikacji nanomateriałów</li> </ul> <p>7. Zastosowania nanotechnologii w zdrowiu i medycynie, energetyce, tekstyliach, środowisku, transporcie, bezpieczeństwie itp.</p> <p>8. Zastosowania, wyzwania, rozwój i zagrożenia nanomateriałów i nanotechnologii.</p> <p>Na wykładach zostaną przedstawione podstawowe idee nanomateriałów i nanotechnologii oraz bardziej szczegółowe przykłady z tej dziedziny i metody badawcze. Podczas zajęć laboratoryjnych studenci będą posługiwać się wybranymi metodami syntezy i charakteryzacji w celu określenia podstawowych parametrów nanoproszków. Na początku semestru studenci są informowani o metodach badawczych stosowanych na zajęciach laboratoryjnych. Po wykonaniu eksperymentu student przedstawia sprawozdanie zawierające teoretyczne wprowadzenie do problemu; przyjętą metodologię, opis badania, analizę i omówienie wyników oraz ich znaczenie dla podobnych badań.</p> <p>Moduł jest opcjonalny. Studenci wybiorą dwa z czterech proponowanych modułów. Zestawy zagadnień do egzaminu będą dostępne dla studentów. Skala ocen 2-5. Egzamin jest obowiązkowy.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Mechanika klasyczna i kwantowa, Wprowadzenie do faz atomowych i molekularnych, Wprowadzenie do fizyki fazy skondensowanej

#### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_21_w_1	egzamin ustny	zakres materiału podany w formie zestawu wszystkich zagadnień omawianych na wykładach, skala ocen: 2-5, egzamin obowiązkowy	2F_21_1, 2F_21_2, 2F_21_3, 2F_21_4, 2F_21_5, 2F_21_6, 2F_21_7, 2F_21_8, 2F_21_9
2F_21_w_2	raport	za każdy wykonany eksperyment obowiązkowy raport zawierający teoretyczne wprowadzenie do danego problemu, przyjętą metodologię opis badania, analizę i omówienie wyników oraz ich znaczenie dla podobnych badań, Skala ocen: 2-5	2F_21_1, 2F_21_2, 2F_21_3, 2F_21_4, 2F_21_5, 2F_21_6, 2F_21_7, 2F_21_8, 2F_21_9

#### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_21_fs_1	wykład	wykład wprowadza w podstawowe pojęcia nanomateriałów i nanotechnologii oraz	20	przyswajanie wiedzy z wykładów, lektura uzupełniająca	20	2F_21_w_1

		bardziej szczegółowo omawia niektóre rzeczywiste przykłady; moduł jest opcjonalny; studenci wybiorą dwa z czterech proponowanych modułów				
2F_21_fs_2	laboratorium	wykonywanie eksperymentów pod okiem prowadzącego	10	przed laboratorium zapoznanie się z literaturą dotyczącą teorii i techniki eksperymentu; po zakończeniu badania przygotowywany jest raport	10	2F_21_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses I: Physics of Magnetic Materials

**Kod modułu:** W4-2F-22-17

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_17_1	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fazy skondensowanej	KF_W04	4
2F_17_10	potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań zawierające: uzasadnienie badań, przyjętą metodologię, opis, analizę i dyskusję wyników oraz i ich znaczenie na tle podobnych badań	KF_U11	5
2F_17_2	ma pogłębioną wiedzę z teorii magnetyzmu oraz zna sposoby doświadczalnego badania własności magnetycznych	KF_W02 KF_W05	5 5
2F_17_3	zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej wykorzystywanej w badaniach magnetycznych	KF_W08	5
2F_17_4	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej używanej do badań własności magnetycznych	KF_U04	5
2F_17_5	potrafi planować i przeprowadzić różnego typu pomiary magnetyczne	KF_U05	5
2F_17_6	potrafi wybrać właściwą metodę pomiarową do badania określonych własności magnetycznych	KF_U06	5
2F_17_7	potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników pomiarów	KF_U07	4
2F_17_8	potrafi przedyskutować błędy pomiarowe, ustalić ich źródła i ocenić konsekwencje	KF_U08	4
2F_17_9	na gruncie zdobytej wiedzy i przeprowadzonych badań potrafi opisać mikro i makroskopowe magnetyczne właściwości materii	KF_U10	4

**3. Opis modułu**

Opis	<p>W trakcie wykładu student zapoznaje się z takimi zagadnieniami jak:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wstęp – historia magnetyzmu</li> <li>2. Źródło magnetyzmu. Pochodzenie atomowych momentów magnetycznych (stany spinowe i orbitalne, model wektorowy).</li> <li>3. Diamagnetyzm, diamagnetyzm kwantowy.</li> <li>4. Paramagnetyzm jonów swobodnych(funkcja Brillouina, prawo Curie).</li> <li>5. Stany uporządkowane magnetycznie (sprzężenie spinowo-orbitalne, rodzaje oddziaływań wymiennych, pole Weissa).</li> </ol>
------	---

	<p>6. Ferromagnetyzm, antyferromagnetyzm, ferrimagnetyzm, magnetyzm pasmowy.</p> <p>7. Magnetyzm w układach amorficznych</p> <p>8. Magnetyzm w układach zawierających pierwiastki ziem rzadkich 4f i metale przejściowe 3d. Modele magnetyzmu w układach 4f-3d.</p> <p>9. Struktura domenowa i procesy magnetyzacji (energia swobodna, rodzaje anizotropii magnetycznej)</p> <p>10. Postęp i przyszłość materiałów magnetycznych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nowe twarde i miękkie materiały magnetyczne</li> <li>• Efekt magnetokaloryczny i jego zastosowanie</li> </ul> <p>Wykład kończy się obowiązkowym egzaminem.</p> <p>Podczas zajęć konwersatoryjnych studenci uczestniczą w omawianiu problemów przedstawionych na wykładzie. Podczas pięciu dwugodzinnych spotkań szczegółowo omawiane są zagadnienia związane z magnetyzmem w różnych materiałach magnetycznych, prezentowane są aktualne dane literaturowe. Na początku semestru studenci są informowani o zakresie poruszanych zagadnień. Aktywność studenta decyduje o końcowej ocenie zajęć konwersacyjnych.</p> <p>Studenci poznają techniki pomiarów magnetycznych (statyczne, dynamiczne, magnetometri, magnetometr SQUID) podczas zajęć laboratoryjnych. Przeprowadzają eksperymenty pod kierunkiem prowadzącego. Za pomocą urządzeń takich jak wagi magnetyczne i magnetometr SQUID badają właściwości różnych substancji magnetycznych w różnych zakresach temperatur i polach magnetycznych. Omówiony zostaje dobór metody badawczej pod kątem uzyskania pożądanego wyniku oraz warunków (temperatura, pole magnetyczne), w których będzie przeprowadzony eksperyment. Na początku semestru studenci są informowani o metodach badawczych stosowanych na zajęciach laboratoryjnych. Po wykonaniu eksperymentu student przedstawia sprawozdanie zawierające teoretyczne wprowadzenie do problemu; przyjętą metodologię, opis badania, analizę i omówienie wyników oraz ich znaczenie dla podobnych badań.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	znajomość fizyki ogólnej oraz mechaniki kwantowej na poziomie średniozaawansowanym

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_17_w_1	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na konwersatorium; skala ocen: 2-5	2F_17_2, 2F_17_9
2F_17_w_2	egzamin ustny	Egzamin obowiązkowy, skala ocen: 2-5 Zakres materiału obejmuje zagadnienia omawiane na wykładach	2F_17_1, 2F_17_2, 2F_17_3, 2F_17_4, 2F_17_6, 2F_17_9
2F_17_w_3	sprawozdanie	Z każdego wykonanego eksperymentu obowiązkowe sprawozdanie zawierające wprowadzenie teoretyczne do danego problemu, przyjętą metodologię, opis badania, analizę i dyskusję wyników oraz ich znaczenie na tle podobnych badań	2F_17_10, 2F_17_2, 2F_17_3, 2F_17_4, 2F_17_5, 2F_17_6, 2F_17_7, 2F_17_8, 2F_17_9

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_17_fs_1	wykład	Omawianie zagadnień z wykorzystaniem prezentacji komputerowych	20	analiza notatek z wykładu; praca z podręcznikami oraz inną literaturą fachową	40	2F_17_w_2
2F_17_fs_2	konwersatorium	Dyskusja problemów przedstawianych na wykładzie	10	analiza notatek z wykładu; praca z podręcznikami oraz inną literaturą fachową, w tym artykułami publikowanymi w czasopismach naukowych	20	2F_17_w_1
2F_17_fs_3	laboratorium	Wykonywanie eksperymentów pod kierunkiem prowadzącego	10	przed laboratorium zapoznanie się z literaturą w zakresie teorii oraz techniki wykonywanego eksperymentu. Po wykonaniu badania opracowanie sprawozdania	20	2F_17_w_3

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses I: Physics of Semiconducting Materials

**Kod modułu:** W4-2F-22-16

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

## 2. Zakładane efekty uczenia się modułu

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_16_1	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W04	4
2F_16_2	zna formalizm matematyczny przydatny w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	KF_W06	3
2F_16_3	potrafi użyć formalizmu matematycznego do budowy i analizy modeli fizycznych	KF_U09	3
2F_16_4	potrafi zastosować zdobytą wiedzę z fizyki do dyskusji problemów z pokrewnych dziedzin i dyscyplin naukowych	KF_U14	4
2F_16_5	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	3

## 3. Opis modułu

<b>Opis</b>	<p>Krótkie wprowadzenie do struktury krystalicznej, elektronowej i dynamiki sieciowej najczęściej stosowanych półprzewodników i ich stopów. Przykład kilku ważnych struktur krystalograficznych dla półprzewodników: struktura diamentu i mieszanki cynku. Wiązania kowalencyjne w półprzewodnikach, charakter hybrydyzacji sp<sup>3</sup> dla półprzewodnika grupy IV. Stan defektu elektronowego, termodynamika defektów punktowych (zaburzenie Schottky'ego i Frenkla), defekty rozciągłe. Stężenie nośników w funkcji temperatury; Rozkład Fermiego/rozkład Boltzmanna. Półprzewodniki samoistne i domieszkowane w równowadze. Rola donorów lub akceptorów przy niskim poziomie domieszkowania. Zanieczyszczenia kompensacyjne i amfoteryczne. Zmiana struktury pasmowej ze względu na wysoki poziom domieszkowania. Dyfuzja nośników: pierwsze prawo Ficka, relacja Einsteina-Smoluchowskiego. Zjawiska transportu elektrycznego dla półprzewodników samoistnych i domieszkowanych. Ruchliwość elektronów i dziur - ruchliwość Halla. Procesy generacji i rekombinacji. Zależność czasu życia generowanych nośników od procesów rozpraszania. Struktura heterogeniczna, kosmiczny model ładunku. Efekt band bending ze względu na istnienie stanu powierzchni. Model Schottky'ego styku metal-półprzewodnik i granicy faz metal-tlenek-półprzewodnik (rozwiązanie równaniem Poissona). Złącze „p-n”: przypadek idealny (rozwiązanie z wykorzystaniem równania Poissona). Wyznaczanie charakterystyk prądowo-napięciowych idealnego złącza p-n dla prądu przewodzenia i wstecznego dla elektronów i dziur. Zastosowania półprzewodników w nanoelektronice: przykład zastosowania rozszerzonych defektów i materiałów zmiennofazowych do 1 TB pamięci RAM z przełączaniem rezystancyjnym; koncepcja opracowana w Forschungszentrum Juelich i Instytucie Fizyki Uniwersytetu Śląskiego.</p> <p>Cele kształcenia:</p>
-------------	--

	Poznanie podstaw fizyki półprzewodników i różnych technicznych zastosowań materiałów półprzewodnikowych. Egzamin obowiązkowy
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z fizyki ciała stałego.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_16_w_1	egzamin pisemny lub ustny	Zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5	2F_16_1, 2F_16_2, 2F_16_3, 2F_16_4, 2F_16_5
2F_16_w_2	sprawozdanie	Przygotowanie raportu naukowego za pomocą instrukcji: Streszczenie lub Podsumowanie, Materiały i metody, Wyniki, Dyskusja, Piśmiennictwo, Podziękowania, Załączniki: skala ocen (2-5).	2F_16_1, 2F_16_2, 2F_16_3, 2F_16_4, 2F_16_5
2F_16_w_3	aktywność na zajęciach	Udział i zaangażowanie w dyskusji podczas rozmowy: skala ocen (2-5)	2F_16_1, 2F_16_2, 2F_16_3, 2F_16_4, 2F_16_5

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_16_fs_1	wykład	Wykład z wybranych zagadnień z zakresu fizyki półprzewodników z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	20	Literatura uzupełniająca: praca z podręcznikiem "The Physics of Semiconductors", M.Grundmann, Springer 2006, ISBN-13 978-3-540-25370-9 (E-Book)	40	2F_16_w_1
2F_16_fs_2	konwersatorium	Samodzielne przygotowanie wybranych tematów dotyczących aktualnych problemów fizyki półprzewodników nanourządzeń	10	Krótką prezentacja i dyskusja koordynowana przez prowadzącego. Literatura uzupełniająca: "Nanoelectronics and Information Technology" ed.R.Waser, Wiley-VCH 2012, ISBN:978-3-527-40927-3	20	2F_16_w_3
2F_16_fs_3	laboratorium	tutorial-wprowadzenie do zagadnień związanych z materiałami półprzewodnikowymi, dostępne metody badawcze ich charakterystyki (asysta, nadzór, wsparcie techniczne)	20	planowanie, przeprowadzanie eksperymentów w laboratorium UHV i analiza wyników wraz z opisem w raporcie w oparciu o wiedzę zdobytą na zajęciach laboratoryjnych, wykładach i konwersatoriach	30	2F_16_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses I: Soft Matter

**Kod modułu:** W4-2F-22-22

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_22_1	ma podstawową wiedzę z różnych działów nanotechnologii, zna wybrane podstawowe prawa i wzory fizyki, zna podstawowe twierdzenia z wybranych działów matematyki	KF_W02	4
		KF_W03	4
		KF_W04	4
2F_22_2	rozumie podstawowe teorie i procesy fizyczne, zna formalizm matematyczny przydatny w budowie i analizie modeli fizycznych nanostruktur, potrafi zastosować formalizm matematyczny do analizy modeli fizycznych	KF_U04	4
		KF_W05	4
2F_22_3	potrafi wyjaśnić podstawowe procesy zachodzące w otaczającym środowisku w oparciu o prawa fizyki i chemii, potrafi opisać podstawowe mikro- i makroskopowe właściwości materii w oparciu o zdobytą wiedzę teoretyczną	KF_U04	4
		KF_U05	4

3. Opis modułu	
Opis	<p>W trakcie wykładu student zapoznaje się z następującymi zagadnieniami:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Charakterystyka fizyki miękkiej materii, zagadnienia podstawowe: oddziaływania międzycząsteczkowe, budowa miękkiej materii, klasyfikacja przejść fazowych.</li> <li>2. Rodzaje wiązań chemicznych, ich klasyfikacja i charakterystyka.</li> <li>3. Podstawowe właściwości cieczy, szkieł, polimerów, ciekłych kryształów, koloidów, polimerów</li> <li>4. Metody eksperymentalne w fizyce miękkiej materii.</li> </ol> <p>Metody spektroskopowe: spektroskopia w podczerwieni z wykorzystaniem transformaty Fouriera (spektroskopia FTIR), spektroskopia Ramana, spektroskopia UV-VIS. Metody dyfrakcyjne, tj. dyfrakcja rentgenowska i mikroskopowa, mikroskopia sił atomowych AFM.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Wprowadzenie do dielektryków, klasyfikacja materiałów pod względem przewodnictwa elektrycznego, mechanizmy przewodzenia prądu w różnych materiałach. Podstawowe pojęcia elektrostatyki. Pojemność elektryczna, wyprowadzenie wzoru, podatność i przenikalność dielektryczna, zachowanie dielektryczne w stałym i zmiennym polu elektrycznym, zjawisko polaryzacji i jego rodzaje, zjawisko relaksacji.</li> <li>6. Dynamika molekularna</li> <li>7. Analiza właściwości dielektrycznych za pomocą szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej (BDS)</li> <li>8. Podstawowe parametry i funkcje opisujące właściwości fizykochemiczne materiałów metodami analizy termicznej z wykorzystaniem różnicowej</li> </ol>

	<p>kalorymetrii skaningowej (DSC).</p> <p>9. Nowe materiały - metody otrzymywania nowych materiałów o określonych/kontrolowanych właściwościach na przykładzie jedno- (cienkich warstw), dwuwymiarowego ograniczenia przestrzennego, czyli matryc nanoporowatych.</p> <p>Podczas zajęć laboratoryjnych studenci będą posługiwać się wybranymi metodami charakteryzowania materii miękkiej, głównie BDS i DSC. Po wykonaniu eksperymentu student przedstawia sprawozdanie zawierające teoretyczne wprowadzenie do problemu; przyjętą metodologię, opis badania, analizę i omówienie wyników oraz ich znaczenie dla podobnych badań.</p> <p>Moduł jest opcjonalny. Studenci wybiorą dwa z czterech zaproponowanych modułów. Egzamin przedmiotowy jest obowiązkowy.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	znajomość: podstaw fizyki, elementów fizyki materii miękkiej, wybranych zagadnień matematyki wyższej

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_22_w_1	egzamin	egzamin ustny lub pisemny sprawdzający opanowanie materiału wykładowego, skala ocen: 2-5	2F_22_1, 2F_22_2, 2F_22_3
2F_22_w_2	raport	za każdy wykonany eksperyment obowiązkowy raport zawierający teoretyczne wprowadzenie do danego problemu, przyjętą metodologię opis badania, analizę i omówienie wyników oraz ich znaczenia dla podobnych badań, skala ocen: 2-5	2F_22_1, 2F_22_2, 2F_22_3

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_22_fs_1	wykład	wykład wprowadza w podstawowe pojęcia miękkiej materii, bardziej szczegółowo omawia niektóre rzeczywiste przykłady; wykład z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych; moduł jest opcjonalny; studenci wybiorą dwa z czterech proponowanych modułów	20	przyswajanie wiedzy z wykładu, lektura uzupełniająca	20	2F_22_w_1
2F_22_fs_2	laboratorium	wykonywanie eksperymentów pod okiem prowadzącego	10	przed laboratorium zapoznanie się z literaturą dotyczącą teorii i techniki eksperymentu; po zakończeniu badania przygotowywany jest raport	10	2F_22_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses I: Spectroscopic and Microscopic Methods

**Kod modułu:** W4-2F-22-19

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_19_1	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	5
2F_19_2	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W04	4
2F_19_3	zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej	KF_W08	4
2F_19_4	na gruncie poznanej wiedzy umie wyjaśnić procesy fizyczne zachodzące w otaczającym go świecie	KF_U03	2
2F_19_5	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	KF_U04	5
2F_19_6	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy z fizyki	KF_K04	5

**3. Opis modułu**

Opis	<p>I. Metody spektroskopowe</p> <p>1. Rodzaje spektroskopii, budowa elektronowa atomów i cząsteczek, przejścia elektronowe, oscylacje i rotacje, reguły wyboru, widma absorpcyjne.</p> <p>2. Spektrometria i spektrometry UV/VIS, analiza jakościowa i ilościowa.</p> <p>3. Spektroskopia absorpcji w podczerwieni (IR) i rozpraszania Ramana (RS) - podstawowe zagadnienia związane ze spektroskopią oscylacyjną i możliwościami wykorzystania tych metod spektroskopowych do nanomateriałów.</p> <p>4. Wprowadzenie do spektroskopii fotoemisji rentgenowskiej (XPS) lub wzbudzonej promieniowaniem ultrafioletowym (UPS), spektrometrii masowej jonów wtórnych (SIMS, SNMS, ToF SIMS), spektroskopii elektronów Augera (AES).</p> <p>II. Metody mikroskopowe</p> <p>1. Podstawy mikroskopii elektronowej: skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) i transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM)</p> <p>2. Metody analizy nanostruktur - techniki skanowania: skaningowa mikroskopia tunelowa (STM) i mikroskopia sił atomowych (AFM):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tunelowanie w aranżacji powierzchni przewodzącej końcówkę. Model Tersoffa-Hammana dla niskiego i wysokiego napięcia.</li> <li>• Wprowadzenie do teorii mikroskopii sił atomowych. Stała Hamakera.</li> <li>• Rodzaje mikroskopii sond skanujących i ich zastosowanie w fizyce, chemii, biologii, medycynie i inżynierii materiałowej.</li> </ul>
------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Budowa skaningowej mikroskopii tunelowej, rozdzielczość, stabilność i ograniczenia.</li> <li>•Mikroskopia sił atomowych - podobieństwa i różnice w porównaniu ze skaningową mikroskopią tunelową.</li> <li>•Dominująca rola metod mikroskopii sił atomowych we współczesnych badaniach właściwości powierzchni z rozdzielczością atomową.</li> <li>•Mikroskopia sił atomowych w badaniach lokalnego przewodnictwa elektrycznego i jej zastosowanie do analizy procesów rezystywności przełączania w skali nano</li> </ul> <p>Podczas wykładów i konwersacji studenci zapoznają się z podstawowymi zagadnieniami związanymi z różnymi metodami spektroskopowymi i mikroskopowymi. Podczas pracy laboratoryjnej poznają praktyczne aspekty różnych technik pomiarowych spektroskopii i mikroskopii. Na początku semestru studenci są informowani o metodach badawczych stosowanych na zajęciach laboratoryjnych. Po wykonaniu eksperymentu student przedstawia sprawozdanie zawierające teoretyczne wprowadzenie do problemu; przyjętą metodologię, opis badania, analizę i omówienie wyników oraz ich znaczenie dla podobnych badań.</p> <p>Egzamin obowiązkowy</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Znajomość fizyki i matematyki z zakresu studiów licencjackich z fizyki

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_19_w_1	aktywność na zajęciach	rozwiązywanie problemów, przeprowadzenie obliczeń i dyskusja wyników; korzystanie z programów komputerowych, skala ocen 2-5	2F_19_1, 2F_19_2, 2F_19_3, 2F_19_4, 2F_19_5, 2F_19_6
2F_19_w_2	sprawozdania	opracowanie wyników pomiarów, dyskusja błędów, skala ocen 2-5	2F_19_1, 2F_19_2, 2F_19_3, 2F_19_4, 2F_19_5, 2F_19_6
2F_19_w_3	egzamin pisemny	wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach, skala ocen 2-5	2F_19_1, 2F_19_2, 2F_19_3, 2F_19_4, 2F_19_5, 2F_19_6

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_19_fs_1	wykład	Wykład z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	20	Praca z podręcznikiem , lektura uzupełniająca	40	2F_19_w_3
2F_19_fs_2	laboratorium	przygotowanie, przeprowadzenie oraz opracowanie wyników pomiarów	20	przygotowanie zagadnień i zadań wskazanych przez prowadzącego,	50	2F_19_w_2
2F_19_fs_3	konwersatorium	omówienie zagadnień podanych na wykładzie oraz będących przedmiotem eksperymentu, dyskusja	10	przygotowanie zagadnień wskazanych przez prowadzącego,	30	2F_19_w_1

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses II

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.12

**1. Liczba punktów ECTS:** 20

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.12_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	4
2F_BP.12_2	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa fizyczne	KF_W05	4
2F_BP.12_3	potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i piśmie, przedstawić wyniki odkryć i teorii naukowych z dziedziny fizyki	KF_U01	4
2F_BP.12_4	rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów i integrowania wiedzy z różnych dyscyplin	KF_K09	5
2F_BP.12_5	potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników pomiarów, obserwacji i obliczeń teoretycznych	KF_U07	5
2F_BP.12_6	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; zna podstawowe czasopisma naukowe z fizyki; potrafi integrować pozyskane informacje i dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	KF_U12	4
2F_BP.12_7	potrafi zastosować zdobytą wiedzę z fizyki do dyskusji problemów z pokrewnych dziedzin i dyscyplin naukowych	KF_U14	3
2F_BP.12_8	potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	KF_K02	4
2F_BP.12_9	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy z fizyki	KF_K04	4

3. Opis modułu	
<b>Opis</b>	Moduł obejmuje zestaw kursów dyplomowych, składający się z wykładu i części konwersatoryjnej. W przypadku poszczególnych kursów konwersatorium może składać się z kilku godzin zajęć laboratoryjnych lub komputerowych. Kursy dyplomowe mają na celu pogłębienie wiedzy studenta w wybranych zagadnieniach z fizyki teoretycznej, fizyki doświadczalnej, metod symulacyjnych i fizyki stosowanej. Zostanie to osiągnięte poprzez realizację wybranych tematów z fizyki teoretycznej, fizyki atomowej i molekularnej, fizyki ciała stałego, astrofizyki, fizyki cząstek elementarnych lub fizyki jądrowej. Tematyka zajęć będzie określana przez studentów z opiekunami i corocznie zatwierdzana przez radę dydaktyczną fizyki.
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_BP.12_w_1	Kolokwium lub indywidualne projekty	Test pisemny sprawdzający wiedzę i umiejętności rozwiązywania zadań i problemów z omawianych zagadnień.	2F_BP.12_1, 2F_BP.12_2, 2F_BP.12_3, 2F_BP.12_4, 2F_BP.12_5, 2F_BP.12_6, 2F_BP.12_7, 2F_BP.12_8, 2F_BP.12_9
2F_BP.12_w_2	Aktywność na zajęciach	Ocena pracy studenta na podstawie rozwiązywania zadań zadanych przez prowadzącego. Wykonywanie obliczeń, eksperymentów.	2F_BP.12_1, 2F_BP.12_2, 2F_BP.12_3, 2F_BP.12_4, 2F_BP.12_5, 2F_BP.12_6, 2F_BP.12_7, 2F_BP.12_8, 2F_BP.12_9
2F_BP.12_w_3	Zaliczenie	Weryfikacja zgodnie z wymaganiami określonymi w sylabusie.	2F_BP.12_1, 2F_BP.12_2, 2F_BP.12_3, 2F_BP.12_4, 2F_BP.12_5, 2F_BP.12_6, 2F_BP.12_7, 2F_BP.12_8, 2F_BP.12_9

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.12_fs_1	wykład	Wykład na tematy będące przedmiotem sylabusu. Wykorzystana zostanie obsługa prezentacji multimedialnej.	120	Czytanie notatek z wykładów, studiowanie zalecanej literatury.	240	2F_BP.12_w_3
2F_BP.12_fs_2	konwersatorium	Rozwiązywanie zadań, omówienie poruszonych zagadnień, wykonanie eksperymentów.	120	Rozwiązywanie zadań zleconych przez prowadzącego.	240	2F_BP.12_w_1, 2F_BP.12_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses II: Advanced Solid State Physics

**Kod modułu:** W4-2F-22-27

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_27_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki ciała stałego	KF_W02 KF_W10	1 2
2F_27_2	posiada poszerzoną wiedzę z zastosowań mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej do opisu ciał stałych	KF_W03	1
2F_27_3	ma pogłębioną wiedzę z zakresu teorii fazy skondensowanej	KF_W04	3
2F_27_4	zna i rozumie procesy fizyczne ujęte w podstawowych modelach używanych w teorii ciała stałego	KF_W05	2
2F_27_5	zna formalizm drugiego kwantowania oraz rozumie przybliżenie średniego pola	KF_W06	1

3. Opis modułu	
Opis	<p>W trakcie wykładu student poznaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•przestrzeń Focka, operatory kreacji i anihilacji</li> <li>•operatory spinu</li> <li>•reprezentacje Blocha oraz Wanniera oraz transformacje między nimi</li> <li>•gaz sieciowy w modelu ciasnego wiązania oraz relacje dyspersyjne dla wybranych sieci</li> <li>•przybliżenie średniego pola</li> <li>•fizykę ujętą w podstawowych modelach: Hubbarda (wersja podstawowa i rozszerzona), Heisengera, Isinga</li> <li>•rozkłady Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina wyprowadzone na podstawie reguł komutacji dla operatorów kreacji i anihilacji</li> <li>•przybliżone rozwiązania wybranych modeli mikroskopowych</li> </ul>
Wymagania wstępne	2F_12, 2_F_13, dobra znajomość języka angielskiego

#### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_27_w_1	egzamin pisemny	Po zakończeniu semestru. Weryfikacja umiejętności szczegółowej analizy wybranych zagadnień omawianych na wykładzie.	2F_27_5
2F_27_w_2	egzamin ustny	Po zakończeniu semestru. Weryfikacja szerszego zrozumienia mikroskopowego opisu ciał stałych	2F_27_1, 2F_27_2, 2F_27_3, 2F_27_4
2F_27_w_3	test/kolokwium	Dwa razy w semestrze; terminy kolokwiów podane na początku semestru, zadania podobnego rodzaju do zadań rozwiązanych; skala ocen 2-5	2F_27_1, 2F_27_2, 2F_27_3, 2F_27_4

#### 5. Rodzaje prowadzonych zajęć

kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_27_fs_1	wykład	szczegółowe omówienie przez wykładowcę zagadnień wymienionych w tabeli „opis modułu” z wykorzystaniem tablicy oraz/lub prezentacji multimedialnych	20	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem, próba znalezienie odpowiedzi na proste pytania problemowe zadane w trakcie wykładu	40	2F_27_w_1, 2F_27_w_2
2F_27_fs_2	konwersatorium	zajęcia kwersatoryjne polegają na rozwiązywaniu przez studentów zadań i problemów związanych z tematyką wykładu - studenci indywidualnie prezentują rozwiązania, które są szczegółowo omawiane w grupie; osoby prezentujące wybrane zagadnienia uzupełniające zagadnienia podane na wykładzie; prezentowane materiały są uzupełniane przez prowadzącego i uczniów	20	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem, rozwiązywanie przydzielonych zadań	40	2F_27_w_3

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses II: Microsensors

**Kod modułu:** W4-2F-22-25

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_25_1	dobrze rozumie cywilizacyjne znaczenie fizyki i jej zastosowań a także jej historyczny rozwój i rolę w postępie nauk ścisłych	KF_W01	3
2F_25_2	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa fizyczne	KF_W05	4
2F_25_3	zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej	KF_W08	5
2F_25_4	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	KF_U04	5
2F_25_5	potrafi wybrać właściwą metodę pomiarową dla konkretnego problemu i oczekiwanego efektu	KF_U06	5
2F_25_6	posiada pogłębioną umiejętność przygotowania i przedstawienia prezentacji ustnej z fizyki lub zagadnień interdyscyplinarnych, w języku polskim i angielskim, stosując nowoczesne techniki multimedialne	KF_U16	5

3. Opis modułu	
Opis	<p>Nowoczesne technologie mikroelektroniczne umożliwiły wytworzenie wielu rodzajów czujników elektronicznych wykorzystujących specyficzne właściwości materiałów półprzewodnikowych najczęściej wyekspozowane w strukturach MOS (Metal Oxide Semiconductor). Czujniki te nie są podobne do znanych rozwiązań z powodu występowania w nich zjawisk fizycznych typowych dla struktur mikroelektronicznych, jak np. zjawisko tunelowe oraz dlatego, że odebranie sygnałów z tych czujników wymaga zastosowania nowoczesnych magistral sprzęgających takich jak np. 1-Wire czy I2C. Niniejszy wykład ma na celu omówienie podstawowych grup współczesnych czujników mikroelektronicznych po krótkim nawiązaniu do znanych rozwiązań klasycznych w każdej grupie. Ponieważ pełne zrozumienie działania i zastosowania mikroczujników wymaga zrozumienia procesów technologicznych i wiedzy z dziedziny cyfrowych magistral sprzęgających i specjalnych języków programowania niniejszy wykład rozpocznie omówienie technologii mikroelektronicznych, a zakończy rozdział z elektronicznych układów cyfrowych i programowania mikrokontrolerów.</p> <p>Ćwiczenia laboratoryjne:</p> <p>Konstrukcja mikroprocesorowego układu sterującego do obsługi czujników.</p>

	<p>Programowanie układów serii AT MEGA w języku BASCOM</p> <p>Wykorzystanie wykonanego układu do pomiaru temperatury z wykorzystaniem scalonych czujników.</p> <p>Pomiar ciśnienia półprzewodnikowym czujnikiem KPY32 (Siemens).</p> <p>Pomiar naprężeń półprzewodnikowym czujnikiem tensometrycznym w środowisku LabView.</p> <p>Egzamin obowiązkowy</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawy fizyki ciała stałego, podstawy elektroniki.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_25_w_1	aktywność na zajęciach	Udział w dyskusji	2F_25_1, 2F_25_2, 2F_25_3, 2F_25_4, 2F_25_5, 2F_25_6
2F_25_w_2	egzamin pisemny lub ustny	Egzamin ustny z zakresu wiedzy prezentowanej na wykładach.	2F_25_1, 2F_25_2, 2F_25_3, 2F_25_4, 2F_25_5, 2F_25_6

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_25_fs_1	wykład	Wykład wybranych zagadnień podstawowych z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	10	Lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	30	2F_25_w_2
2F_25_fs_2	laboratorium	Ćwiczenia laboratoryjne	20	Lektura uzupełniająca	30	2F_25_w_1

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses II: Nanophysics and Nanomagnetism

**Kod modułu:** W4-2F-22-24

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_24_1	Rozumie cywilizacyjne znaczenie fizyki w zastosowaniach do obiektów o rozmiarach nanometrycznych, jej zastosowań a także jej historyczny rozwój i rolę w postępie nauk ścisłych	KF_W01	4
2F_24_2	Posiada pogłębioną wiedzę z fizyki teoretycznej i doświadczalnej dotyczącą nanoukładów,	KF_W02	4
2F_24_3	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, własności nanostruktur wynikających z mechaniki kwantowej	KF_W03 KF_W04	4 4
2F_24_4	Zna i rozumie opis zjawiska dyfrakcji w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawy teorii dyfrakcji.	KF_W04 KF_W06	3 3
2F_24_5	zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej oraz sposoby badania i wytwarzania nanostruktur	KF_W08	4
2F_24_6	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	KF_U04	4
2F_24_7	Potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i piśmie przedstawić podstawowe własności nanostruktur	KF_U01	5
2F_24_8	Posiada umiejętność samokształcenia się, pozyskując informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować pozyskane informacje i dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	KF_U12	4
2F_24_9	potrafi zastosować zdobytą wiedzę z fizyki do dyskusji problemów z pokrewnych dziedzin i dyscyplin naukowych	KF_U14	4

3. Opis modułu	
Opis	Podczas wykładów student uczy się na kierunkach: 1. Ilościowy opis struktury krystalicznej nanomateriałów •Wyznaczanie rozkładu wielkości nanokrystalitów metodą dyfrakcji rentgenowskiej - analiza kształtu pików dyfrakcyjnych, ograniczenia metody, estymacja i redukcja błędów pomiarowych •Pomiar wielkości krystalitów metodą dyfrakcji rentgenowskiej – metoda Scherrera, metoda Williamsona-Halla

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Oznaczanie struktury cienkich warstw metodą odbicia promieni rentgenowskich</li> <li>•Rozpraszanie przez układy strukturalnie nieuporządkowane – funkcja korelacji par – definicje, metody określania i interpretacja</li> <li>•Metody analizy nanostruktur, określania wielkości, kształtu i struktury – mikroskopia SEM i TEM – TEM, STEM, HRTEM i cryoTEM</li> </ul> <p>2.Thin films and nanoelectronics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Atomowa struktura powierzchni, opis, metody badań</li> <li>•Metody przygotowania cienkich warstw i przykłady ich badań</li> <li>•Systemy wielowarstwowe</li> <li>•Struktura elektornowa materiałów o zmniejszonych wymiarach</li> <li>•Specyfika cienkich warstw metalicznych</li> <li>•Modyfikacje cienkich warstw – nanoelektronika – metody litograficzne</li> </ul> <p>3.Właściwości fizyczne nanoukładów węglowych i ich zastosowania w przetwarzaniu informacji.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometryczne i topologiczne podstawy powstawania nanostruktur</li> <li>• Podstawowe właściwości nanostruktur węglowych</li> <li>• Orbitale molekularne i klasyfikacja fulerenów</li> <li>• Struktura elektronowa fulerenów</li> <li>• Właściwości elektryczne i magnetyczne nanorurek</li> <li>• Grafen i inne nanomateriały węglowe</li> </ul> <p>4.Nanomagnetyzm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Rodzaje anizotropii magnetycznej, rola powierzchni, mechanizm histerezy w nanomateriałach</li> <li>•Nanocząstki magnetyczne, nanoproszki i nanokompozyty oraz ich właściwości (np. układy rdzeń-powłoka, zjawisko polaryzacji wymiany). Wpływ wielkości cząstek na właściwości magnetyczne</li> <li>•Superparamagnetyzm i magnetyzm 2D (model Stonera-Wohlfartha, przykłady)</li> <li>•Właściwości magnetyczne cienkich warstw i materiałów magnetycznych 2D do zastosowań spintronicznych (magnetoopór, zawory spinowe, pseudo-zawory spinowe, spin transfer torque)</li> </ul> <p>Na wykładach zostaną przedstawione podstawowe idee nanofizyki i bardziej szczegółowe przykłady z tej dziedziny oraz metody badawcze. Wszystkie zagadnienia egzaminacyjne będą dostępne dla studentów. Zostanie użyta skala ocen 2-5 znaków. Egzamin jest obowiązkowy. Na początku semestru studenci są informowani o metodach badawczych stosowanych na zajęciach laboratoryjnych. Po wykonaniu eksperymentu student przedstawia sprawozdanie zawierające teoretyczne wprowadzenie do problemu; przyjętą metodologię, opis badania, analizę i omówienie wyników oraz ich znaczenie dla podobnych badań.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Mechanika klasyczna i kwantowa, Wprowadzenie do faz atomowych i molekularnych, Wprowadzenie do fizyki fazy skondensowanej

#### 4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu

kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_24_w_1	egzamin ustny	Zakres materiału podany w postaci zbioru wszystkich zagadnień omówionych na wykładach, skala ocen 2-5. Egzamin obowiązkowy	2F_24_1, 2F_24_2, 2F_24_3, 2F_24_4, 2F_24_5, 2F_24_6, 2F_24_7, 2F_24_8, 2F_24_9
2F_24_w_2	raport	za każdy wykonany eksperyment obowiązkowy raport zawierający teoretyczne wprowadzenie do danego problemu, przyjętą metodologię, opis badania, analizę i omówienie wyników oraz ich znaczenie w odniesieniu do podobnych badań, skala ocen: 2-5	2F_24_1, 2F_24_2, 2F_24_3, 2F_24_4, 2F_24_5, 2F_24_6, 2F_24_7, 2F_24_8, 2F_24_9
2F_24_w_3	aktywność na zajęciach	udział i zaangażowanie w dyskusję w konwersatorium: skala ocen: 2-5	

			2F_24_1, 2F_24_2, 2F_24_3, 2F_24_4, 2F_24_5, 2F_24_6, 2F_24_7, 2F_24_8, 2F_24_9
--	--	--	---

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_24_fs_1	wykład	Wykład wprowadzający podstawowe pojęcia nanofizyki i omawiający bardziej szczegółowo wybrane, ważne przykłady	20	Przyswojenie wiedzy z wykładu, lektura uzupełniająca	40	2F_24_w_1
2F_24_fs_2	laboratorium	wykonywanie eksperymentów pod okiem nauczyciela	10	przed laboratorium, zapoznanie się z literaturą dotyczącą teorii i techniki eksperymentu. Po zakończeniu pomiarów przygotowany jest raport	20	2F_24_w_2
2F_24_fs_3	konwersatorium	samodzielne przygotowanie wybranych tematów dotyczących aktualnych problemów nanofizyki i nanomagnetyzmu	10	Krótkie prezentacje oraz dyskusja koordynowana przez prowadzącego	20	2F_24_w_3

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses II: Non-linear Optics

**Kod modułu:** W4-2F-22-26

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_26_1	Rozumie znaczenie optyki nieliniowej dla techniki i jej wpływ na rozwój fizyki	KF_W01	3
2F_26_2	Rozumie podstawowe teorie opisujące pojawienie się efektów nieliniowych w optyce	KF_W02 KF_W05	5 5
2F_26_3	Zna formalizm matematyczny przydatny w analizie stosowanych modeli fizycznych; umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów optyki nieliniowej	KF_W02 KF_W06	4 4
2F_26_4	Zna i potrafi w sposób zrozumiały przedstawić najistotniejsze zjawiska z zakresu optyki nieliniowej	KF_U01 KF_U15 KF_W05	5 5 5
2F_26_5	Posiada umiejętność samokształcenia się, pozyskując informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; zna ograniczenia własnej wiedzy	KF_K01 KF_U12 KF_U13	3 3 3

3. Opis modułu	
Opis	<p>Na wykładzie student zapoznaje się z następującymi zagadnieniami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• liniowość w optyce</li> <li>• początek ery laserów jako kamień milowy w powstaniu optyki nieliniowej</li> <li>• efekt generacji drugiej harmonicznej ze szczególnym uwzględnieniem zagadnienia dopasowania fazowego</li> <li>• zjawiska samoogniskowania i autolimacji światła</li> <li>• mieszanie częstości; parametryczna generacja światła</li> <li>• współczynnik załamania jako funkcja natężenia światła</li> <li>• efekty nieliniowe związane z orientacją molekularną</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>procesy wymuszonego rozpraszania Ramana i Brillouina</li> </ul> Egzamin obowiązkowy
<b>Wymagania wstępne</b>	Wiedza z zakresu podstaw fizyki, mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej, fizyki atomowej i molekularnej oraz z zakresu fizyki ciała stałego.

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_26_w_1	egzamin pisemny lub ustny	egzamin pisemny polegający na opracowaniu wybranych zagadnień z wykładu; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5;	2F_26_1, 2F_26_2, 2F_26_3, 2F_26_4, 2F_26_5
2F_26_w_2	test	w ramach konwersatorium przeprowadzone zostaną dwa kolokwia (w środku i na koniec semestru, termin podany z dwutygodniowym wyprzedzeniem), polegające na rozwiązaniu problemów księgowych z wcześniej omawianych zagadnień; skala ocen: 2	2F_26_1, 2F_26_2, 2F_26_3, 2F_26_4, 2F_26_5

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_26_fs_1	wykład	wykład wybranych zagadnień z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	10	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	20	2F_26_w_1
2F_26_fs_2	konwersatorium	zajęcia konserwatoryjne polegają na rozwiązywaniu przez studentów zadań i problemów związanych z tematyką wykładu - studenci indywidualnie prezentują rozwiązania, które są szczegółowo omawiane w grupie; osoby prezentujące wybrane zagadnienia uzupełniające zagadnienia podane na wykładzie; prezentowane materiały są uzupełniane przez prowadzącego i studentów	10	samodzielne rozwiązywanie zadań i problemów fizycznych na podstawie podręczników, przygotowanie dyskusji wybranych zagadnień i eksperymentów fizycznych	20	2F_26_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses II: Numerical Modeling of Solids

**Kod modułu:** W4-2F-22-29

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_29_1	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W04	3
2F_29_2	zna podstawy programowania w zastosowaniach naukowych oraz wybrane algorytmy numeryczne	KF_W07	4
2F_29_3	zna strukturę, zasadę działania i zakres wykorzystania oprogramowania do atomistycznych symulacji komputerowych	KF_W08	4
2F_29_4	potrafi napisać własne implementacje wybranych procedur i funkcji	KF_U02	4
2F_29_5	potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań	KF_U11	4
2F_29_6	umie pracować w grupie; potrafi określić priorytety służące realizacji zadania	KF_K03	5
2F_29_7	potrafi podjąć merytoryczną dyskusję nad zagadnieniem	KF_K07	4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	Przewidywanie właściwości materiału w stanie stałym, takich jak struktura elektronowa (np. czy materiał jest izolatorem czy przewodnikiem), właściwości magnetyczne i sprężyste (np. moduł objętościowy lub stała sieci równowagi) uzyskane z obliczeń komputerowych opartych na teorii funkcjonału gęstości z wykorzystaniem fal płaskich lub Metody Linear Augmented Plane Waves. Związek właściwości optycznych i spektroskopowych ze strukturą elektronową.  Wykład kończy się egzaminem, ćwiczenia z laboratorium komputerowego kończą się raportami (przedstawiającymi zamodelowane związki).
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowy kurs półprzewodnikowy Podstawowa mechanika kwantowa Podstawowe umiejętności informatyka - znajomość systemu Linux

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_29_w_1	aktywność na zajęciach	wykonanie ćwiczeń; udział w dyskusji; skala ocen 2-5	2F_29_2, 2F_29_3, 2F_29_4, 2F_29_6, 2F_29_7
2F_29_w_2	sprawozdanie	sprawozdanie z przeprowadzonych ćwiczeń; skala ocen 2-5	2F_29_5
2F_29_w_3	egzamin ustny lub testowy	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie laboratorium; zakres materiału – wszystkie omawiane zagadnienia; skala ocen 2-5	2F_29_1, 2F_29_2, 2F_29_3

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_29_fs_1	wykład	wykład wybranych zagadnień podstawowych z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	10	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	10	2F_29_w_3
2F_29_fs_2	laboratorium	pisanie własnych programów lub własnych implementacji wybranych procedur obliczeniowych; przeprowadzanie obliczeń z wykorzystaniem własnego oprogramowania i/ lub innych dostępnych pakietów oprogramowania; prezentacja uzyskanych wyników i dyskusja	30	przygotowanie sprawozdania	30	2F_29_w_1, 2F_29_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses II: Photoemission Spectroscopy

**Kod modułu:** W4-2F-22-30

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_30_1	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	5
2F_30_2	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej i spektroskopii fotoemisyjnej z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego i synchrotronowego	KF_W04	4
2F_30_3	zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej	KF_W08	4
2F_30_4	na gruncie poznanej wiedzy umie wyjaśnić procesy fizyczne zachodzące w otaczającym go świecie	KF_U03	2
2F_30_5	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	KF_U04	5
2F_30_6	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy z fizyki	KF_K04	3

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	<p>1.Struktura elektronowa. Orbitale: tło mechaniki kwantowej. Moment pędu w spektroskopii. Klasyfikacja stanów elektronowych.</p> <p>2.Teoria fotoemisji. Fotoemisja na poziomie rdzenia. Fotoemisja w pasmie walencyjnym. Modele: trójstopniowy i jedno-stopniowy.</p> <p>3.Konwencjonalna spektroskopia rentgenowska fotoelektronów (XPS). Informacje uzyskane z widm elektronowych i fotoelektronowych. Poziomy podstawowe i stany końcowe. Końcowe stany wzbudzone: linie satelitarne. Efekty powierzchni. Przykłady.</p> <p>4.Spektroskopia fotoelektronów w ultrafiolecie (UPS).</p> <p>5.Spektroskopia fotoelektronów w rozdzielczości kątowej (ARPES).</p> <p>6.Promieniowanie synchrotronowe w spektroskopii fotoelektronów. Rentgenowska spektroskopia absorpcyjna (XAS) i rezonansowa spektroskopia fotoemisyjna (RESPES).</p> <p>Wykład prowadzony będzie on-line przez wykładowców Uniwersytetu Śląskiego dla studentów polskich i francuskich. Obowiązkowy egzamin.</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Wiedza z fizyki i matematyki na poziomie licencjatu z fizyki

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_30_w_1	egzamin pisemny lub ustny	wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach, skala ocen 2-5	2F_30_1, 2F_30_2, 2F_30_3, 2F_30_4, 2F_30_5, 2F_30_6

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_30_fs_1	wykład	wykład online prowadzony przez wykładowców Uniwersytetu Śląskiego dla polskich i francuskich studentów z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	15	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	60	2F_30_w_1

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses II: Physics of Mesoscopic Materials

**Kod modułu:** W4-2F-22-28

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_28_1	Rozumie cywilizacyjne znaczenie mezoskopowej i nanoskopowej fizyki i jej zastosowań.	KF_W01	4
2F_28_2	Posiada podstawową wiedzę z fizyki klasycznej i kwantowej.	KF_W03	4
2F_28_3	Umie wyjaśnić na gruncie poznanych praw działanie podstawowych urządzeń wykorzystujących nano- i mezoukłady	KF_W05	5
2F_28_4	Potrafi w sposób zrozumiały przedstawić podstawowe prawa i zasady nano- i mezofizyki.	KF_U01	4
2F_28_5	Umie opisać podstawowe mezo- i nanoskopowe własności materii.	KF_U03	5
2F_28_6	Potrafi zastosować formalizm matematyczny do opisu zjawisk fizycznych fizyki mezoskopowej	KF_U02 KF_W06	5 5
2F_28_7	Potrafi wykorzystywać programy komputerowe do obliczania prostych właściwości elektronicznych nanosystemów	KF_W07	5

3. Opis modułu	
Opis	<p>Na wykładzie student zapozna się z następującymi zagadnieniami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Podstawowe pojęcia i skale w nanoskali, klasyfikacja transportowa</li> <li>- 2DEG, metal-półprzewodnik, złącza półprzewodnik-półprzewodnik, tranzystory MOSFET</li> <li>- Efekt Aharonova-Bohma i trwałe prądy</li> <li>- formalizm Landauera przewodnictwa kwantowego</li> <li>- Transport balistyczny w nanosystemach (mody poprzeczne, mody magnetoelektryczne, poziomy Landaua)</li> <li>- Klasyczny i kwantowy efekt Halla</li> <li>- Kropki kwantowe, blokada kulombowska, transport pojedynczych elektronów</li> <li>- Elektroniczne właściwości grafenu (elektroniczna struktura pasmowa w przybliżeniu TBA)</li> </ul> <p>Kurs kończy się egzaminem</p>

	<p>W laboratorium studenci poznają narzędzia numeryczne (KWANT) do symulacji prostych nanosystemów i obliczania ich właściwości transportu elektronowego. Tematy do omówienia na zajęciach to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Podstawy KWANT (struktura, implementacja modeli Tight binding)</li> <li>- właściwości elektronowe skończonych nanoukładów (kropki kwantowe, pierścienie kwantowe)</li> <li>- nanosystemy w zewnętrznym polu magnetycznym (podstawienie Peierlsa)</li> <li>- transport przez nanosystemy (przewody, transport balistyczny, teoria Landauera, wizualizacja prądu, LDOS)</li> <li>- transport w obecności rozproszenia (wakansje, domieszki, potencjalne bariery)</li> <li>- transport ze spinowym stopniem swobody</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	Mechanika kwantowa I, Fizyka ciała stałego I

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_28_w_1	kolokwium - test na komputerze	Dwa razy w semestrze; terminy kolokwiów podane na początku semestru, Zadania podobnego typu do zadań rozwiązywanych; skala ocen 2-5.	2F_28_1, 2F_28_2, 2F_28_3, 2F_28_4, 2F_28_5, 2F_28_6, 2F_28_7
2F_28_w_2	zadania domowe	Rozwiązywanie problemów, skala ocen 2-5	2F_28_1, 2F_28_2, 2F_28_3, 2F_28_4, 2F_28_5, 2F_28_6, 2F_28_7
2F_28_w_3	aktywność na zajęciach	Odpowiedzi ustne, udział w dyskusji, rozwiązywanie zadań, skala ocen 2-5, Ocena końcowa równa średniej ocen końcowych.	2F_28_1, 2F_28_2, 2F_28_3, 2F_28_4, 2F_28_5, 2F_28_6, 2F_28_7
2F_28_w_4	egzamin pisemny	Ocena końcowa równa się średniej z ocen końcowych; zakres materiału podany w postaci zbioru zagadnień omówionych na wykładach, skala ocen 2-5.	2F_28_1, 2F_28_2, 2F_28_3, 2F_28_4, 2F_28_5, 2F_28_6, 2F_28_7

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_28_fs_1	wykład	wykład z podstawowych pojęć i wybranych zagadnień z fizyki materiałów mezoskopowych i ich zastosowań	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	45	2F_28_w_4
2F_28_fs_2	laboratorium	rozwiązywanie problemów (komputer, tablica), omówienie wyników, szczegółowe omówienie wybranych przykładów	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem, rozwiązanie zadań zadanych	30	2F_28_w_1, 2F_28_w_2, 2F_28_w_3

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Set of Diploma Courses II: Ultrafast Physics

**Kod modułu:** W4-2F-22-31

**1. Liczba punktów ECTS:** 2

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_31_1	posiada poszerzoną wiedzę z optyki nie liniowej, mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	5
2F_31_2	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej i ultraszybkich zjawisk w materii skondensowanej	KF_W04	4
2F_31_3	zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej	KF_W08	4
2F_31_4	na gruncie poznanej wiedzy umie wyjaśnić procesy fizyczne zachodzące w otaczającym go świecie	KF_U03	2
2F_31_5	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	KF_U04	5
2F_31_6	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy z fizyki	KF_K04	3

3. Opis modułu	
Opis	<p>1 Wprowadzenie do ultraszybkiej fizyki w materii skondensowanej: historia, cele, zastosowania</p> <p>2 Oddziaływanie światło-materia w równowadze termodynamicznej (powtórka):</p> <p>3 Wprowadzenie do eksperymentalnych badań czasowo-rozdzielczych: zasada metody pompa-sonda: szerokość pasma detektora, stroboskopowy reżim pomiaru, detekcja wzmacniacza lock-in, podstawy ultraszybkiej technologii laserowej</p> <p>4 Właściwości elektronu i fononów w równowadze termodynamicznej: - przypomnienie o modelu Sommerfela, pasmowej teorii elektronu i klasycznej dynamice sieci (fonony) - kwantowe pochodzenie sprzężenia elektron-elektron i elektron-fonon (potencjał deformacji, oddziaływanie Fröhlich)</p> <p>5 Właściwości nierównowagowych nośników fotowzbudzonych: - Model dwutemperaturowy dla metali, - Równanie Boltzmana zastosowane do fotowzbudnych półprzewodników</p> <p>6 Fonony optyczne i akustyczne procesy ultraszybkiej fotogeneracji: - fonony optyczne: stymulowany proces Ramana, wzbudzenie dysplatywne (potencjał deformacji). - Fonon akustyczny: potencjalne odkształcenie, termoelastyczność</p> <p>7 Zastosowania akustyki pikosekundowej: ocena elastyczności nanostruktur w nanoskali (echografia nanostruktur metodą optoakustyki laserowej, przykład z przemysłu i laboratoriów).</p>

	Wykład będzie prowadzony online przez wykładowców z Uniwersytetu Le Mans dla polskich i francuskich studentów. Obowiązkowy egzamin
<b>Wymagania wstępne</b>	Wiedza z fizyki i matematyki na poziomie licencjatu z fizyki

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_31_w_1	egzamin pisemny lub ustny	Wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach, skala ocen 2-5	2F_31_1, 2F_31_2, 2F_31_3, 2F_31_4, 2F_31_5, 2F_31_6

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_31_fs_1	wykład	wykład online prowadzony przez wykładowców Uniwersytetu Le Mans dla polskich i francuskich studentów z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	15	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	60	2F_31_w_1

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Solid State Physics

**Kod modułu:** W4-2F-22-14

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_14_1	posiada pogłębioną wiedzę z wybranych obszarów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_U01 KF_W02	3 3
2F_14_2	posiada szeroką wiedzę z zakresu mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	4
2F_14_3	posiada pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W04	4
2F_14_4	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa fizyczne	KF_U02 KF_W05	4 4
2F_14_5	zna formalizm matematyczny przydatny przy budowie i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	KF_W06	4

3. Opis modułu	
Opis	<p>W trakcie wykładu student zapoznaje się z następującymi zagadnieniami:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Krystalografia elementarna, Materiały stałe (krystaliczne, polikrystaliczne, amorficzne), Sieć krystaliczna, Struktura krystaliczna, Rodzaje sieci, Komórka elementarna, Typowe struktury krystaliczne, Sieci Bravais.</li> <li>2. Dyfrakcja, warunki dyfrakcji, prawo Bragga, sieci odwrotne, odwrotność wektorów sieci, strefy Brillouina, współczynnik struktury, płaszczyzny sieci, wskaźniki Millera.</li> <li>3. Dynamika kryształów, drgania sieciowe kryształów 1D i 3D, fonony, pojemność cieplna drgań sieci, efekty anharmoniczne, przewodnictwo cieplne przez fonony, modele pojemności cieplnej (Einstein, Debye).</li> <li>4. Siły międzyatomowe, rodzaje wiązań w kryształach, jonowe, kowalencyjne, metaliczne, Van der Waalsa, wodór.</li> <li>5. Elektony swobodne, Gaz Fermiego, Statystyka Fermiego-Diraca, Energia Fermiego, Gaz elektronowy w <math>T = 0</math> i <math>T &gt; 0</math>, Energia całkowita gazu elektronów N, Pojemność cieplna elektronowa.</li> <li>6. Teoria pasmowa ciał stałych, Elektrony w potencjale okresowym, Pasma i przerwy energetyczne, Elektrony słabo i silnie związane, Przewodniki,</li> </ol>

	<p>Izolatory, Półprzewodniki.</p> <p>7. Elektron w kryształach pod wpływem siły zewnętrznej, Masa efektywna elektronu, Widmo energetyczne elektronów krystalicznych w zewnętrznym polu magnetycznym, Poziomy Landaua.</p> <p>8. Zjawiska transportu, Przewodnictwo elektryczne i ciepłe w ciałach stałych, Prawo Wiedemanna-Franza, Efekty termoelektryczne i galwanomagnetyczne,</p> <p>11. Właściwości magnetyczne ciał stałych, Diamagnetyzm, Paramagnetyzm, Ferro i antyferromagnetyzm, Atomistyczny opis momentów magnetycznych, Spin i moment orbitalny, Sprzężenie spin-orbita, Sprzężenie Russella-Saundersa, pierwiastki 3d i 4f, Rodzaje oddziaływań magnetycznych.</p> <p>12. Rezonans magnetyczny (ESR, NMR)</p> <p>13. Nanokrystaliczne ciała stałe</p>
<b>Wymagania wstępne</b>	Ukończony kurs wprowadzający z mechaniki kwantowej, znajomość podstaw analizy matematycznej i algebry

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_14_w_1	test/kolokwium	2 razy w semestrze; skala ocen 2-5. Ocena końcowa z zajęć konwersatoryjnych będzie w dużej mierze oparta na wynikach testu/kolokwium.	2F_14_1, 2F_14_2, 2F_14_3, 2F_14_4
2F_14_w_2	aktywność na zajęciach	Rozwiązywanie postawionych wcześniej problemów i zadań. Wykonywanie obliczeń analitycznych pojawiających się podczas zajęć przy tablicy.	2F_14_1, 2F_14_2, 2F_14_3, 2F_14_4
2F_14_w_3	egzamin ustny	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń konwersatoryjnych; zakres materiału - wszystkie zagadnienia poruszane na wykładach; skala ocen 2-5;	2F_14_3, 2F_14_4, 2F_14_5

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_14_fs_1	wykład	Omówienie przez prowadzącego zagadnień będących tematem wykładu	25	Przyswojenie notatek z wykładu, studiowanie polecanej literatury	60	2F_14_w_3
2F_14_fs_2	konwersatorium	Rozwiązywanie zadań przy tablicy	25	Rozwiązywanie zadań zleconych przez prowadzącego konwersatorium	60	2F_14_w_1, 2F_14_w_2

1.	<b>Nazwa kierunku</b>	<b>fizyka</b>
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Specialized Lecture (e-learning)

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.18

**1. Liczba punktów ECTS:** 3

<b>2. Zakładane efekty uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się kierunku</b>	<b>stopień realizacji (skala 1-5)</b>
2F_BP.18_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej, doświadczalnej i stosowanej	KF_W02	4
2F_BP.18_2	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa fizyczne	KF_W05	3
2F_BP.18_3	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; zna podstawowe czasopisma naukowe z fizyki; potrafi integrować pozyskane informacje i dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	KF_U12	5
2F_BP.18_4	potrafi precyzyjnie formułować pytania służące pogłębianiu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania	KF_K02	3
2F_BP.18_5	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy z fizyki	KF_K04	5

<b>3. Opis modułu</b>	
<b>Opis</b>	Kurs ma na celu poszerzenie wiedzy studentów o najnowszych osiągnięciach w fizyce i poznanie aktualnych trendów badawczych. Wykład obejmie najważniejsze, nowe osiągnięcia w fizyce teoretycznej, fizyce doświadczalnej, aparaturze, metodach symulacji i fizyce stosowanej. Zestaw przedmiotów do wyboru obejmie fizykę teoretyczną, fizykę atomową i molekularną, fizykę ciała stałego, astrofizykę, fizykę cząstek elementarnych i fizykę jądrową oraz ich zastosowania. Tematy wykładu będą proponowane corocznie do zatwierdzenia przez radę dydaktyczną fizyki.
<b>Wymagania wstępne</b>	Brak wymagań

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_BP.18_w_1	Zaliczenie	Weryfikacja zgodnie z wymaganiami określonymi w sylabusie.	2F_BP.18_1, 2F_BP.18_2, 2F_BP.18_3, 2F_BP.18_4, 2F_BP.18_5

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.18_fs_1	wykład	Treść wykładu przedstawiona w formie ustnej popartej wizualizacją (prezentacja multimedialna). Skupienie się na materiale trudnym koncepcyjnie i wskazaniu źródeł. Zilustrowanie treści przykładami.	30	Zapoznanie się z tematyką wykładu z wykorzystaniem istniejących metod: podręczników, skryptów, stron internetowych itp. Przygotowanie do zaliczenia w zależności od przyjętej formy.	50	2F_BP.18_w_1

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Statistical Physics

**Kod modułu:** W4-2F-21-BP.02

**1. Liczba punktów ECTS:** 5

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_BP.02_1	Rozumie fundamentalne znaczenie fizyki statystycznej dla zrozumienia zjawisk fizycznych	KF_W01	4
2F_BP.02_2	Posiada pogłębioną wiedzę o opisie statystycznym zjawisk fizyki doświadczalnej	KF_W02	3
2F_BP.02_3	Posiada pogłębioną wiedzę z fizyki statystycznej rozumie jej związek z mechaniką kwantową	KF_W02	5
2F_BP.02_4	Zna opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli statystycznych	KF_W05	3
2F_BP.02_5	Potrafi zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizyki statystycznej o średnim stopniu złożoności	KF_U03	3
2F_BP.02_6	Potrafi użyć formalizmu matematycznego do budowy i analizy modeli fizyki statystycznej	KF_U09	3
2F_BP.02_7	Potrafi na bazie fizyki statystycznej integrować pozyskane informacje i dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	KF_U12	4
2F_BP.02_8	Potrafi na bazie fizyki statystycznej opisywać zjawiska z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W04	2

3. Opis modułu	
Opis	Kurs stanowi wprowadzenie do mechaniki statystycznej z elementami termodynamiki. Omawiane będą rozkłady prawdopodobieństwa, elementy promieniowania ciała doskonale czarnego, prawa termodynamiki, przejścia fazowe, zespoły mikro- i wielkkanoniczne, statystyka gazów klasycznych i kwantowych, zdegenerowane stany fermionowe i bozonowe materii.
Wymagania wstępne	Podstawowa znajomość mechaniki kwantowej i teorii prawdopodobieństwa.

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
2F_BP.02_w_1	Kolokwium	Weryfikacja wiedzy i umiejętności rozwiązywania zadań i problemów z omawianych tematów.	2F_BP.02_2, 2F_BP.02_3, 2F_BP.02_4, 2F_BP.02_5,

			2F_BP.02_6, 2F_BP.02_7, 2F_BP.02_8
2F_BP.02_w_2	Aktywność na zajęciach	Ocena pracy studenta na podstawie rozwiązywania zadań zadanych przez prowadzącego, udział w dyskusjach.	2F_BP.02_1, 2F_BP.02_2, 2F_BP.02_3, 2F_BP.02_4, 2F_BP.02_5, 2F_BP.02_6, 2F_BP.02_7, 2F_BP.02_8
2F_BP.02_w_3	Egzamin	Weryfikacja wiedzy na podstawie treści wykładów, zajęć dyskusyjnych oraz wskazanej w literaturze programowej. Aby przystąpić do egzaminu, studenci muszą zaliczyć konwersatorium.	2F_BP.02_1, 2F_BP.02_2, 2F_BP.02_3, 2F_BP.02_4, 2F_BP.02_5, 2F_BP.02_6, 2F_BP.02_7, 2F_BP.02_8

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
2F_BP.02_fs_1	wykład	Wykład na wybrane tematy z wykorzystaniem pomocy audiowizualnej.	20	Indywidualne przyswajanie wiedzy na podstawie notatek i literatury wskazanej na wykładzie.	40	2F_BP.02_w_3
2F_BP.02_fs_2	konwersatorium	Rozwiązywanie zadań obliczeniowych na tablicy: analiza, wybór metody, wykonywanie obliczeń i dyskusja wyników; wyprowadzenie niektórych wzorów i omówienie wybranych przykładów wskazanych na wykładach, dyskusja. Możliwość wykorzystania komputerów do rozwiązywania konkretnych problemów.	20	Asymilacja wiedzy z wykładów. Teoretyczne przygotowanie do zajęć. Samodzielne rozwiązywanie zadań z zestawu ćwiczeń wskazanych przez prowadzącego.	40	2F_BP.02_w_1, 2F_BP.02_w_2

1.	Nazwa kierunku	fizyka
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia drugiego stopnia
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

**Moduł kształcenia:** Statistical Physics

**Kod modułu:** W4-2F-22-13

**1. Liczba punktów ECTS:** 4

**2. Zakładane efekty uczenia się modułu**

kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
2F_13_1	Rozumie fundamentalne znaczenie fizyki statystycznej dla zrozumienia zjawisk fizycznych;	KF_W01	4
2F_13_2	Posiada pogłębioną wiedzę o opisie statystycznym zjawisk fizyki doświadczalnej;	KF_W02	3
2F_13_3	Posiada pogłębioną wiedzę z fizyki statystycznej rozumie jej związek z mechaniką kwantową;	KF_W03	5
2F_13_4	Zna opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli statystycznych;	KF_W05	3
2F_13_5	Potrafi, na gruncie fizyki statystycznej, wyjaśnić procesy fizyczne zachodzące w otaczającym go świecie;	KF_U03	4
2F_13_6	Potrafi użyć formalizmu matematycznego do budowy i analizy modeli fizyki statystycznej	KF_U09	3
2F_13_7	Potrafi na bazie fizyki statystycznej integrować pozyskane informacje i dokonywać ich interpretacji, wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	KF_U12	4

**3. Opis modułu**

<b>Opis</b>	<p>Podczas wykładu student zapozna się z następującymi zagadnieniami:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Układy termodynamiczne, parametry termodynamiczne, równanie stanu, stany równowagi, potencjały termodynamiczne,</li> <li>• Praca i ciepło; Gaz doskonały, zero, pierwsza, druga i trzecia zasada termodynamiki, ciepło i entropia, twierdzenie Clausiusa,</li> <li>• Procesy termodynamiczne, cykl Carnota, warunki stabilności,</li> <li>• Prawdopodobieństwo i częstotliwość, Prawdopodobieństwo połączonych zdarzeń, Zmienna losowa, Wartości oczekiwane, Transformacja zmiennych,</li> <li>• Główne pliki PDF, dystrybucje wielowymiarowe,</li> <li>• Statystyczna definicja entropii, liczba mikrostanów,</li> <li>• Twierdzenie Liouville'a , Zespół mikrokanoniczny, Zespół kanoniczny,</li> <li>• Funkcja podziału, dowód, że entropia statystyczna jest równa entropii termodynamicznej,</li> <li>• twierdzenia o wiralach i ekwipartycjach,</li> <li>• Zastosowania zespołu kanonicznego: oscylatory kwantowe, zespół makrokanoniczny,</li> <li>• Operatory gęstości, zespoły kwantowe, symetria wielocząstkowych funkcji falowych,</li> </ul>
-------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idealne systemy kwantowe, gaz Bose, gaz fotonowy, fonony,</li> <li>• gaz Fermiego, relatywistyczne fermiony,</li> <li>• Ogólne właściwości przemian fazowych, Gaz z oddziałującymi cząstkami, Wykładniki krytyczne, funkcje korelacji.</li> </ul>
<b>Wymagania wstępne</b>	Podstawowa wiedza z mechaniki kwantowej i teorii prawdopodobieństwa

<b>4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu</b>			
<b>kod</b>	<b>nazwa (typ)</b>	<b>opis</b>	<b>efekty uczenia się modułu</b>
2F_13_w_1	test/kolokwium	dwa razy w semestrze; termin kolokwium podany do wiadomości studentów dwa tygodnie wcześniej; zadania podobnego typu do zadań rozwiązywanych na konwersatorium; skala ocen 2-5;	2F_13_2, 2F_13_3, 2F_13_4, 2F_13_5, 2F_13_6, 2F_13_7
2F_13_w_2	aktywność na zajęciach	rozwiązywanie zadania - odpowiedź ustna; udział w dyskusji; skala ocen 2-5; ocena końcowa równa średniej ocen częściowych	2F_13_1, 2F_13_2, 2F_13_3, 2F_13_4, 2F_13_5, 2F_13_6, 2F_13_7
2F_13_w_3	egzamin pisemny lub ustny	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie konwersatorium; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5;	2F_13_1, 2F_13_2, 2F_13_3, 2F_13_4, 2F_13_5, 2F_13_6, 2F_13_7

<b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b>						
<b>kod</b>	<b>rodzaj prowadzonych zajęć</b>			<b>praca własna studenta</b>		<b>sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
	<b>nazwa</b>	<b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>	<b>liczba godzin</b>	<b>opis</b>	<b>liczba godzin</b>	
2F_13_fs_1	wykład	wykład na wybrane zagadnienia z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	20	praca z podręcznikiem, lektura uzupełniająca	70	2F_13_w_3
2F_13_fs_2	konwersatorium	rozwiązywanie zadań na tablicy: analiza, dobór metod, obliczanie i dyskusja wyników; wyprowadzenie niektórych wzorów i omówienie wybranych przykładów sygnalizowanych na wykładach, dyskusja; możliwość wykorzystania komputerów	20	zdobycie wiedzy z wykładów; praca z podręcznikiem i zestawami zadań;	50	2F_13_w_1, 2F_13_w_2