

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Advanced English Language Course

Module code: 0305-2F-13-114

1. Number of the ECTS credits: 2

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 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. Module description	
Description	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.
Prerequisites	Zalecana znajomość języka obcego zdobyta na dotychczasowych etapach kształcenia

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
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. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_114_fs_1	practical classes	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. Przystawianie 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. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Advanced English Language Course

Module code: 0305-2F-13-English

1. Number of the ECTS credits: 2

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_English_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_U13 KF_U19	5 5
2F_English_2	Formułuje jasne i przejrzyste wypowiedzi ustne i pisemne posługując się regułami organizacji wypowiedzi i odpowiednim rejestrem	KF_U13 KF_U16 KF_U19	5 5 5
2F_English_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_English_4	Wyszukuje, wybiera, analizuje, ocenia, klasyfikuje informacje z wykorzystaniem różnych źródeł i sposobów	KF_U12 KF_U19	5 5
2F_English_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. Module description	
Description	Moduł ma na celu rozwijanie komunikacyjnych kompetencji językowych w zakresie działań językowych (czytanie, słuchanie, mówienie, pisanie, interakcja) z uwzględnieniem niezbędnych strategii językowych. Moduł zawiera elementy kształcenia w zakresie języka specjalistycznego z dziedziny przedmiotu. Moduł rozwija umiejętność samodzielnego uczenia się, zdobywania wiedzy oraz pracy w zespole i skutecznego porozumiewania się z otoczeniem.
Prerequisites	Zalecana znajomość języka obcego zdobyta na dotychczasowych etapach kształcenia

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_English_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_English_1, 2F_English_2, 2F_English_3, 2F_English_4, 2F_English_5

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_English_fs_1	discussion classes	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.	20	2F_English_w_1

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Fizyka fazy skondensowanej

Module code: 0305-2F-12-14

1. Number of the ECTS credits: 5

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_14_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_U01 KF_W02	3 3
2F_14_2	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	4
2F_14_3	ma 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 w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	KF_W06	4

3. Module description

Description	<p>Podczas wykładu student poznaje następujące zagadnienia: Kwantowo mechaniczny opis stanów elektronowych w ciele stałym, twierdzenie Blocha, pęd elektronu w ciele stałym, identyczność elektronów, jej konsekwencje, formalizm drugiego kwantowania. Kohezja jej opis w dla najprostszycy układów.</p> <p>Proste układy wielociałowe opisywane w formalizmie drugiego kwantowania (układ dwupoziomowy, z różną liczbą elektronów). Ogólna postać Hamiltonianu opisującego własności elektronów w ciele stałym, jego połowa postać, przydatne bazy jednocząstkowe użyteczne przy zapisie ogólnej postaci Hamiltonianu, jednocząstkowa baza Blocha, Wanniera. Transformacja unitarna wiążąca obie te bazy. Najprostsza postać wielopasmowa Hamiltonianu dla elektronów w ciele stałym, przybliżenie swobodnych elektronów, przybliżenie ciasnego wiązania (TBA-tight iniding approximations), energia kohezji.</p>
--------------------	---

	<p>Teoria liniowej reakcji Kubo na zewnętrzne zaburzenie w układzie wielu ciał, uogólnione podatności na zewnętrzne zaburzenie elektryczne i magnetyczne.</p> <p>Prąd elektryczny w układzie w stanie bliskim stanowi równowagi, konstrukcja operatora prądu, tensor przewodnictwa elektrycznego, prawo Ohma. Przegląd najważniejszych, modelowych Hamiltonianów mających zastosowanie do ciała stałego (modele Hubbarda, Andersona, s-f, sieci Kondo, Isinga, Heisenberga), interpretacja parametrów w tych modelach.</p> <p>Najprostsze przybliżenia wielociałowe (przybliżenie pola molekularnego) stosowane do tych modeli, ich rezultaty i ich weryfikacja eksperymentalna.</p> <p>Teoria funkcjonału gęstości DFT-(Density Functional Theory) – podstawy, znaczenie jednocząstkowej gęstości stanów, układy fermionowe.</p> <p>Stany elektronowe w przybliżeniach zastosowanych do DFT dla ciał stałych, ich fizyczna interpretacja i weryfikacja eksperymentalna..</p> <p>Elementarna teoria fotoemisji z powierzchni ciała stałego, wyrażenie prądu fotoemisji przez gęstości spektralne efekty wielociałowe,.</p> <p>Uogólnienia teorii funkcjonału gęstości, TDFT (time dependent DFT), współczesne zastosowania</p>
	Egzamin obowiązkowy
Prerequisites	Ukończony wstępny kurs mechaniki kwantowej, znajomość podstaw analizy matematycznej i algebry

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_14_w_1	kolokwium	2 razy w semestrze; skala ocen 2-5. Ocena końcowa z konwersatorium oparta będzie znacznym stopniu na wynikach kolokwium.	2F_14_1, 2F_14_2, 2F_14_3, 2F_14_4
2F_14_w_2	aktywność na zajęciach	Rozwiązywanie wcześniej postawionych problemów, zadań. Wykonywanie przy tablicy analitycznych obliczeń pojawiających się w trakcie zajęć.	2F_14_1, 2F_14_2, 2F_14_3, 2F_14_4
2F_14_w_3	egzamin ustny	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie konwersatorium; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5;	2F_14_3, 2F_14_4, 2F_14_5

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_14_fs_1	lecture	Omówienie przez wykładowcę zagadnień będących tematem wykładu	25	Zapoznanie się z notatkami z wykładów, studiowanie zalecanej literatury	40	2F_14_w_1, 2F_14_w_3
2F_14_fs_2	discussion classes	Rozwiązywanie zadań przy tablicy	25	Rozwiązywanie zadań zadanych przez prowadzącego konwersatorium	40	2F_14_w_1, 2F_14_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Fizyka kwantowa

Module code: 0305-2F-17-12

1. Number of the ECTS credits: 5

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_12_1	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	4
2F_12_2	potrafi użyć formalizmu matematycznego do budowy i analizy modeli fizycznych	KF_U09	4
2F_12_3	na gruncie zdobytej wiedzy i przeprowadzonych badań potrafi opisać mikro i makroskopowe 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	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	3

3. Module description

Description	<p>Podczas wykładu student poznaje następujące zagadnienia:</p> <ul style="list-style-type: none"> kwantowy oscylator harmoniczny ◦operatory kreacji i anihilacji, widmo energetyczne, stany podstawowy i wzbudzone, wyrazy anharmoniczne jednowymiarowy układ sprzężonych oscylatorów ◦widmo wzbudzeń, fonony rachunek zaburzeń Rayleigh'a-Schrödingera oraz Wignera-Brillouina Złota Reguła Fermiego przybliżenie „natychmiastowe” formalizm drugiego kwantowania ◦nierozróżnialność cząstek, bozony i fermiony, operatory pola, wielocząstkowe funkcje falowe, wyznacznik Slatera operator Hamiltona, macierz gęstości kwantowe zespoły statystyczne
--------------------	--

	<p>przybliżenie ciasnego wiązania, model Hubbarda funkcje Greena kondensacja Bosego-Einsteina nadprzewodnictwo i nadciekłość</p> <p>Podczas zajęć konwersatoryjnych student: opanowuje techniki wykonywania obliczeń z wykorzystaniem operatorów kreacji i anihilacji oblicza własności pojedynczego oscylatora oraz liniowego układu sprzężonych oscylatorów uczy się stosować złotą regułę Fermiego do wyznaczenia reakcji układu na zaburzenie uczy się opisywać zjawiska fizyczne w języku drugiego kwantowania uczy się operować wielocząstkowymi funkcjami falowymi uczy się posługiwać się funkcjami Greena wyznacza własności układów nadprzewodzących i nadciekłych</p> <p>Egzamin obowiązkowy</p>
Prerequisites	Ukończony wstępny kurs mechaniki kwantowej, znajomość podstaw analizy matematycznej i algebry

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_12_w_1	kolokwium	3 razy w semestrze; skala ocen 2-5. Ocena końcowa z konwersatorium oparta w znacznym stopniu na wynikach kolokwium.	2F_12_1, 2F_12_2, 2F_12_3, 2F_12_4, 2F_12_5
2F_12_w_2	aktywność na zajęciach	Rozwiązywanie wcześniej postawionych problemów. Wykonywanie przy tablicy obliczeń pojawiających się w trakcie zajęć.	2F_12_2, 2F_12_3
2F_12_w_3	egzamin pisemny	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie konwersatorium; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5;	2F_12_1, 2F_12_2, 2F_12_3, 2F_12_4, 2F_12_5

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_12_fs_1	lecture	Omówienie przez wykładowcę zagadnień będących tematem wykładu	30	Zapoznanie się z notatkami z wykładów, studiowanie zalecanej literatury	40	2F_12_w_1, 2F_12_w_3
2F_12_fs_2	discussion classes	Rozwiązywanie zadań przy tablicy	20	Rozwiązywanie zadań zadanych przez prowadzącego konwersatorium	45	2F_12_w_1, 2F_12_w_2, 2F_12_w_3

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Fizyka materiałów magnetycznych

Module code: 0305-2F-12-19

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_19_1	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fazy skondensowanej	KF_W04	4
2F_19_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_19_2	ma pogłębioną wiedzę z teorii magnetyzmu oraz zna sposoby doświadczalnego badania własności magnetycznych	KF_W02 KF_W05	5 5
2F_19_3	zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej wykorzystywanej w badaniach magnetycznych	KF_W08	5
2F_19_4	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej używanej do badań własności magnetycznych	KF_U04	5
2F_19_5	potrafi planować i przeprowadzić różnego typu pomiary magnetyczne	KF_U05	5
2F_19_6	potrafi wybrać właściwą metodę pomiarową do badania określonych własności magnetycznych	KF_U06	5
2F_19_7	potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników pomiarów	KF_U07	4
2F_19_8	potrafi przedyskutować błędy pomiarowe, ustalić ich źródła i ocenić konsekwencje	KF_U08	4
2F_19_9	na gruncie zdobytej wiedzy i przeprowadzonych badań potrafi opisać mikro i makroskopowe magnetyczne właściwości materii	KF_U10	4

3. Module description

Description	Na wykładzie student zapoznaje się z takimi zagadnieniami jak: <ul style="list-style-type: none"> •magnetyzm atomów i jonów, magnetyczne oddziaływania wymienne, uporządkowane struktury magnetyczne, magnetyzm w układach amorficznych
--------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> •magnetyzm w układach zawierających ziemie rzadkie i metale przejściowe typu 3d •modele magnetyzmu w układach zawierających pierwiastki magnetyczne 4f oraz 3d •własności magnetyczne materiałów, a ich struktura elektronowa •przewodnictwo elektryczne materiałów magnetycznych, rozpraszanie elektronów przewodnictwa na spinach magnetycznych, wpływ oddziaływań na przewodnictwo w materiałach magnetycznych •postęp i przyszłość materiałów magnetycznych, nowe materiały magnetyczne miękkie i twarde •materiały magnetomechaniczne, kolosalna magnetostrykcja, materiały z pamięcią kształtu •materiały magneto-elektroniczne, materiały magnetokaloryczne •eksperymentalne metody badania własności magnetycznych substancji <p>Na zajęciach konwersatoryjnych studenci uczestniczą w dyskusji problemów przedstawianych na wykładzie. Na pięciu dwugodzinnych spotkaniach omawiane są szczegółowo zagadnienia dotyczące magnetyzmu w różnego rodzaju materiałach magnetycznych, przedstawiane są aktualne dane literaturowe na ten temat. Na początku zajęć podaje się studentom do wiadomości zakres zagadnień do dyskusji na konwersatoriach. O końcowej ocenie z konwersatorium decyduje aktywność na zajęciach.</p> <p>Na zajęciach laboratoryjnych studenci pod kierunkiem prowadzącego wykonują eksperymenty. Wykorzystując takie urządzenia jak: waga magnetyczna, zestaw do badania zmiennoprądowej podatności magnetycznej, magnetometr SQUID badają własności różnych substancji magnetycznych, w różnych zakresach temperatur oraz pól magnetycznych. Na zajęciach omawiane są takie problemy jak dobór metody badawczej pod kątem uzyskania pożądanego wyniku jak również warunków (temperatura, pole magnetyczne), w którym ma przebiegać eksperyment. Przed zajęciami studentom podaje się do wiadomości z jakich metod badawczymi będą korzystali. Po wykonaniu eksperymentu student przedstawia prowadzącemu sprawozdanie zawierające wprowadzenie teoretyczne do danego problemu, przyjętą metodologię, opis badania, analizę i dyskusję wyników oraz i ich znaczenie na tle podobnych badań.</p>
Prerequisites	znajomość fizyki ogólnej oraz mechaniki kwantowej na poziomie średniozaawansowanym

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_19_w_1	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na konwersatorium; skala ocen: 2-5	2F_19_2, 2F_19_9
2F_19_w_2	egzamin ustny	Egzamin obowiązkowy, skala ocen: 2-5 Zakres materiału obejmuje zagadnienia omawiane na wykładach	2F_19_1, 2F_19_2, 2F_19_3, 2F_19_4, 2F_19_6, 2F_19_9
2F_19_w_3	sprawozdanie	Z każdego wykonanego eksperymentu obowiązkowe sprawozdanie zawierające wprowadzenie teoretyczne do danego problemu, przyjętą metodologię, opis badania, analizę i dyskusję wyników oraz i ich znaczenie na tle podobnych badań	2F_19_10, 2F_19_2, 2F_19_3, 2F_19_4, 2F_19_5, 2F_19_6, 2F_19_7, 2F_19_8, 2F_19_9

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_19_fs_1	lecture	Omawianie zagadnień z wykorzystaniem prezentacji komputerowych	10	analiza notatek z wykładu; praca z podręcznikami oraz inną literaturą fachową	15	2F_19_w_2
2F_19_fs_2	discussion classes	Dyskusja problemów przedstawianych na	10	analiza notatek z wykładu; praca z	15	2F_19_w_1

		wykładzie		podręcznikami oraz inną literaturą fachową, w tym artykułami publikowanymi w czasopismach naukowych		
2F_19_fs_3	laboratory classes	Wykonywanie eksperymentów pod kierunkiem prowadzącego	10	przed laboratorium zapoznanie się z literaturą w zakresie teorii oraz techniki wykonywanego eksperymentu. Po wykonaniu badania opracowanie sprawozdania	15	2F_19_w_3

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Fizyka materiałów mezoskopowych

Module code: 0305-2F-12-23

1. Number of the ECTS credits: 6

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_23_1	Rozumie cywilizacyjne znaczenie mezoskopowej i nanoskopowej fizyki i jej zastosowań.	KF_W01	4
2F_23_2	Posiada podstawową wiedzę z fizyki klasycznej i kwantowej.	KF_W03	4
2F_23_3	Umie wyjaśnić na gruncie poznanych praw działanie podstawowych urządzeń wykorzystujących nano- i mezoukłady	KF_W05	5
2F_23_4	Potrafi w sposób zrozumiały przedstawić podstawowe prawa i zasady nano- i mezofizyki.	KF_U01	4
2F_23_5	Umie opisać podstawowe mezo- i nanoskopowe własności materii.	KF_U03	5

3. Module description

Description	<p>Na wykładzie student zapozna się z następującymi zagadnieniami:</p> <p>Podstawowe pojęcia i skale rozmiarowe w Nano- i mezoukładach;</p> <p>Koherencja i interferencja kwantowa.</p> <p>Pierscienie kwantowe, efekt Bohma-Aharonowa,</p> <p>Prądy trwałe w pierścieniach mezoskopowych.</p> <p>Kropki kwantowe i zjawisko blokady Coulomba.</p> <p>Transport w układach Nano- i mezoskopowych.</p> <p>Podstawowe pojęcia w spintronice, zjawisko blokady spinowej.</p> <p>Budowa, relacje dyspersyjne nanorurek węglowych jedno i wielościennych.</p> <p>Podstawowe własności nanorurek węglowych i ich zastosowania w nanoelektronice.</p> <p>Zastosowania Nano- i mezoukładów.</p> <p>Podstawowe pojęcia w kwantowej teorii informacji.</p> <p>Nanoukłady pracujące jako kubity</p>
--------------------	--

	Zjawisko splątania kwantowego i teleportacja stanów kwantowych. Problem dekoherencji. Egzamin obowiązkowy
Prerequisites	Mechanika klasyczna i kwantowa.

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_23_w_1	Kolokwium	Dwa razy w semestrze; terminy kolokwiów podane na początku semestru, Zadania podobnego typu do zadań rozwiązywanych ; , skala ocen 2-5.	2F_23_1, 2F_23_2, 2F_23_4
2F_23_w_2	aktywność na zajęciach	Odpowiedzi ustne, udział w dyskusji, rozwiązywanie zadań, skala ocen 2-5, Ocena końcowa równa średniej ocen końcowych.	2F_23_1, 2F_23_2, 2F_23_3, 2F_23_5
2F_23_w_3	egzamin pisemny	zakres materiału podany w postaci zbioru zagadnień omówionych na wykładach, skala ocen 2-5.	2F_23_1, 2F_23_2, 2F_23_3, 2F_23_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_23_fs_1	lecture	wykład z podstawowych pojęć i wybranych zagadnień z fizyki materiałów mezoskopowych i ich zastosowań	40	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	45	2F_23_w_3
2F_23_fs_2	discussion classes	Rozwiązywanie problemów przy tablicy , dyskusja wyników , omówienie szczegółowe wybranych przykładów	20	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem, rozwiązanie zadań zadanych	30	2F_23_w_1, 2F_23_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Fizyka materiałów półprzewodnikowych

Module code: 0305-2F-17-18

1. Number of the ECTS credits: 4

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_18_1	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W04	4
2F_18_2	zna formalizm matematyczny przydatny w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	KF_W06	3
2F_18_3	potrafi użyć formalizmu matematycznego do budowy i analizy modeli fizycznych	KF_U09	3
2F_18_4	potrafi zastosować zdobytą wiedzę z fizyki do dyskusji problemów z pokrewnych dziedzin i dyscyplin naukowych	KF_U14	4
2F_18_5	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	3

3. Module description

Description	<p>Właściwości elektryczne, optyczne i fotoelektryczne materiałów półprzewodnikowych, determinujące ich zastosowania techniczne. Klasyfikacja materiałów według wielkości ich przewodnictwa elektrycznego i definicja półprzewodnika. Struktura elektronowa półprzewodnika samoistnego i domieszkowanego, Mechanizmy przepływu prądu elektrycznego w półprzewodnikach. Zjawiska kinetyczne w półprzewodnikach: generacja, rekombinacja. Generacja i rekombinacja nierównowagowych nośników ładunku. Właściwości złącza p – n oraz styków (złącz) metal – półprzewodnik. Model złącza Schottkiego. Absorpcja światła i zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne w półprzewodnikach. Powierzchnia półprzewodników. Przykłady wykorzystania materiałów półprzewodnikowych w elektronice i przetwornikach wielkości fizycznych na wielkości elektryczne.</p> <p>Cele: Zapoznanie z podstawami fizyki półprzewodników oraz z różnorodnymi zastosowaniami technicznymi materiałów półprzewodnikowych. Egzamin obowiązkowy</p>
Prerequisites	Znajomość podstaw fizyki ciała stałego.

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_18_w_1	egzamin pisemny lub ustny	zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5	2F_18_1, 2F_18_2, 2F_18_3, 2F_18_4, 2F_18_5
2F_18_w_2	sprawozdanie	Z każdego wykonanego eksperymentu obowiązkowe sprawozdanie zawierające wprowadzenie teoretyczne do danego problemu, przyjętą metodologię, opis badania, analizę i dyskusję wyników oraz i ich znaczenie na tle podobnych badań	2F_18_1, 2F_18_2, 2F_18_3, 2F_18_4, 2F_18_5
2F_18_w_3	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na konwersatorium; skala ocen: 2-5	2F_18_1, 2F_18_2, 2F_18_3, 2F_18_4, 2F_18_5

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_18_fs_1	lecture	wykład wybranych zagadnień z zakresu fizyki półprzewodników z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	10	Lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	20	2F_18_w_1
2F_18_fs_2	discussion classes	rozwiązywanie zadań rachunkowych	10	rozwiązywanie zadań zadanych przez prowadzącego zajęcia; lektura uzupełniająca	20	2F_18_w_3
2F_18_fs_3	laboratory classes	Wykonywanie pomiarów	20	lektura uzupełniająca	20	2F_18_w_2

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Fizyka statystyczna

Module code: 0305-2F-12-13

1. Number of the ECTS credits: 4

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 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. Module description	
Description	Na wykładzie student zapozna się z następującymi zagadnieniami: <ul style="list-style-type: none"> •Temperatura, gaz doskonały, 1-sze prawo termodynamiki, •Kombinatoryka, prawdopodobieństwo i krotności, paramagnetyk 2 stanowy i ciało stałe Einsteina •Entropia, temperatura i 2 i 3 prawa termodynamiki, •Entropia jednoatomowej gazu doskonałego i tożsamości termodynamiczne, •Systemy z ograniczonym spectrum energetycznym, •Idealny i rzeczywisty silnik cieplny (cykl Carnota), •W kierunku zera absolutnego, •Energia swobodna jako siła w kierunku równowagi,

	<ul style="list-style-type: none"> •Energia swobodna jak dostępna praca, •Przejście fazowe w czystej substancji, •Gaz Van der Waalsa, •Statystyka Boltzmana i zespół kanoniczny, •Ciągłe widmo, gęstość stanów, a ekwipartycja, •Wielki zespół kanoniczny, statystyki kwantowej gazu doskonałego, potencjał chemiczny, •Idealny gaz fermionowy i bozonowy, •Zdegenerowane gaz fermionowy i kondensacja Bosego-Einsteina, •Promieniowanie ciała doskonale czarnego.
Prerequisites	Wiedza z podstaw mechaniki kwantowej i teorii prawdopodobieństwa

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_13_w_1	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 cząstkowych	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

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_13_fs_1	lecture	wykład wybranych zagadnień z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych.	20	praca z podręcznikiem, lektura uzupełniająca	30	2F_13_w_3
2F_13_fs_2	discussion classes	rozwiązywanie zadań rachunkowych na tablicy: analiza, wybór metody, przeprowadzenie obliczeń i dyskusja wyników; wyprowadzenie niektórych wzorów i omówienie wybranych przykładów zasygnalizowanych na wykładach, dyskusja; możliwość wykorzystania komputerów	20	przyswojenie wiedzy z wykładów; praca z podręcznikiem i zbiorami zadań;	30	2F_13_w_1, 2F_13_w_2

1. Field of study	Physics	
2. Faculty	Faculty of Science and Technology	
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)	
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies	
5. Degree profile	general academic	
6. Mode of study	full-time	

Module: Humanities science

Module code: 0305-2F-17-PH.eng

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_PH.eng_1	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_PH.eng_2	Posiada pogłębioną umiejętność stawiania i analizowania problemów na podstawie pozyskanych treści z zakresu dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_U18	5
2F_PH.eng_3	Rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy.	KF_K09	5

3. Module description

Description	Celem modułu jest poszerzenie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych studenta o treści spozakierunku studiów
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_PH.eng_w_1	zaliczenie	weryfikacja zgodnie z wymaganiami określonymi w sylabusie	2F_PH.eng_1, 2F_PH.eng_2, 2F_PH.eng_3

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_PH.eng_fs_1	lecture	Podanie treści wykładu w formie werbalnej z wykorzystaniem wizualizacji treści. Skupienie się na materiale trudnym pojęciowo i wskazanie źródeł. Ilustracja treści za pomocą przykładów.	30	Zapoznanie się z tematyką wykładu z wykorzystaniem istniejących pakietów metod: podręczników, skryptów, stron internetowych itp. Przygotowanie się do zaliczenia w zależności od przyjętej formy.	45	2F_PH.eng_w_1

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Laboratorium fizyczne – specjalistyczne cz. 2

Module code: 0305-2F-17-02.2

1. Number of the ECTS credits: 4

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_02_1	posiada pogłębioną wiedzę z fizyki eksperymentalnej opartą o doświadczenie zdobyte przy wykonywaniu pomiarów	KF_W02	4
2F_02_2	wzbogacił wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej i utrwalił znajomość współczesnych metod badawczych	KF_W04	5
2F_02_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_02_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_02_5	potrafi zaplanować i prowadzić różnego typu pomiary i eksperymenty z użyciem specjalistycznej aparatury naukowej	KF_U05	4
2F_02_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_02_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_02_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. Module description

Description	Student w trakcie laboratorium zapozna się ze współczesną aparaturą badawczą i weźmie udział w prowadzonych w poszczególnych zakładach pracach eksperymentalnych. Pod okiem prowadzącego wykona pomiary, a wyniki opracuje i podda analizie. Prace prowadzone będą w zespole, co pozwoli studentowi zapoznać się ze specyfiką zespołowej pracy badawczej. Laboratorium obejmuje:
--------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> - pomiary zespolonej przenikalności elektrycznej izolatorów, - badania widm podczerwonych, Ramana, UV-Vis i widm fluorescencji związków organicznych i nieorganicznych, - pomiary mikroskopowe materiałów za pomocą mikroskopów optycznych, fluorescencyjnych, mikroskopu AFM i STM oraz SEM, - wyznaczanie struktury (dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego) i składu (rentgenowska spektroskopia fluorescencyjna, XPS i SIMMS). - metody wibroakustyczne <p>Każde zajęcia, w poszczególnych laboratoriach, poprzedzone będą wstępem teoretycznym dotyczącym badanych własności materiałów oraz stosowanych technik badawczych (zasada działania, konstrukcja przyrządów, możliwości zastosowań i dokładności pomiarowe). Podstawą zaliczenia zajęć będzie średnia ocen z kolokwium, aktywności na zajęciach i prezentacji sprawozdania; skala ocen: 2-5.</p>
Prerequisites	Student powinien posiadać podstawową wiedzę dotyczącą fizyki atomowej i molekularnej oraz fizyki ciała stałego objętą pierwszym stopniem kształcenia.

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_02_w_1	kolokwium	Wykonywanie pomiarów w pracowniach poprzedzone będzie kolokwium, które sprawdzi wiedzę studenta nabytą w trakcie zajęć wstępnych i w ramach pracy własnej; skala ocen: 2-5 (warunkiem przystąpienia do pracy eksperymentalnej jest ocena pozytywna z kolokwium).	2F_02_1, 2F_02_2, 2F_02_3, 2F_02_4, 2F_02_5
2F_02_w_2	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_02_1, 2F_02_2, 2F_02_3, 2F_02_4, 2F_02_5, 2F_02_6
2F_02_w_3	sprawozdanie	Student zaprezentuje opracowane wyniki badań w postaci sprawozdania, które w formie prezentacji przedstawi na zajęciach. Jakość opracowania, sposób prezentacji i odpowiedzi na pytania kolegów i prowadzącego zostaną ocenione w skali 2-5.	2F_02_1, 2F_02_2, 2F_02_3, 2F_02_4, 2F_02_5, 2F_02_6, 2F_02_7, 2F_02_8

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_02_fs_1	laboratory classes	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	60	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.	60	2F_02_w_1, 2F_02_w_2, 2F_02_w_3

		opracowań pomiarów, dyskusja wyników, ocena jakości sprawozdań.				
--	--	--	--	--	--	--

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Laboratorium fizyczne-specjalistyczne cz. 1

Module code: 0305-2F-17-02.1

1. Number of the ECTS credits: 6

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_02_1	posiada pogłębioną wiedzę z fizyki eksperymentalnej opartą o doświadczenie zdobyte przy wykonywaniu pomiarów	KF_W02	4
2F_02_2	wzbogacił wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej i utrwalił znajomość współczesnych metod badawczych	KF_W04	5
2F_02_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_02_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_02_5	potrafi zaplanować i prowadzić różnego typu pomiary i eksperymenty z użyciem specjalistycznej aparatury naukowej	KF_U05	4
2F_02_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_02_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_02_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. Module description

Description	Student w trakcie laboratorium zapozna się ze współczesną aparaturą badawczą i weźmie udział w prowadzonych w poszczególnych zakładach pracach eksperymentalnych. Pod okiem prowadzącego wykona pomiary, a wyniki opracuje i podda analizie. Prace prowadzone będą w zespole, co pozwoli studentowi zapoznać się ze specyfiką zespołowej pracy badawczej. Laboratorium obejmuje:
--------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> - pomiary zespolonej przenikalności elektrycznej izolatorów, - badania widm podczerwonych, Ramana, UV-Vis i widm fluorescencji związków organicznych i nieorganicznych, - pomiary mikroskopowe materiałów za pomocą mikroskopów optycznych, fluorescencyjnych, mikroskopu AFM i STM oraz SEM, - wyznaczanie struktury (dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego) i składu (rentgenowska spektroskopia fluorescencyjna, XPS i SIMMS). - metody wibroakustyczne <p>Każde zajęcia, w poszczególnych laboratoriach, poprzedzone będą wstępem teoretycznym dotyczącym badanych własności materiałów oraz stosowanych technik badawczych (zasada działania, konstrukcja przyrządów, możliwości zastosowań i dokładności pomiarowe). Podstawą zaliczenia zajęć będzie średnia ocen z kolokwium, aktywności na zajęciach i prezentacji sprawozdania; skala ocen: 2-5.</p>
Prerequisites	Student powinien posiadać podstawową wiedzę dotyczącą fizyki atomowej i molekularnej oraz fizyki ciała stałego objętą pierwszym stopniem kształcenia.

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_02_w_1	kolokwium	Wykonywanie pomiarów w pracowniach poprzedzone będzie kolokwium, które sprawdzi wiedzę studenta nabytą w trakcie zajęć wstępnych i w ramach pracy własnej; skala ocen: 2-5 (warunkiem przystąpienia do pracy eksperymentalnej jest ocena pozytywna z kolokwium).	2F_02_1, 2F_02_2, 2F_02_3, 2F_02_4, 2F_02_5
2F_02_w_2	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_02_1, 2F_02_2, 2F_02_3, 2F_02_4, 2F_02_5, 2F_02_6
2F_02_w_3	sprawozdanie	Student zaprezentuje opracowane wyniki badań w postaci sprawozdania, które w formie prezentacji przedstawi na zajęciach. Jakość opracowania, sposób prezentacji i odpowiedzi na pytania kolegów i prowadzącego zostaną ocenione w skali 2-5.	2F_02_1, 2F_02_2, 2F_02_3, 2F_02_4, 2F_02_5, 2F_02_6, 2F_02_7, 2F_02_8

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_02_fs_1	laboratory classes	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	60	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.	60	2F_02_w_1, 2F_02_w_2, 2F_02_w_3

		opracowań pomiarów, dyskusja wyników, ocena jakości sprawozdań.				
--	--	--	--	--	--	--

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Laboratory of Physics

Module code: 0305-2F-15-01

1. Number of the ECTS credits: 10

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_01_1	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W04	4
2F_01_2	zna budowę i zasadę działania podstawowej aparatury naukowej	KF_W08	4
2F_01_3	zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy stopniu pozwalającym na samodzielną pracę na stanowisku badawczym lub pomiarowym	KF_W09	5
2F_01_4	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	KF_U02	4
2F_01_5	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	KF_U04	4
2F_01_6	potrafi przedyskutować błędy pomiarowe, ustalić ich źródła i ocenić konsekwencje	KF_U08	4

3. Module description

Description	<p>Student wykonując samodzielnie ćwiczenia nabiera wprawy w posługiwaniu się aparaturą naukowo-badawczą. Potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi oszacować czas i środki potrzebne na realizację zleconego zadania; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniające dotrzymanie terminu</p> <p>Po zakończeniu ćwiczenia student oddaje pisemne sprawozdanie. Dzięki temu uczy się naukowego opracowywania uzyskanych przez siebie wyników pomiarowych</p> <p>Sprawozdanie z ćwiczenia zawiera:</p> <ul style="list-style-type: none"> •krótki opis teorii i metod pomiarowych •schemat aparatury, charakterystykę badanych próbek, szczegółowy opis przebiegu pomiarów •przejrzysty przebieg obliczeń •zestawienie wyników obliczeń w formie tabelarycznej i na wykresach •dyskusję dokładności pomiarów
--------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> •analizę statystyczną wyników - porównanie wyników doświadczalnych z wynikami teoretycznymi •literaturę <p>Każdy student wykonuje od 4 do 6 ćwiczeń z zakresu:</p> <ul style="list-style-type: none"> •fizyki jądrowej, •mikroskopii elektronowej i AFM, •badanie właściwości promieniowania rentgenowskiego •metod badawczych stosownych w fizyce ciała stałego •optyki •defektoskopii ultradźwiękowej •fizyki cieczy <p>Na ocenę końcową przy zaliczeniu ćwiczenia wpływają oceny uzyskane za zdanie kolokwium, przebieg ćwiczenia i sprawozdanie</p>
Prerequisites	<p>Student, przystępując do ćwiczeń w II Pracowni Fizycznej, powinien wykazać się dostatecznymi wiadomościami teoretycznymi z zakresu tematu każdego wykonywanego ćwiczenia oraz zapoznać się z metodami pomiaru na podstawie wskazanej literatury. Szczególną uwagę powinien zwrócić na metodę pomiaru stosowaną w danym ćwiczeniu.</p>

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_01_w_1	kolokwium	Warunkiem dopuszczenia do wykonywania każdego ćwiczenia jest zdanie kolokwium z zakresu materiału wskazanego w instrukcji ćwiczenia	2F_01_1, 2F_01_2, 2F_01_3, 2F_01_4, 2F_01_5
2F_01_w_2	aktywność na zajęciach	Ze względu na różny czas konieczny do prawidłowego wykonania ćwiczenia wprowadza się skalę punktową. Za podstawową jednostkę uznaje się jeden dzień ćwiczeniowy. Minimalna liczba punktów niezbędna do uzyskania zaliczenia jest równa liczbie odbytych zajęć w semestrze pomniejszona o dwa.	2F_01_1, 2F_01_2, 2F_01_3, 2F_01_4, 2F_01_5, 2F_01_6
2F_01_w_3	sprawozdanie	Po zakończeniu ćwiczenia student w okresie do dwóch tygodni jest obowiązany oddać stosowne sprawozdanie. Jeżeli tego nie uczyni nie zostanie dopuszczony do wykonywania kolejnego ćwiczenia.	2F_01_1, 2F_01_2, 2F_01_4, 2F_01_5, 2F_01_6

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_01_fs_1	laboratory classes	Samodzielne wykonywanie pomiarów w laboratorium	60	Pogłębianie wiedzy nabytej na wykładach, praca z literaturą zalecaną w instrukcji każdego ćwiczenia. Pisanie sprawozdań.	100	2F_01_w_1, 2F_01_w_2, 2F_01_w_3

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Laboratory of Physics

Module code: 0305-2F-15-01.eng

1. Number of the ECTS credits: 10

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_01.eng_1	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W04	4
2F_01.eng_2	zna budowę i zasadę działania podstawowej aparatury naukowej	KF_W08	4
2F_01.eng_3	zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy stopniu pozwalającym na samodzielną pracę na stanowisku badawczym lub pomiarowym	KF_W09	5
2F_01.eng_4	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	KF_U02	4
2F_01.eng_5	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	KF_U04	4
2F_01.eng_6	potrafi przedyskutować błędy pomiarowe, ustalić ich źródła i ocenić konsekwencje	KF_U08	4

3. Module description

Description	<p>Student wykonując samodzielnie ćwiczenia nabiera wprawy w posługiwaniu się aparaturą naukowo-badawczą. Potrafi pracować indywidualnie i w zespole; potrafi oszacować czas i środki potrzebne na realizację zleconego zadania; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniające dotrzymanie terminu</p> <p>Po zakończeniu ćwiczenia student oddaje pisemne sprawozdanie. Dzięki temu uczy się naukowego opracowywania uzyskanych przez siebie wyników pomiarowych</p> <p>Sprawozdanie z ćwiczenia zawiera:</p> <ul style="list-style-type: none"> •krótki opis teorii i metod pomiarowych •schemat aparatury, charakterystykę badanych próbek, szczegółowy opis przebiegu pomiarów •przejrzysty przebieg obliczeń •zestawienie wyników obliczeń w formie tabelarycznej i na wykresach •dyskusję dokładności pomiarów
--------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> •analizę statystyczną wyników - porównanie wyników doświadczalnych z wynikami teoretycznymi •literaturę <p>Każdy student wykonuje od 4 do 6 ćwiczeń z zakresu:</p> <ul style="list-style-type: none"> •fizyki jądrowej, •mikroskopii elektronowej i AFM, •badanie właściwości promieniowania rentgenowskiego •metod badawczych stosownych w fizyce ciała stałego •optyki •defektoskopii ultradźwiękowej •fizyki cieczy <p>Na ocenę końcową przy zaliczeniu ćwiczenia wpływają oceny uzyskane za zdanie kolokwium, przebieg ćwiczenia i sprawozdanie</p>
Prerequisites	<p>Student, przystępując do ćwiczeń w II Pracowni Fizycznej, powinien wykazać się dostatecznymi wiadomościami teoretycznymi z zakresu tematu każdego wykonywanego ćwiczenia oraz zapoznać się z metodami pomiaru na podstawie wskazanej literatury. Szczególną uwagę powinien zwrócić na metodę pomiaru stosowaną w danym ćwiczeniu.</p>

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_01.eng_w_1	kolokwium	Warunkiem dopuszczenia do wykonywania każdego ćwiczenia jest zdanie kolokwium z zakresu materiału wskazanego w instrukcji ćwiczenia	2F_01.eng_1, 2F_01.eng_2, 2F_01.eng_3, 2F_01.eng_4, 2F_01.eng_5
2F_01.eng_w_2	aktywność na zajęciach	Ze względu na różny czas konieczny do prawidłowego wykonania ćwiczenia wprowadza się skalę punktową. Za podstawową jednostkę uznaje się jeden dzień ćwiczeniowy. Minimalna liczba punktów niezbędna do uzyskania zaliczenia jest równa liczbie odbytych zajęć w semestrze pomniejszona o dwa.	2F_01.eng_1, 2F_01.eng_2, 2F_01.eng_3, 2F_01.eng_4, 2F_01.eng_5, 2F_01.eng_6
2F_01.eng_w_3	sprawozdanie	Po zakończeniu ćwiczenia student w okresie do dwóch tygodni jest obowiązany oddać stosowne sprawozdanie. Jeżeli tego nie uczyni nie zostanie dopuszczony do wykonywania kolejnego ćwiczenia	2F_01.eng_1, 2F_01.eng_2, 2F_01.eng_4, 2F_01.eng_5, 2F_01.eng_6

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_01.eng_fs_1	laboratory classes	Samodzielne wykonywanie pomiarów w laboratorium	60	Pogłębianie wiedzy nabytej na wykładach, praca z literaturą zalecaną w instrukcji każdego ćwiczenia. Pisanie sprawozdań.	100	2F_01.eng_w_1, 2F_01.eng_w_2, 2F_01.eng_w_3

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: M. Sc. Thesis Laboratory part I, Preparation of M.Sc Project

Module code: 0305-2F-17-07.1eng

1. Number of the ECTS credits: 8

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_07_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_07_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_07_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_07_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_07_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U07 KF_U09 KF_U10	3 3 3
2F_07_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_07_7	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K05	3

		KF_K07	4
		KF_U15	4
2F_07_8	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01	5
		KF_U17	5

3. Module description	
Description	<p>Na pracowni dyplomowej student:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy, metodyką prowadzenia badań, oraz literaturą fachową •Podejmuje badania pod kątem realizowania tematu pracy dyplomowej •Opracowuje, interpretuje i dyskutuje uzyskane wyniki <p>Praca dyplomowa</p> <ul style="list-style-type: none"> •Przedstawienie w formie pisemnej wyników uzyskanych badań wraz z ich interpretacją
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_07_w_1	Praca dyplomowa	Przygotowanie pracy magisterskiej	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8
2F_07_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie postępów badań i przygotowania pracy	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_07_fs_1	laboratory classes	Praca z promotorem, praca w laboratorium	30	Praca własna nad zagadnieniem Pracy dyplomowej	120	2F_07_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: M. Sc. Thesis Laboratory part II, Preparation of M.Sc Project

Module code: 0305-2F-17-07.2eng

1. Number of the ECTS credits: 11

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_07_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_07_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_07_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_07_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_07_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U07 KF_U09 KF_U10	3 3 3
2F_07_6	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_K05 KF_U11 KF_U12	2 3 3

2F_07_7	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_07_8	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U17	5 5

3. Module description	
Description	<p>Na pracowni dyplomowej student:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy, metodyką prowadzenia badań, oraz literaturą fachową •Podejmuje badania pod kątem realizowania tematu pracy dyplomowej •Opracowuje, interpretuje i dyskutuje uzyskane wyniki <p>Praca dyplomowa</p> <ul style="list-style-type: none"> •Przedstawienie w formie pisemnej wyników uzyskanych badań wraz z ich interpretacją
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_07_w_1	Praca dyplomowa	Przygotowanie pracy magisterskiej	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8
2F_07_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie postępów badań i przygotowania pracy	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_07_fs_1	laboratory classes	Praca z promotorem, praca w laboratorium	30	Praca własna nad zagadnieniami z pracy dyplomowej	120	2F_07_w_1, 2F_07_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: M. Sc. Thesis Laboratory part III, Preparation of M.Sc Project

Module code: 0305-2F-17-07.3eng

1. Number of the ECTS credits: 27

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_07_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_07_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02 KF_W03	3 3
2F_07_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_07_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_07_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U07 KF_U09 KF_U10	3 3 3
2F_07_6	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań, ocenić ich znaczenie na tle innych wyników pozyskanych z literatury, wyciągać wnioski i formułować opinie	KF_K05 KF_U11 KF_U12	2 3 3
2F_07_7	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	4

		KF_U15	4
2F_07_8	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U17	5 5

3. Module description

Description	Na pracowni dyplomowej student: <ul style="list-style-type: none"> •Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy, metodyką prowadzenia badań, oraz literaturą fachową •Podejmuje badania pod kątem realizowania tematu pracy dyplomowej •Opracowuje, interpretuje i dyskutuje uzyskane wyniki Praca dyplomowa <ul style="list-style-type: none"> •Przedstawienie w formie pisemnej wyników uzyskanych badań wraz z ich interpretacją
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_07_w_1	Praca dyplomowa	Przygotowanie pracy magisterskiej	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8
2F_07_w_2	Zaliczenie	Zaliczenie na podstawie postępów badań i przygotowania pracy	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_07_fs_1	laboratory classes	Praca z promotorem, praca w laboratorium	60	Praca własna nad zagadnieniami z pracy dyplomowej	240	2F_07_w_1, 2F_07_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Master's Seminar I

Module code: 0305-2F-17-06.1

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_06_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_06_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_06_3	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_06_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_06_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_K04 KF_U17	5 3 5

3. Module description

Description	W ramach seminarium dyplomowego student: <ul style="list-style-type: none"> •Prezentuje uzyskane wyniki badań, •Przedstawia ich interpretację i formułuje wnioski •Uczestniczy w publicznej dyskusji
--------------------	---

Prerequisites	
----------------------	--

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_06_w_1	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na seminarium, systematyka i rzetelność prowadzonych badań, skala ocen:2-5	2F_06_1, 2F_06_2, 2F_06_3, 2F_06_5
2F_06_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie przygotowanego i wygłoszonego seminarium	2F_06_1, 2F_06_2, 2F_06_3, 2F_06_4, 2F_06_5

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_06_fs_1	seminar	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji	15	Przygotowanie seminarium	45	2F_06_w_1, 2F_06_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Master's Seminar II

Module code: 0305-2F-17-06.2

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_06_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_06_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_06_3	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_06_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_06_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_K04 KF_U17	5 3 5

3. Module description

Description	W ramach seminarium dyplomowego student: <ul style="list-style-type: none"> •Prezentuje uzyskane wyniki badań, •Przedstawia ich interpretację i formułuje wnioski •Uczestniczy w publicznej dyskusji
--------------------	---

Prerequisites	
----------------------	--

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_06_w_1	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na seminarium, systematyka i rzetelność prowadzonych badań, skala ocen:2-5	2F_06_1, 2F_06_2, 2F_06_3, 2F_06_5
2F_06_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie przygotowanego i wygłoszonego seminarium	2F_06_1, 2F_06_2, 2F_06_3, 2F_06_4, 2F_06_5

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_06_fs_1	seminar	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji	15	Przygotowanie seminarium	45	2F_06_w_1, 2F_06_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Master's Seminar III

Module code: 0305-2F-17-06.3

1. Number of the ECTS credits: 1

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_06_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_06_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_06_3	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_06_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_06_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_K04 KF_U17	5 3 5

3. Module description

Description	W ramach seminarium dyplomowego student: <ul style="list-style-type: none"> •Prezentuje uzyskane wyniki badań, •Przedstawia ich interpretację i formułuje wnioski •Uczestniczy w publicznej dyskusji
--------------------	---

Prerequisites	
----------------------	--

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_06_w_1	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na seminarium, systematyka i rzetelność prowadzonych badań, skala ocen:2-5	2F_06_1, 2F_06_2, 2F_06_3, 2F_06_5
2F_06_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie przygotowanego i wygłoszonego seminarium	2F_06_1, 2F_06_2, 2F_06_3, 2F_06_4, 2F_06_5

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_06_fs_1	seminar	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji	15	Przygotowanie seminarium	15	2F_06_w_1, 2F_06_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Master's Seminar IV

Module code: 0305-2F-17-06.4

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_06_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_06_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_06_3	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_06_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_06_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_K04 KF_U17	5 3 5

3. Module description

Description	W ramach seminarium dyplomowego student: <ul style="list-style-type: none"> •Prezentuje uzyskane wyniki badań, •Przedstawia ich interpretację i formułuje wnioski •Uczestniczy w publicznej dyskusji
--------------------	---

Prerequisites	
----------------------	--

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_06_w_1	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na seminarium, systematyka i rzetelność prowadzonych badań, skala ocen:2-5	2F_06_1, 2F_06_2, 2F_06_3, 2F_06_5
2F_06_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie przygotowanego i wygłoszonego seminarium	2F_06_1, 2F_06_2, 2F_06_3, 2F_06_4, 2F_06_5

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_06_fs_1	seminar	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji	15	Przygotowanie seminarium	45	2F_06_w_1, 2F_06_w_2

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Metody matematyczne fizyki

Module code: 0305-2F-17-15

1. Number of the ECTS credits: 5

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_15_1	rozumienie cywilizacyjnego znaczenia rachunku tensorowego w teorii grawitacji i w innych działach fizyki;	KF_U01 KF_W01	4 4
2F_15_2	student posiada dobrą intuicję teoretyczną i praktyczną krzywoliniowych układów (ortogonalnych) i wykonuje w nich rachunki;	KF_U02 KF_W02	4 4
2F_15_3	rozumie znaczenie i potrafi podać przykłady fizyczne zastosowania form różniczkowych w fizyce;	KF_U01 KF_U02	3 3
2F_15_4	rozumie i potrafi wykonać proste rachunki dotyczące symboli Christoffela, przeniesienia równoległego, czy tensora krzywizny na rozmaitościach; potrafi odnieść to do zjawiska klasycznej grawitacji w czasoprzestrzeni;	KF_U03 KF_W05	3 3
2F_15_5	rozumie potrzebę używania narzędzi teorii dystrybucji w różnych działach fizyki - potrafi liczyć transformatę Fouriera, splot, pochodne, granice dystrybucyjne w prostych przypadkach, np. dla delty-Diraca.	KF_U03 KF_W05	3 3
2F_15_6	zna pojęcie grupy Liego i algebry Liego i potrafi podać ich przykłady w teorii pola i innych 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. Module description

Description	Wykład obejmuje spójne i jednolite przedstawienie elementów teorii z uzasadnieniami i wieloma przykładami z następujących tematów: 1. Krzywoliniowe układy odniesienia: wektory i tensory; gradient, dywergencja, rotacja, laplasjan (definicje, ich interpretacja).
--------------------	---

	<p>2. Rozmaitości płaskie i zakrzywione, symbole Christoffela, pochodna kowariantna, przeniesienie równoległe, tensor krzywizny Riemanna, równania Einsteina.</p> <p>3. Operator Hodge'a, formy różniczkowe, pochodna zewnętrzna, równania Maxwella w języku form.</p> <p>4. Elementy teorii dystrybucji: dystrybucje regularne i osobliwe, delta Diraca i wartość główna całki; działania na dystrybucjach; ciągi delto-podobne; delta Diraca $\delta(f(x))$; transformacja Fouriera funkcji i dystrybucji;</p> <p>5. Funkcje Greena równań różniczkowych.</p> <p>6. Grupy i algebry Liego: przykłady i zastosowania w fizyce.</p> <p>Konwersatorium jest poświęcone rozwiązywaniu dodatkowych przykładów i wyjaśnianiu teorii w konkretnych sytuacjach fizycznych. Studenci uczestniczą w wyprowadzeniu i dyskusowaniu 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"> w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy; doskonali umiejętności matematyczne niezbędne do rozwiązywania zadań i problemów z fizyki; podjmuje próby rozwiązania zadań zaproponowanych przez prowadzącego konwersatorium; <p>Egzamin obowiązkowy</p>
Prerequisites	znajomość analizy matematycznej funkcji 1-ej zmiennej i elementów analizy funkcji wielu zmiennych; podstawy rachunku wektorowego w układach Kartezjańskich; pewna elementarna refleksja na temat szczególnej teorii względności Einsteina.

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_15_w_1	kolokwium	dwa razy, lub raz, w semestrze; termin kolokwium podany do wiadomości studentów dwa tygodnie wcześniej; zadania podobnego typu do zadań rozwiązywanych na konwersatorium; skala ocen 2-5;	2F_15_2, 2F_15_3, 2F_15_4, 2F_15_5
2F_15_w_2	aktywność na zajęciach	rozwiązywanie zadania - odpowiedź ustna; udział w dyskusji; skala ocen 2-5; ocena końcowa równa średniej ocen częściowych	2F_15_1, 2F_15_6, 2F_15_7
2F_15_w_3	egzamin pisemny oraz " część ustna"	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie konwersatorium; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5;	2F_15_1, 2F_15_4, 2F_15_5, 2F_15_6

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_15_fs_1	lecture	wykład wybranych zagadnień podstawowych z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	40	2F_15_w_3
2F_15_fs_2	discussion classes	rozwiązywanie zadań przy tablicy	30	lektura uzupełniająca	40	2F_15_w_1, 2F_15_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Metody spektroskopowe

Module code: 0305-2F-13-21

1. Number of the ECTS credits: 4

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_21_1	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	5
2F_21_2	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W04	4
2F_21_3	zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej	KF_W08	4
2F_21_4	na gruncie poznanej wiedzy umie wyjaśnić procesy fizyczne zachodzące w otaczającym go świecie	KF_U03	2
2F_21_5	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	KF_U04	5
2F_21_6	rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy z fizyki		

3. Module description	
Description	Rodzaje spektroskopii, struktura elektronowa atomów i cząsteczek, przejścia elektronowe, oscylacyjne i rotacyjne, reguły wyboru, widma absorpcyjne, spektrometria i spektrometry UV / VIS, analiza jakościowa i ilościowa, spektroskopia fotoelektronów wzbudzanych promieniami rentgenowskimi (XPS) lub ultrafioletem (UPS), spektrometria masowa jonów wtórnych (SIMS, SNMS, ToF SIMS), spektroskopia elektronów Auger'a (AES), zastosowanie spektrometrii do badania nanocząstek i cienkich warstw. Egzamin obowiązkowy
Prerequisites	Wiedza z fizyki i matematyki na poziomie licencjatu z fizyki

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_80_w_1	aktywność na zajęciach	rozwiązywanie problemów, przeprowadzenie obliczeń i dyskusja wyników; wykorzystanie programów komputerowych, skala ocen 2-5	2F_21_1, 2F_21_2, 2F_21_3, 2F_21_4, 2F_21_5, 2F_21_6
2F_80_w_2	sprawozdania	opracowanie wyników pomiarów, dyskusja błędów, skala ocen 2-5	2F_21_1, 2F_21_2, 2F_21_3, 2F_21_4, 2F_21_5, 2F_21_6
2F_80_w_3	egzamin pisemny	Wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach, skala ocen 2-5	2F_21_1, 2F_21_2, 2F_21_3, 2F_21_4, 2F_21_5, 2F_21_6

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_80_fs_1	lecture	Wykład z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	20	Praca z podręcznikiem , lektura uzupełniająca	15	2F_80_w_1, 2F_80_w_3
2F_80_fs_2	laboratory classes	przygotowanie, przeprowadzenie oraz opracowanie wyników pomiarów	10	przygotowanie zagadnień i zadań wskazanych przez prowadzącego,	30	2F_80_w_2, 2F_80_w_3
2F_80_fs_3	discussion classes	omówienie zagadnień podanych na wykładzie oraz będących przedmiotem eksperymentu, dyskusja	10	przygotowanie zagadnień wskazanych przez prowadzącego,	20	2F_80_w_1, 2F_80_w_2, 2F_80_w_3

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Mikrosensory

Module code: 0305-2F-13-25

1. Number of the ECTS credits: 5

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 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. Module description

Description	<p>Nowoczesne technologie mikroelektroniczne umożliwiły wytworzenie wielu rodzajów czujników elektronicznych wykorzystujących specyficzne właściwości materiałów półprzewodnikowych najczęściej wyeksponowane 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.</p> <p>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 mikroczytników</p>
--------------------	--

	<p>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> <ol style="list-style-type: none"> 1.Konstrukcja mikroprocesorowego układu sterującego do obsługi czujników. 2.Programowanie układów serii AT MEGA w języku BASCOM 3.Wykorzystanie wykonanego układu do pomiaru temperatury z wykorzystaniem scalonych czujników. 4.Pomiar ciśnienia półprzewodnikowym czujnikiem KPY32 (Siemens). 5.Pomiar naprężeń półprzewodnikowym czujnikiem tensometrycznym w środowisku LabView. <p>Egzamin obowiązkowy</p>
Prerequisites	Podstawy fizyki ciała stałego , postawy elektroniki.

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
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

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_25_fs_1	lecture	Wykład wybranych zagadnień podstawowych z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	20	Lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	30	2F_25_w_1, 2F_25_w_2
2F_25_fs_2	laboratory classes	Ćwiczenia laboratoryjne	30	Lektura uzupełniająca	30	2F_25_w_1, 2F_25_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Modelowanie numeryczne ciał stałych

Module code: 0305-2F-12-24

1. Number of the ECTS credits: 4

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_24_1	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W04	3
2F_24_2	zna podstawy programowania w zastosowaniach naukowych oraz wybrane algorytmy numeryczne	KF_W07	4
2F_24_3	zna strukturę, zasadę działania i zakres wykorzystania oprogramowania do atomistycznych symulacji komputerowych	KF_W08	4
2F_24_4	potrafi napisać własne implementacje wybranych procedur i funkcji	KF_U02	4
2F_24_5	potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań	KF_U11	4
2F_24_6	umie pracować w grupie; potrafi określić priorytety służące realizacji zadania		
2F_24_7	potrafi podjąć merytoryczną dyskusję nad zagadnieniem	KF_K07	4

3. Module description	
Description	podstawy programowania w zastosowaniach naukowych; podstawowe metody modelowania i symulacji atomistycznych; potencjały analityczne, fitowanie parametrów; metody kwantowomechaniczne; analiza wyników obliczeń egzamin obowiązkowy
Prerequisites	wstęp do fizyki fazy skondensowanej kurs podstaw programowania

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_24_w_1	aktywność na zajęciach	wykonanie ćwiczeń; udział w dyskusji; skala ocen 2-5	2F_24_2, 2F_24_3, 2F_24_4, 2F_24_6, 2F_24_7
2F_24_w_2	sprawozdanie	sprawozdanie z przeprowadzonych ćwiczeń; skala ocen 2-5	2F_24_5
2F_24_w_3	egzamin ustny lub testowy	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie laboratorium; zakres materiału – wszystkie omawiane zagadnienia; skala ocen 2-5	2F_24_1, 2F_24_2, 2F_24_3

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_24_fs_1	lecture	wykład wybranych zagadnień podstawowych z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	10	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	20	2F_24_w_3
2F_24_fs_2	laboratory classes	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	40	2F_24_w_1, 2F_24_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Nanofizyka

Module code: 0305-2F-12-22

1. Number of the ECTS credits: 5

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_22_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_22_2	Posiada pogłębioną wiedzę z fizyki teoretycznej i doświadczalnej dotyczącą nanoukładów,	KF_W02	4
2F_22_3	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, własności nanostruktur wynikających z mechaniki kwantowej	KF_W03 KF_W04	4 4
2F_22_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_22_5	zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej oraz sposoby badania i wytwarzania nanostruktur	KF_W08	4
2F_22_6	na gruncie zdobytej wiedzy umie wyjaśnić działanie aparatury badawczej	KF_U04	4
2F_22_7	Potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i piśmie przedstawić podstawowe własności nanostruktur	KF_U01	5
2F_22_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_22_9	potrafi zastosować zdobytą wiedzę z fizyki do dyskusji problemów z pokrewnych dziedzin i dyscyplin naukowych	KF_U14	4

3. Module description

Description	Na wykładzie student zapozna się z następującymi zagadnieniami: Wprowadzenie do fizyki nanostruktur i nanomaterialów
--------------------	---

- Nanotechnologie i nanomateriały
- Ogólna klasyfikacja nanoukładów
- Metody dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego, elektronów i neutronów
- Dyfrakcja na nieograniczonych przestrzennie obiektach
- Dyfrakcja na obiektach ograniczonych przestrzennie
- Ograniczenia metod dyfrakcyjnych
- Nieuporządkowanie termiczne i statyczne
- Rozpraszanie przez układy strukturalnie nieuporządkowane – funkcja korelacji par atomów – definicje, metody wyznaczania i interpretacja
- Metody analizy nanostruktur -techniki skanujące
- Zjawisko tunelowania w układzie przewodząca igła przewodząca powierzchnia. Standardowy model Tersoffa-Hamanna dla małych i dużych napięć tunelowych
- Podstawy teorii mikroskopii sił atomowych. Stała Hamakerra.
- typy mikroskopów SPM i obszary fizyki chemii biologii, medycyny oraz inżynierii materiałowej w których mikroskopy tego typu znalazły swoje zastosowanie.
- Konstrukcja typowego mikroskopu STM, rozdzielczość, stabilność i ograniczenia w pomiarach prowadzonych techniką STM.
- Podobieństwa i różnice w budowie mikroskopu sił atomowych względem konstrukcji STM.
- Przedstawienie dominującej roli metod mikroskopii sił atomowych we współczesnych badaniach właściwości powierzchni z rozdzielczością atomową.
- Mikroskopia AFM do badań lokalnego przewodnictwa elektrycznego (tzw. metod LC-AFM), wykorzystywana w analizie procesów przełączania rezystywnego w nano-obszarach jako metoda, w której Instytut Fizyki UŚ jest liderem

- Nanoelektronika
- Cienkie warstwy
- Struktura atomowa powierzchni, opis, metody badania
- Wybrane metody wytwarzania cienkich warstw, przykłady badań cienkich warstw
- Układy wielowarstwowe
- Struktura elektronowa w materii o zredukowanych wymiarach
- Badania struktury elektronowej
- Specyfika cienkich warstw metalicznych
- Wybrane własności magnetyczne cienkich warstw

- Własności fizyczne nanoukładów węglowych i ich zastosowania do przetwarzania informacji
- Geometryczne i topologiczne podstawy budowy nanostruktur
- Podstawowe własności nanostruktur węglowych
- Orbitale molekularne i klasyfikacja fulerenów
- Struktura elektronowa fulerenów
- Własności elektryczne i magnetyczne nanorurek
- Prądy trwałe w nanorurkach i nanotorusach
- Grafen i inne nanomateriały węglowe
- Zastosowania nanostruktur
- przetwarzanie informacji - nanoelektronika
- komputer kwantowy, dekoherencja
- Nanomateriały w innych działach gospodarki

Wykład zakończony obowiązkowym egzaminem

Prerequisites

Mechanika klasyczna i kwantowa ,Wstęp do f. atomowej i molekularnej, Wstęp do fizyki fazy skondensowanej

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_22_w_1	egzamin ustny	Zakres materiału podany w postaci zbioru wszystkich zagadnień omówionych na wykładach, skala ocen 2-5. Egzamin obowiązkowy	2F_22_1, 2F_22_2, 2F_22_3, 2F_22_4, 2F_22_5, 2F_22_6, 2F_22_7, 2F_22_8, 2F_22_9

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_22_fs_1	lecture	Wykład wprowadzający podstawowe pojęcia nanofizyki i omawiający bardziej szczegółowo wybrane, ważne przykłady	60	Przyswojenie wiedzy z wykładu, lektura uzupełniająca	50	2F_22_w_1

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Numerical Methods

Module code: 0305-2F-13-11

1. Number of the ECTS credits: 4

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 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. Module description

Description	<p>History of classical and ab initio simulation methods. Inter-atomic interaction potentials. Models of rigid and non-rigid molecules, intra- and inter-molecular interactions.</p> <p>Constructing an intermolecular potential. Isolated and bulk molecular systems (periodic boundary conditions, the nearest image convention, spherical truncation of interaction). Typical shapes of computer simulation box.</p> <p>Deterministic methods of computer simulations: Newtonian equations of motion for atomic systems (centers of molecular masses), methods for solution of ordinary differential equations (the Verlet algorithm, the leap-frog method, the velocity form of the Verlet algorithm, predictor corrector method).</p> <p>4. Molecular dynamics of rigid molecules, description of rotational motion (quaternions), methods for solution of the Euler's equations (the leap-frog and predictor-corrector method), constraint dynamics – SHAKE method, molecular dynamics of hard spheres.</p> <p>5. The initial configuration (positions, orientations and velocities in accordance with the required temperature), elimination of the total momentum, reduced (internal) units, control parameters in the equilibration run, forces, shifted and shifted-force potentials.</p> <p>6. Long-range interactions (Coulomb and dipole interactions), Ewald summation method, errors of summation in the real and reciprocal space – selection of the convergence parameter and cut-off radii in the Ewald method, partial charges in polar molecules.</p> <p>7. Average values and fluctuations, generalized equipartition, simple thermodynamics averages (energy, temperature, pressure), transforming averages between statistical ensembles, the specific heat.</p> <p>8. Structural properties (pair distribution function, structure factor), long-range correction of energy and pressure.</p>
--------------------	---

	<p>9. Time correlation functions and transport coefficients (the diffusion coefficient – the Einstein relation and the velocity correlation function), the diffusion equation in restricted space.</p> <p>10. Molecular dynamics for micro-canonical, canonical (constraint method, velocity scaling, extended system and Berendsen method), isobaric and isobaric-isothermic ensembles.</p> <p>11. Stochastic methods of computer simulations: brownian dynamics, Monte Carlo methods (the Metropolis method, isothermic-isobaric and grand canonical Monte Carlo).</p> <p>12. Basic techniques of ab initio molecular dynamics: Ehrenfest molecular dynamics (EMD), Born-Oppenheimer one (BOMD) and Car-Parinello molecular dynamics (CPMD) (lagrangian and equations of motion). Hellmann-Feynman forces. Comparison of the ab initio molecular dynamics methods.</p> <p>13. Conjunction of CPMD with the density functional theory. Implementation of the CPMD with plane waves. Electrostatic energy, exchange and correlation energy. Optimizing the Kohn-Sham orbitals. Program organization and layout.</p> <p>14. Atoms with plane waves – pseudo-potentials, thermostats and barostats, hybrid quantum/classical molecular dynamics.</p> <p>15. Application of the ab initio molecular dynamics – from materials to biomolecules. Properties from ab initio simulations: electronic structure analyses, infrared spectroscopy, NMR and EPR spectroscopy.</p>
Prerequisites	Umiejętność programowania w dowolnym języku pozwalającym na programowanie proceduralne (zalecany Fortran 90/95 lub C/C++), Znajomość podstaw analizy matematycznej (różniczkowanie i całkowanie) oraz algebry liniowej.

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_11_w_1	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 konwersatorium; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5;	2F_11_1, 2F_11_2, 2F_11_3

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_11_fs_1	lecture	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	Zapoznanie się z materiałami umieszczonymi na platformie e-learningowej oraz notatkami z wykładów; praca z podręcznikiem	30	2F_11_w_1, 2F_11_w_2
2F_11_fs_2	laboratory classes	samodzielne pisanie i uruchamianie programów komputerowych; dyskusja przy tablicy: metod podejścia do konkretnych problemów fizycznych, algorytmizacji zagadnienia i pojawiających się problemów.	30	Rozwiązywanie zadań (pisanie programów) umieszczonych na platformie e-learningowej,	30	2F_11_w_1

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Oddziaływanie promieniowania z materią

Module code: 0305-2F-13-20

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_20_1	Poznał podstawowe pojęcia z krytalografii	KF_W02 KF_W08	3 3
2F_20_2	Zna własności promieniowania rentgenowskiego, jego otrzymywanie i oddziaływania z materią	KF_W02 KF_W08	4 4
2F_20_3	Zna fizyczne podstawy dyfrakcji promieni rentgenowskich na sieci krystalicznej	KF_W02 KF_W08	4 4
2F_20_4	Umie powiązać obraz dyfrakcyjny z budową mikroskopową ciał krystalicznych	KF_W02 KF_W08	4 4
2F_20_5	Zna podstawowe procedury wyznaczania budowy kryształów na podstawie uzyskanych wyników eksperymentalnych	KF_U03 KF_U04 KF_U06 KF_U08 KF_W02 KF_W08	4 4 4 4 4 4
2F_20_6	Umie przeprowadzić pomiary na dyfraktometrach rentgenowskich	KF_U03 KF_U04 KF_U06	4 4 4

		KF_U08	4
		KF_W02	4
		KF_W08	4
2F_20_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. Module description

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

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_20_w_1	kolokwium	Przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia, student musi zdać kolokwium ze znajomości zjawisk fizycznych danego ćwiczenia.	2F_20_6, 2F_20_7
2F_20_w_2	aktywność na zajęciach	Student samodzielnie przeprowadza ćwiczenia, a uzyskane wyniki opracowuje i przedstawia w postaci sprawozdania, raportu	2F_20_6, 2F_20_7
2F_20_w_3	egzamin pisemny lub ustny	Egzamin pisemny z materiału prezentowanego na wykładzie. Zagadnienia do egzaminu podane są na trzy tygodnie przed egzaminem.	2F_20_1, 2F_20_2, 2F_20_3, 2F_20_4, 2F_20_5

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_20_fs_1	lecture	wykład prowadzony z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych,	10	Praca z lekturą uzupełniającą, oraz z notatkami z wykładu	25	2F_20_w_3
2F_20_fs_2	laboratory classes	Wykonanie podstawowych ćwiczeń na dyfrakto-metrze rentgenowskim.	10	Przygotowanie sprawozdania	25	2F_20_w_1, 2F_20_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Optyka klasyczna

Module code: 0305-2F-13-16

1. Number of the ECTS credits: 5

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_16_1	Student ma pogłębioną wiedzę z optyki, zna prawa, wzory, podstawowe pojęcia i terminologię.	KF_W03	5
2F_16_2	Student posiadał poszerzoną wiedzę w zakresie metod eksperymentalnych stosowanych optyce.	KF_W04	4
2F_16_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_16_4	Student zna budowę przyrządów optycznych i ograniczenia pomiarowe wynikające z interferencji i dyfrakcji światła.	KF_W08	2
2F_16_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_16_6	Student umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązania problemów z fizyki z zakresu optyki.	KF_U02	4
2F_16_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_16_8	Student na gruncie zdobytej wiedzy umie opisać obserwowane w otoczeniu zjawiska optyczne.	KF_U10	3

3. Module description	
Description	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

	<p>c)fale i zasada Huygensa 3.Równania Maxwella i równanie fali elektromagnetycznej. 4.Polaryzacja fal 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)interferometry 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 refraktometry, interferometry i spektrometry, oraz laser.</p> <p>Egzamin z przedmiotu jest obowiązkowy</p>
Prerequisites	Student powinien posiadać podstawowa wiedzę fizyki uzyskana w trakcie wykładów z fizyki ogólnej na pierwszym stopniu kształcenia –mechanika, elektryczność i magnetyzm, fizyka atomowa.

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_16_w_1	kolokwium	W ramach konwersatorium przeprowadzone zostaną dwa kolokwia (w połowie i na końcu semestru, termin podany z dwutygodniowym wyprzedzeniem) polegające na rozwiązaniu zadań rachunkowych z wcześniej omówionych zagadnień; skala ocen: 2-5.	2F_16_1, 2F_16_3, 2F_16_4, 2F_16_5, 2F_16_6, 2F_16_8
2F_16_w_2	aktywność na zajęciach	Aktywność studenta w trakcie zajęć laboratoryjnych i konwersatorium (propozycje rozwiązań	

		problemów, udział w dyskusji, jakość przeprowadzonych eksperymentów i pokazów doświadczeń) podlegają ocenie w skali 2-5 (jako średnia z ocen częściowych).	2F_16_1, 2F_16_2, 2F_16_3, 2F_16_4, 2F_16_5, 2F_16_6, 2F_16_7, 2F_16_8
2F_16_w_3	egzamin ustny lub pisemny	Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest uzyskanie zaliczenia z zajęć konserwatoryjnych. 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_16_1, 2F_16_2, 2F_16_3, 2F_16_4, 2F_16_5, 2F_16_6, 2F_16_7, 2F_16_8

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_16_fs_1	lecture	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_16_w_2, 2F_16_w_3
2F_16_fs_2	discussion classes	Zajęcia konserwatoryjne polegają na rozwiązaniu przez studentów zadań i problemów z tematyki wykładu – studenci indywidualnie prezentują rozwiązania, które są szczegółowo omawiane w grupie. Poszczególne osoby prezentacją wybrane zagadnienia stanowiące uzupełnienie problemów podanych na wykładzie; przedstawione materiały są uzupełnienie przez prowadzącego zajęcia i przez słuchaczy.	20	samodzielne rozwiązywanie zadań i problemów fizycznych w oparciu o podręczniki, przygotowanie omówienia wybranych zagadnień i eksperymentów fizycznych	20	2F_16_w_1, 2F_16_w_2, 2F_16_w_3
2F_16_fs_3	laboratory classes	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 zdobyta na zajęciach konwersatoryjnych	10	2F_16_w_1, 2F_16_w_2, 2F_16_w_3

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Optyka nieliniowa

Module code: 0305-2F-17-26

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 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. Module description

Description	Na wykładzie student zapoznaje się z następującymi zagadnieniami: <ul style="list-style-type: none"> • liniowość w optyce • początek ery laserów jako kamień milowy w powstaniu optyki nieliniowej • efekt generacji drugiej harmonicznej ze szczególnym uwzględnieniem zagadnienia dopasowania fazowego • zjawiska samoogniskowania i autolimacji światła
--------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> • mieszanie częstości; parametryczna generacja światła • współczynnik załamania jako funkcja natężenia światła • efekty nieliniowe związane z orientacją molekularną • procesy wymuszonego rozpraszania Ramana i Brillouina Egzamin obowiązkowy
Prerequisites	Wiedza z zakresu podstaw fizyki, mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej, fizyki atomowej i molekularnej oraz z zakresu fizyki ciała stałego

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
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

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_26_fs_1	lecture	wykład wybranych zagadnień z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	20	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	45	2F_26_w_1

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Pracownia fizyczna

Module code: 0305-2F-12-03

1. Number of the ECTS credits: 8

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 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. Module description

Description	Laboratorium będzie się odbywało w ośrodku partnerskim w Niemczech lub we Francji lub w laboratoriach Instytutu Fizyki. Student zapozna się ze współczesną aparaturą badawczą i weźmie udział w pracach eksperymentalnych. Pod okiem prowadzącego wykona pomiary, a wyniki opracuje i podda analizie. Prace prowadzone będą w zespole, co pozwoli studentowi zapoznać się ze specyfiką zespołowej pracy badawczej. Tematyka laboratorium poświęcona będzie wytwarzaniu oraz badaniu właściwości fizycznych nanostruktur. Szczegółowy program badań zależy od
--------------------	--

	tematu pracy dyplomowej i jest uzgadniany z opiekunem/promotorem. Każde zajęcia, w poszczególnych laboratoriach, poprzedzone będą wstępem teoretycznym dotyczącym badanych własności materiałów oraz stosowanych technik badawczych (zasada działania, konstrukcja przyrządów, możliwości zastosowań i dokładności pomiarowe). Podstawą zaliczenia będzie przygotowanie raportu w języku angielskim i przedstawienie pracy przed zespołem naukowym.
Prerequisites	Student powinien posiadać podstawową wiedzę dotyczącą fizyki atomowej i molekularnej oraz fizyki ciała stałego objętą pierwszym stopniem kształcenia.

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
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

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_03_fs_1	laboratory classes	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. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Pracownia magisterska

Module code: 0305-2F-17-10

1. Number of the ECTS credits: 4

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_10.1_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_10.1_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02 KF_W03	3 3
2F_10.1_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_10.1_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 KF_W09	3 3 3 3 3
2F_10.1_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U08 KF_U09 KF_U10	3 3 3
2F_10.1_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_10.1_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_10.1_8	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_10.1_9	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U17	5 5

3. Module description

Description	Na pracowni magisterskiej student: <ul style="list-style-type: none"> •Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy, metodyką prowadzenia badań, oraz literaturą fachową •Podejmuje badania pod kątem realizowania tematu pracy magisterskiej •Opracowuje, interpretuje i dyskutuje uzyskane wyniki
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_10.1_w_1	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie postępów badań i przygotowania pracy	2F_10.1_1, 2F_10.1_2, 2F_10.1_3, 2F_10.1_4, 2F_10.1_5, 2F_10.1_6, 2F_10.1_7, 2F_10.1_8, 2F_10.1_9

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_10.1_fs_1	laboratory classes	Wykonywanie badań pod kierunkiem prowadzącego	100	student zapoznanie się z literaturą. Po wykonaniu badania opracowuje sprawozdania	30	2F_10.1_w_1

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Pracownia magisterska cz. 2; przygotowanie pracy magisterskiej

Module code: 0305-2F-17-07.2

1. Number of the ECTS credits: 10

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_07_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_07_2	KKFMa pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02 KF_W03	3 3
2F_07_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_07_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_07_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U07 KF_U09 KF_U10	3 3 3
2F_07_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_07_7	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4

2F_07_8	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01	5
		KF_U17	5

3. Module description

Description	Na pracowni dyplomowej student: <ul style="list-style-type: none"> •Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy, metodyką prowadzenia badań, oraz literaturą fachową •Podejmuje badania pod kątem realizowania tematu pracy dyplomowej •Opracowuje, interpretuje i dyskutuje uzyskane wyniki Praca dyplomowa <ul style="list-style-type: none"> •Przedstawienie w formie pisemnej wyników uzyskanych badań wraz z ich interpretacją
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_07_w_1	Praca dyplomowa	Przygotowanie pracy dyplomowej	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8
2F_07_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie postępów badań i przygotowania pracy	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_07_fs_1	laboratory classes	Praca z promotorem, praca w laboratorium	30	Praca własna nad zagadnieniem pracy dyplomowej; Wykonanie pracy magisterskiej	150	2F_07_w_1, 2F_07_w_2

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Pracownia magisterska cz. 3; przygotowanie pracy magisterskiej

Module code: 0305-2F-17-07.3

1. Number of the ECTS credits: 27

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_07_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_07_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02 KF_W03	3 3
2F_07_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_07_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_07_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U07 KF_U09 KF_U10	3 3 3
2F_07_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_07_7	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4

2F_07_8	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U17	5 5
---------	--	------------------	--------

3. Module description

Description	Na pracowni dyplomowej student: <ul style="list-style-type: none"> •Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy, metodyką prowadzenia badań, oraz literaturą fachową •Podejmuje badania pod kątem realizowania tematu pracy dyplomowej •Opracowuje, interpretuje i dyskutuje uzyskane wyniki Praca dyplomowa <ul style="list-style-type: none"> •Przedstawienie w formie pisemnej wyników uzyskanych badań wraz z ich interpretacją
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_07_w_1	praca dyplomowa	przygotowanie pracy magisterskiej	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8
2F_07_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie postępów badań i przygotowania pracy	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_07_fs_1	laboratory classes	Praca z promotorem, praca w laboratorium	60	Praca własna nad zagadnieniem pracy dyplomowej, wykonanie pracy magisterskiej	200	2F_07_w_1, 2F_07_w_2

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Pracownia magisterska cz.1; przygotowanie pracy magisterskiej

Module code: 0305-2F-17-07.1

1. Number of the ECTS credits: 10

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_07_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_07_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02 KF_W03	3 3
2F_07_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_07_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_07_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U07 KF_U09 KF_U10	3 3 3
2F_07_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_07_7	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4

2F_07_8	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U17	5 5
---------	--	------------------	--------

3. Module description

Description	Na pracowni dyplomowej student: <ul style="list-style-type: none"> •Pod kierunkiem promotora zapoznaje się z problemem realizowanym w ramach pracy, metodyką prowadzenia badań, oraz literaturą fachową •Podejmuje badania pod kątem realizowania tematu pracy dyplomowej •Opracowuje, interpretuje i dyskutuje uzyskane wyniki Praca dyplomowa <ul style="list-style-type: none"> •Przedstawienie w formie pisemnej wyników uzyskanych badań wraz z ich interpretacją
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_07_w_1	praca dyplomowa	przygotowanie pracy magisterskiej	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8
2F_07_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie postępów badań i przygotowania pracy	2F_07_1, 2F_07_2, 2F_07_3, 2F_07_4, 2F_07_5, 2F_07_6, 2F_07_7, 2F_07_8

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_07_fs_1	laboratory classes	Praca z promotorem, praca w laboratorium	30	Praca własna nad zagadnieniem Pracy dyplomowej, wykonanie pracy dyplomowej	150	2F_07_w_1, 2F_07_w_2

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Praktyka

Module code: 0305-2F-17-10.2

1. Number of the ECTS credits: 30

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_10.2_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_10.2_2	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, mechaniki kwantowej, fizyki statystycznej, teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02 KF_W03	3 3
2F_10.2_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_10.2_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	4 4 4 4
2F_10.2_5	Potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy i interpretacji wyników badań	KF_U08 KF_U09 KF_U10	4 4 4
2F_10.2_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_10.2_7	Potrafi, w zakresie tematyki prowadzonych badań, przygotować prace pisemne i prezentacje multimedialne w języku ojczystym i angielskim	KF_K07 KF_U15	4 4

		KF_U16	4
2F_10.2_8	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_10.2_9	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_U17	5 5

3. Module description

Description	<p>W semestrze czwartym Praktyka (Internship) może być realizowana w laboratoriach Uniwersytetu w Le Mans lub w jednostce macierzystej w języku angielskim. Zrealizowanie modułu we Francji jest warunkiem koniecznym do uzyskania podwójnego dyplomu. W skład modułu (210 godzin, 30 ECTS) wchodzi następujące zajęcia:</p> <p>Pracownia magisterska: 180 godzin, Forma zajęć- laboratorium Seminarium magisterskie – 30 godzin, Forma zajęć – seminarium.</p> <p>Praca magisterska</p> <ul style="list-style-type: none"> •Przedstawienie w formie pisemnej, w języku angielskim, wyników uzyskanych badań wraz z ich interpretacją oraz ich zaprezentowanie ich przed wspólną polsko-francuską komisją egzaminacyjną
Prerequisites	Zaliczone wszystkie przedmioty przewidziane planem studiów

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_10.2_w_1	praca magisterska	Wykonanie pracy magisterskiej jest ostatecznym weryfikatorem nakładu pracy i zaangażowania studenta w realizację modułu	2F_10.2_1, 2F_10.2_2, 2F_10.2_3, 2F_10.2_4, 2F_10.2_5, 2F_10.2_6, 2F_10.2_7, 2F_10.2_8, 2F_10.2_9

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_10.2_fs_1	internship	<p>Pracownia magisterska i wykonanie pracy magisterskiej (opiekun naukowy z Francji i Polski)- 180 godzin (Laboratorium).</p> <p>Seminarium magisterskie- program zajęć jest określony przez komisje pedagogiczne jednostek partnerskich- 30 godzin (Seminarium)</p>	210	<p>Laboratorium: przed przystąpieniem do badań student zapoznaje się z literaturą w zakresie podejmowanej tematyki. Po wykonaniu badania opracowuje wyniki i przygotowuje raport/pracę magisterską.</p> <p>Seminarium: student prezentuje wyniki badań w języku angielskim</p>	200	2F_10.2_w_1

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Przedmiot z obszaru nauk humanistycznych

Module code: 0305-2F-17-PH

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_PH_1	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_PH_2	Posiada pogłębioną umiejętność stawiania i analizowania problemów na podstawie pozyskanych treści z zakresu dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_U18	5
2F_PH_3	Rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy.	KF_K09	5

3. Module description

Description	Celem modułu jest poszerzenie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych studenta o treści spoza kierunku studiów
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_PH_w_1	zaliczenie	weryfikacja zgodnie z wymaganiami określonymi w sylabusie	2F_PH_1, 2F_PH_2, 2F_PH_3

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_PH_fs_1	lecture	Podanie treści wykładu w formie werbalnej z wykorzystaniem wizualizacji treści. Skupienie się na materiale trudnym pojęciowo i wskazanie źródeł. Ilustracja treści za pomocą przykładów.	30	Zapoznanie się z tematyką wykładu z wykorzystaniem istniejących pakietów metod: podręczników, skryptów, stron internetowych itp. Przygotowanie się do zaliczenia w zależności od przyjętej formy.	45	2F_PH_w_1

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Przedmiot z obszaru nauk społecznych

Module code: 0305-2F-17-PS

1. Number of the ECTS credits: 2

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_PS_1	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_PS_2	Posiada pogłębioną umiejętność stawiania i analizowania problemów na podstawie pozyskanych treści z zakresu dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_U18	5
2F_PS_3	Rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy.	KF_K09	5

3. Module description

Description	Celem modułu jest poszerzenie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych studenta o treści spozakierunku studiów
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_PS_w_1	zaliczenie	weryfikacja zgodnie z wymaganiami określonymi w sylabusie	2F_PS_1, 2F_PS_2, 2F_PS_3

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_PS_fs_1	lecture	Rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębianiu zdobytej wiedzy.	30	Zapoznanie się z tematyką wykładu z wykorzystaniem istniejących pakietów metod: podręczników, skryptów, stron internetowych itp. Przygotowanie się do zaliczenia w zależności od przyjętej formy.	20	2F_PS_w_1

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Quantum field theory

Module code: 0305-2F-12-42

1. Number of the ECTS credits: 9

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_41_1	Zapoznał się z zaawansowanymi elementami formalizmu kwantowej teorii pola	KF_W03	4
2F_41_2	Zna podstawy pojęciowe metod obliczeniowych niezbędnych do studiowania dalszych, bardziej specjalistycznych zagadnień w ramach teorii cząstek elementarnych, astrofizyki i teorii ciała stałego.	KF_W05	4
2F_41_3	Potrafi zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych w mikroświecie	KF_U02	5
2F_41_4	Potrafi przeanalizować i matematycznie opisać proste mikroskopowe własności materii w obszarze relatywistycznych prędkości obiektów	KF_U10	5
2F_41_5	Rozumie i potrafi precyzyjnie formułować pytania związane z wieloma osiągnięciami cywilizacyjnymi ostatnich dziesięcioleci	KF_K02	3

3. Module description	
Description	<p>Zasada najmniejszego działania: równania Eulera-Lagrange'a dla pól, symetrie a prawa zachowania - twierdzenie Noether. Kanoniczne reguły kwantowania pól. Swobodne pole skalarne, fermionowe i elektromagnetyczne: lagrangiany, równania ruchu, reprezentacja pędowa, drugie kwantowanie, przestrzeń Focka, współzmiennicze relacje komutacji i propagatory Feynmana; zasada mikroprzyczynowości. Pola oddziałujące; operator rozpraszania: rozwinięcie perturbacyjne, twierdzenie Wicka i diagramy Feynmana, reguły Feynmana dla elektrodynamiki kwantowej; różniczkowe przekroje czynne na elementarne procesy. Poprawki radiacyjne: diagramy pętlowe, rozbieżność ultrafioletowa, regularyzacja wymiarowa i renormalizacja, grupa renormalizacji; rozbieżność podczerwona jednopętlowych poprawek wirtualnych i jej regularyzacja za pomocą niezerowej masy fotonu, bremsstrahlung, twierdzenie Blocha-Nordsiecka; anomalny moment magnetyczny elektronu i mionu. Symetrie elektrodynamiki kwantowej: symetria Lorentza, lokalna symetria cechowania, symetrie dyskretne, twierdzenie CPT.</p> <p>Egzamin obowiązkowy</p>
Prerequisites	

Zaliczone moduły:

1F_14, 1F_15, 1F_16, 1F_14

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_42_w_1	kolokwium	Dwa razy w semestrze w terminach podanych z dwutygodniowym wyprzedzeniem. Zadania i problemy podobnego typu do problemów poruszanych na wykładzie	2F_41_2, 2F_41_3, 2F_41_4
2F_42_w_2	aktywność na zajęciach	Rozwiązywanie wcześniej zadanych problemów. Oceny od 2 do 5	2F_41_1, 2F_41_2, 2F_41_3, 2F_41_4, 2F_41_5
2F_42_w_3	egzamin ustny	Zakres: zagadnienia omówione na wykładzie i do nich podobne, które zmuszają studenta do wykazania umiejętności wykorzystania materiału z wykładu. Aby przystąpić do egzaminu studenci muszą zaliczyć konwersatorium.	2F_41_1, 2F_41_2, 2F_41_3, 2F_41_4, 2F_41_5

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_42_fs_1	lecture	Wykład prowadzony tradycyjną metodą, częściowo z wykorzystaniem środków audiowizualnych	45	Powtórzenie materiału z wykładu, praca z podręcznikami, czytanie prac oryginalnych	60	2F_42_w_3
2F_42_fs_2	discussion classes	Rozwiązywanie zadanych problemów, dyskusja wyników, przeliczanie wybranych wzorów nie wyprowadzonych na wykładzie	45	Przygotowanie do rozwiązania wcześniej zadanych problemów	60	2F_42_w_1, 2F_42_w_2

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Selected Topics of Quantum Physics T

Module code: 0305-2F-12-41

1. Number of the ECTS credits: 6

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_41_1	Słuchacz zapozna się z zaawansowanymi elementami formalizmu mechaniki kwantowej, która jest podstawowym narzędziem opisowym współczesnej fizyki teoretycznej.	KF_W03	4
2F_41_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_41_3	Student potrafi zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych w mikroświecie	KF_U02	5
2F_41_4	Student potrafi przeanalizować i matematycznie opisać proste mikroskopowe własności materii, także w obszarze relatywistycznych prędkości obiektów	KF_U10	5
2F_41_5	Student rozumie i potrafi precyzyjnie formułować pytania związane z wieloma osiągnięciami cywilizacyjnymi ostatnich dziesięcioleci	KF_K02	3

3. Module description

Description	Równanie Diraca: relatywistyczna współzmienniczość równania Diraca; rozwiązanie dla swobodnej cząstki i dla antycząstki, operatory rzutowe na stany o określonej energii i spinie, baza skrętności; algebra Diraca, współzmiennicze formy biliniowe; równanie Diraca dla elektronu w zewnętrznym polu elektromagnetycznym, niezmienniczość cechowania; transformacje parzystości, sprzężenia ładunkowego i odbicia czasowego; transformacja Foldy'ego-Wouthuysena; atom wodoru w ujęciu relatywistycznym, klasyfikacja poziomów energii. Metoda drugiego kwantowania dla bozonów i fermionów. Teoria rozprożeń: operatory Mollera i operator rozpraszania S, równania Lippmanna-Schwingera, Propagatory Feynmana, przekroje czynne, twierdzenie optyczne, rozwinięcie na fale parcjalne i przesunięcia fazowe, uwagi nt. własności analityczności macierzy S; rozpraszanie elektronu na statycznym rozkładzie ładunku, elastyczne i głęboko nieelastyczne rozpraszanie elektronu na protonach, form-faktory. Egzamin obowiązkowy
Prerequisites	Znajomość podstaw funkcjonowania mikroświata w przypadku nierelatywistycznym. Zapoznanie się makroskopowym opisem zjawisk dotyczących

objektów poruszających się z prędkościami zbliżonymi do prędkości światła.

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_41_w_1	kolokwium	Dwa razy w semestrze w terminach podanych wcześniej. Studenci mają rozwiązać zadania podobnego typu do problemów poruszanych na wykładzie	2F_41_1, 2F_41_3
2F_41_w_2	aktywność na zajęciach	Studenci rozwiązują wcześniej zadane problemy. Oceny od 2 do 5	2F_41_2, 2F_41_4
2F_41_w_3	egzamin ustny	Aby przystąpić do egzaminu studenci muszą zaliczyć konwersatorium. Zakres egzaminu – problemy bezpośrednio poruszane na wykładzie i do nich podobne, które zmuszają studenta do wykazania umiejętności wykorzystania materiału z wykładu.	2F_41_1, 2F_41_2, 2F_41_3, 2F_41_4, 2F_41_5

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_41_fs_1	lecture	Wykład prowadzony tradycyjną metodą , częściowo z wykorzystaniem środków audiowizualnych	30	Student zapoznaje się z materiałem w oparciu o uprzednio podaną literaturę	45	2F_41_w_2, 2F_41_w_3
2F_41_fs_2	discussion classes	Rozwiązywanie zadanych problemów, dyskusja wyników, przeliczanie niektórych wzorów nie wyprowadzonych na wykładzie,	30	Student systematycznie przygotowuje wcześniej diskutowane problemy	45	2F_41_w_1, 2F_41_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Selected Topics of Solid State Physics

Module code: 0305-2F-12-04

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_04_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki ciała stałego	KF_W02	1
2F_04_2	ma podstawową wiedzę z zakresu teorii fazy kondensowanej	KF_W04	3
2F_04_3	zna i rozumie procesy fizyczne ujęte w podstawowych modelach używanych w teorii ciała stałego	KF_W05	2
2F_04_4	zna formalizm drugiego kwantowania	KF_W06	1
2F_04_5	rozumie przybliżenie średniego pola i potrafi go zastosować do opisu prostych układów magnetycznych i nadprzewodzących	KF_W06	1

3. Module description

Description	<p>W trakcie wykładu student poznaje:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)operatory kreacji i anihilacji 2)reprezentacje Blocha oraz transformacje między nimi 3)fizykę ujętą w podstawowych modelach: Hubbarda, Heisengera, Isinga 4)przybliżenie średniego pola i jego ograniczenia na podstawie dokładnego rozwiązania modelu Isinga w jednym wymiarze oraz przybliżeń średniego pola dla modeli Isinga i Heisenberga <p>W zależności od zainteresowań/tematów prac uczestników niektóre z poniższych zagadnień</p> <ol style="list-style-type: none"> 5)wzbudzenia kolektywne w układach magnetycznych 6)poziomy Landaua oraz kwantowy całkowity efekt Halla 7)wybrane elementy fizyki nadprzewodnictwa i nadciekłości
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_04_w_1	egzamin pisemny	Po zakończeniu semestru. Weryfikacja umiejętności szczegółowej analizy wybranych zagadnień omawianych na wykładzie.	2F_04_4, 2F_04_5
2F_04_w_2	egzamin ustny	Po zakończeniu semestru. Weryfikacja szerszego zrozumienia mikroskopowego opisu ciał stałych	2F_04_1, 2F_04_2, 2F_04_3

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_04_fs_1	lecture	szczegółowe omówienie przez wykładowcę zagadnień wymienionych w tabeli „opis modułu” z wykorzystaniem tablicy oraz/lub prezentacji multimedialnych.	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem, próba znalezienie odpowiedzi na proste pytania problemowe zadane w trakcie wykładu	45	2F_04_w_1, 2F_04_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Selected Topics of Solid State Physics

Module code: 0305-2F-17-04.eng

1. Number of the ECTS credits: 4

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_04.eng_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki ciała stałego	KF_W02	1
2F_04.eng_2	ma podstawową wiedzę z zakresu teorii fazy skondensowanej	KF_W04	3
2F_04.eng_3	zna i rozumie procesy fizyczne ujęte w podstawowych modelach używanych w teorii ciała stałego	KF_W05	2
2F_04.eng_4	zna formalizm drugiego kwantowania	KF_W06	1
2F_04.eng_5	rozumie przybliżenie średniego pola i potrafi go zastosować do opisu prostych układów magnetycznych i nadprzewodzących	KF_W06	1

3. Module description

Description	<p>W trakcie wykładu student poznaje:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)operatory kreacji i anihilacji 2)reprezentacje Blocha oraz transformacje między nimi 3)fizykę ujętą w podstawowych modelach: Hubbarda, Heisengera, Isinga 4)przybliżenie średniego pola i jego ograniczenia na podstawie dokładnego rozwiązania modelu Isinga w jednym wymiarze oraz przybliżeń średniego pola dla modeli Isinga i Heisenberga <p>W zależności od zainteresowań/tematów prac uczestników niektóre z poniższych zagadnień</p> <ol style="list-style-type: none"> 5)wzbudzenia kolektywne w układach magnetycznych 6)poziomy Landaua oraz kwantowy całkowity efekt Halla 7)wybrane elementy fizyki nadprzewodnictwa i nadciekłości
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_04.eng_w_1	egzamin pisemny	Po zakończeniu semestru. Weryfikacja umiejętności szczegółowej analizy wybranych zagadnień omawianych na wykładzie.	2F_04.eng_4, 2F_04.eng_5
2F_04.eng_w_2	egzamin ustny	Po zakończeniu semestru. Weryfikacja szerszego zrozumienia mikroskopowego opisu ciał stałych	2F_04.eng_1, 2F_04.eng_2, 2F_04.eng_3

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_04.eng_fs_1	lecture	szczegółowe omówienie przez wykładowcę zagadnień wymienionych w tabeli „opis modułu” z wykorzystaniem tablicy oraz/lub prezentacji multimedialnych.	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem, próba znalezienie odpowiedzi na proste pytania problemowe zadane w trakcie wykładu	45	2F_04.eng_w_1, 2F_04.eng_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Selected Topics of Theoretical Physics T

Module code: 0305-2F-12-40

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_40_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W03	3
2F_40_2	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa fizyczne	KF_W05	2
2F_40_3	zna formalizm matematyczny przydatny w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	KF_W06	3
2F_40_4	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	KF_U02	4
2F_40_5	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	2

3. Module description	
Description	Zrozumienie metod fizyki teoretycznej; posługiwanie się formalizmem fizyki teoretycznej; poznanie różnych formalizmów opisu praw i procesów w przyrodzie; poznanie metod analizy własności dynamicznych układów mechanicznych. Zasady wariacyjne. Formalizm Lagrange'a i Hamiltona. Równania Eulera-Lagrange'a i równania Hamiltona. Prawa zachowania. Elementy teorii chaosu. Elementy dynamiki relatywistycznej. Egzamin obowiązkowy
Prerequisites	wymagania wstępne : rachunek różniczkowy i całkowy

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_40_w_1	aktywność na zajęciach	udział w dyskusji	2F_40_1, 2F_40_2, 2F_40_3, 2F_40_4, 2F_40_5
2F_40_w_2	egzamin pisemny lub ustny	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie konwersatorium; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5	2F_40_1, 2F_40_2, 2F_40_3, 2F_40_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_40_fs_1	lecture	wykład wybranych zagadnień podstawowych z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	45	2F_40_w_1, 2F_40_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Seminarium magisterskie cz.1

Module code: 0305-2F-17-05.1

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_05_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_05_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_K05 KF_U11 KF_U12	3 3 3 3
2F_05_3	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_05_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_05_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_K04 KF_U17	5 3 5

3. Module description	
Description	W ramach seminarium dyplomowego student: •Prezentuje uzyskane wyniki badań,

	<ul style="list-style-type: none"> •Przedstawia ich interpretacje i formuluje wnioski •Uczestniczy w publicznej dyskusji
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_05_w_1	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na seminarium, systematyka i rzetelność prowadzonych badań, skala ocen:2-5	2F_05_1, 2F_05_2, 2F_05_3, 2F_05_5
2F_05_w_2	zaliczenie	zaliczenie	2F_05_1, 2F_05_2, 2F_05_3, 2F_05_4, 2F_05_5

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_05_fs_1	seminar	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji	15	Przygotowanie seminarium, lektura uzupełniająca	45	2F_05_w_1, 2F_05_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Seminarium magisterskie cz.2

Module code: 0305-2F-17-05.2

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_05_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_05_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_K05 KF_U11 KF_U12	3 2 3 3
2F_05_3	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_05_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_05_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_K04 KF_U17	5 3 5

3. Module description

Description	W ramach seminarium dyplomowego student: •Prezentuje uzyskane wyniki badań,
--------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> •Przedstawia ich interpretacje i formuluje wnioski •Uczestniczy w publicznej dyskusji
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_05_w_1	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na seminarium, systematyka i rzetelność prowadzonych badań, skala ocen:2-5	2F_05_1, 2F_05_2, 2F_05_3, 2F_05_5
2F_05_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie przygotowanego i wygłoszonego seminarium	2F_05_1, 2F_05_2, 2F_05_3, 2F_05_4, 2F_05_5

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_05_fs_1	seminar	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji	15	przygotowanie seminarium, lektura uzupełniająca	45	2F_05_w_1, 2F_05_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Seminarium magisterskie cz.3

Module code: 0305-2F-17-05.3

1. Number of the ECTS credits: 2

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_05_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_05_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_K05 KF_U11 KF_U12	3 2 3 3
2F_05_3	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_05_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_05_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_K04 KF_U17	5 3 5

3. Module description

Description	W ramach seminarium dyplomowego student: •Prezentuje uzyskane wyniki badań,
--------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> •Przedstawia ich interpretacje i formuluje wnioski •Uczestniczy w publicznej dyskusji
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_05_w_1	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na seminarium, systematyka i rzetelność prowadzonych badań, skala ocen:2-5	2F_05_1, 2F_05_2, 2F_05_3, 2F_05_5
2F_05_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie przygotowanego i wygłoszonego seminarium	2F_05_1, 2F_05_2, 2F_05_3, 2F_05_4, 2F_05_5

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_05_fs_1	seminar	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji	15	przygotowanie seminarium, lektura uzupełniająca	35	2F_05_w_1, 2F_05_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Seminarium magisterskie cz.4

Module code: 0305-2F-17-05.4

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_05_1	Rozumie znaczenie fizyki i jej zastosowań w postępie nauk ścisłych i rozwoju nowych technologii	KF_W01	4
2F_05_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_K05 KF_U11 KF_U12	3 2 3 3
2F_05_3	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_05_4	Potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07 KF_U15	4 4
2F_05_5	Rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi realizować proces samokształcenia	KF_K01 KF_K04 KF_U17	5 3 5

3. Module description

Description	W ramach seminarium dyplomowego student: •Prezentuje uzyskane wyniki badań,
--------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> •Przedstawia ich interpretacje i formuluje wnioski •Uczestniczy w publicznej dyskusji
Prerequisites	

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_05_w_1	aktywność na zajęciach	Zaangażowanie i udział w dyskusji na seminarium, systematyka i rzetelność prowadzonych badań, skala ocen:2-5	2F_05_1, 2F_05_2, 2F_05_3, 2F_05_5
2F_05_w_2	zaliczenie	Zaliczenie na podstawie przygotowanego i wygłoszonego seminarium	2F_05_1, 2F_05_2, 2F_05_3, 2F_05_4, 2F_05_5

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_05_fs_1	seminar	Przedstawienie problemu badawczego, udział w dyskusji	15	Przgotowanie seminarium, lektura uzupełniająca	45	2F_05_w_1, 2F_05_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Social science

Module code: 0305-2F-17-PS.eng

1. Number of the ECTS credits: 2

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_PS.eng_1	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_PS.eng_2	Posiada pogłębioną umiejętność stawiania i analizowania problemów na podstawie pozyskanych treści z zakresu dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_U18	5
2F_PS.eng_3	Rozumie potrzebę interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych problemów, integrowania wiedzy z różnych dyscyplin oraz praktykowania samokształcenia służącego pogłębieniu zdobytej wiedzy.	KF_K09	5

3. Module description

Description	Celem modułu jest poszerzenie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych studenta o treści spoza kierunku studiów
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_PS.eng_w_1	zaliczenie	weryfikacja zgodnie z wymaganiami określonymi w sylabusie	2F_PS.eng_1, 2F_PS.eng_2, 2F_PS.eng_3

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_PS.eng_fs.1	lecture	Podanie treści wykładu w formie werbalnej z wykorzystaniem wizualizacji treści. Skupienie się na materiale trudnym pojęciowo i wskazanie źródeł. Ilustracja treści za pomocą przykładów.	30	Zapoznanie się z tematyką wykładu z wykorzystaniem istniejących pakietów metod: podręczników, skryptów, stron internetowych itp. Przygotowanie się do zaliczenia w zależności od przyjętej formy.	20	2F_PS.eng_w_1

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Specialized Lecture I

Module code: 0305-2F-17-SL.I

1. Number of the ECTS credits: 7

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_SL.I_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	5
2F_SL.I_2	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_SL.I_3	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	5
2F_SL.I_4	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	KF_U17	5

3. Module description

Description	Wykład obejmujący różnorodną tematykę z wybranych działów fizyki.
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_SL.I_w_1	egzamin pisemny lub ustny	zakres materiału- wszystkie zagadnienia omawiane podczas wykładów, skala ocen 2-5, jako element oceny końcowej.	2F_SL.I_1, 2F_SL.I_2
2F_SL.I_w_2	kolokwium	rozwiązywanie zadań podobnego typu do problemów poruszanych na wykładzie	2F_SL.I_1, 2F_SL.I_3, 2F_SL.I_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_SL.I._fs_1	lecture	Wykład z użyciem metod audiowizualnych połączony z przykładami	30	praca ze wskazaną literaturą w postaci podręczników i źródeł w internecie	45	2F_SL.I_w_1
2F_SL.I._fs_2	discussion classes	rozwiązywanie zadanych problemów, dyskusja.	30	praca z podręcznikiem, lektura uzupełniająca	45	2F_SL.I_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Specialized Lecture IA

Module code: 0305-2F-17-SL.IA

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_SL.IA_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	5
2F_SL.IA_2	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_SL.IA_3	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	5
2F_SL.IA_4	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	KF_U17	5

3. Module description

Description	Wykład obejmujący różnorodną tematykę z wybranych działów fizyki
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_SL.IA_w_1	egzamin pisemny lub ustny	zakres materiału- wszystkie zagadnienia omawiane podczas wykładów, skala ocen 2-5, jako element oceny końcowej	2F_SL.IA_1, 2F_SL.IA_2
2F_SL.IA_w_2	aktywność na zajęciach	udział w dyskusji, samodzielne inicjowanie rozwiązywania problemów	2F_SL.IA_3, 2F_SL.IA_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_SL.IA_fs_1	lecture	wykład z użyciem metod audiowizualnych połączony z przykładami	30	praca ze wskazaną literaturą w postaci podręczników i źródeł w internecie	45	2F_SL.IA_w_1, 2F_SL.IA_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Specialized Lecture II

Module code: 0305-2F-17-SL.II

1. Number of the ECTS credits: 4

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_SL.II_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	5
2F_SL.II_2	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_SL.II_3	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	5
2F_SL.II_4	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	KF_U17	5

3. Module description

Description	Wykład obejmujący różnorodną tematykę z wybranych działów fizyki.
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_SL.II_w_1	egzamin pisemny lub ustny	zakres materiału-wszystkie zagadnienia omawiane podczas wykładów, skala ocen 2-5, jako element oceny końcowej	2F_SL.II_1, 2F_SL.II_2
2F_SL.II_w_2	kolokwium	rozwiązywanie zadań podobnego typu do problemów poruszanych na wykładzie	2F_SL.II_1, 2F_SL.II_3, 2F_SL.II_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_SL.II_fs_1	lecture	wykład z użyciem metod audiowizualnych połączony z przykładami	30	praca ze wskazaną literaturą w postaci podręczników i źródeł w internecie	45	2F_SL.II_w_1
2F_SL.II_fs_2	discussion classes	rozwiązywanie zadanych problemów, dyskusja	30	praca z podręcznikiem, lektura uzupełniająca	45	2F_SL.II_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Specialized Lecture III

Module code: 0305-2F-17-SL.III

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_SL.III_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	5
2F_SL.III_2	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_SL.III_3	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	5
2F_SL.III_4	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	KF_U17	5

3. Module description

Description	Wykład obejmujący różnorodną tematykę z wybranych działów fizyki.
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_SL.III_w_1	egzamin pisemny lub ustny	zakres materiału-wszystkie zagadnienia omawiane podczas wykładów, skala ocen 2-5, jako element oceny końcowej	2F_SL.III_1, 2F_SL.III_2
2F_SL.III_w_2	aktywność na zajęciach	udział w dyskusji, samodzielne inicjowanie rozwiązywania problemów	2F_SL.III_3, 2F_SL.III_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_SL.III_fs_1	lecture	wykład z użyciem metod audiowizualnych połączony z przykładami	30	praca ze wskazaną literaturą w postaci podręczników i źródeł w internecie	45	2F_SL.III_w_1, 2F_SL.III_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Statistical Physics

Module code: 0305-2F-17-43

1. Number of the ECTS credits: 8

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_43_1	dobrze rozumie cywilizacyjne znaczenie fizyki i jej zastosowań a także jej historyczny rozwój i rolę w postępie nauk ścisłych	KF_W01	4
2F_43_2	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	5
2F_43_3	Zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych	KF_W05	5
2F_43_4	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	KF_U02	4
2F_43_5	potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i piśmie, przedstawić wyniki odkryć teorii naukowych z dziedziny fizyki	KF_U01	4
2F_43_6	na gruncie fizyki statystycznej i termodynamiki potrafi opisać wybrane makroskopowe właściwości materii	KF_K02 KF_U10	3 3

3. Module description	
Description	Student zapoznaje się z następującymi zagadnieniami: Przypomnienie podstaw termodynamiki układów zamkniętych i otwartych. Przestrzeń fazowa. Zespoły statystyczne – mikrokanoniczny, kanoniczny. Wielki rozkład kanoniczny. Rozkłady Maxwella i Maxwella-Boltzmana. Zasada maksimum entropii. Fluktuacje. Gaz idealny i rzeczywisty. Kwantowa fizyka statystyczna. Operator statystyczny. Kwantowe zespoły Gibbsa.

	<p>Układy jednakowych cząstek. Rozkłady Bosego-Einsteina i Fermiego-Diraca. Kondensacja Bosego-Einsteina. Podstawy teorii układów magnetycznych. Model Isinga.</p> <p>Na zajęciach konwersatoryjnych student:</p> <ul style="list-style-type: none"> • wyznacza wybrane równowagowe wielkości termodynamiczne z rozkładów statystycznych • wychodząc z rozkładów statystycznych wyprowadza równia stanu • buduje relacje między termodynamiką i fizyką statystyczną • wykonuje samodzielne obliczenia pozwalające pogłębić zrozumienie fizyki statystycznej <p>W ramach pracy własnej student:</p> <ul style="list-style-type: none"> • w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy; • doskonali umiejętności matematyczne niezbędne do rozwiązywania postawionych problemów <p>podjmuje próby rozwiązania problemów koncepcyjnych z zakresu równowagowej fizyki statystycznej</p> <p>Egzamin obowiązkowy</p>
Prerequisites	Znajomość mechaniki teoretycznej (1 stopień), mechaniki kwantowej (1 stopień) oraz podstaw fizyki w zakresie termodynamiki (1 stopień)

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_43_w_1	kolokwium	Zadania zbliżone do rozwiązywanych i zadanych do domu	2F_43_1, 2F_43_2, 2F_43_3, 2F_43_5
2F_43_w_2	aktywność na zajęciach	Rozwiązywanie zadań przy tablicy, udział w dyskusji	2F_43_2, 2F_43_4
2F_43_w_3	egzamin	Materiał obejmujący zagadnienia z wykładu, weryfikacja zrozumienia praw klasycznej i kwantowej równowagowej fizyki statystycznej.	2F_43_1, 2F_43_2, 2F_43_3, 2F_43_4, 2F_43_5, 2F_43_6

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_43_fs_1	lecture	wykład wybranych zagadnień przedstawionych w opisie	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	45	2F_43_w_3
2F_43_fs_2	discussion classes	Rozwiązywanie zadań na tablicy, dyskusja	45	Rozwiązywanie zadań- praca domowa. Lektura uzupełniająca	60	2F_43_w_1, 2F_43_w_2

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Symulacje komputerowe

Module code: 0305-2F-12-17

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_17_1	Posiada podstawową wiedzę z zakresu symulacji dynamiki molekularnej	KF_W07	5
2F_17_2	Zna strukturę, zasadę działania i zakres wykorzystania programów symulacji dynamiki molekularnej.	KF_W07	4
2F_17_3	Potrafi określić zalety i ograniczenia metody symulacji dynamiki molekularnej.	KF_W04	4
2F_17_4	Potrafi napisać implementacje wybranych procedur i funkcji stosowanych w symulacji dynamiki molekularnej	KF_U02	4
2F_17_5	Potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań.	KF_U11	4

3. Module description

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

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_17_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_17_1, 2F_17_2, 2F_17_3, 2F_17_4, 2F_17_5
2F_17_w_2	aktywność na zajęciach	Dodatkowym czynnikiem ostatecznej oceny zaliczenia zajęć laboratoryjnych jest aktywność i samodzielność w trakcie opracowywania programów komputerowych.	2F_17_4, 2F_17_5

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_17_fs_1	laboratory classes	Zajęcia prowadzone w formie warsztatów: teoretyczne omówienie zagadnień symulacji dynamiki molekularnej wraz z praktycznym zastosowaniem do układu atomów.	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	30	2F_17_w_1, 2F_17_w_2

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Wstęp do teorii ciała stałego

Module code: 0305-2F-12-60

1. Number of the ECTS credits: 7

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_60_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	3
2F_60_2	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	4
2F_60_3	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć i wyjaśnić podstawowe prawa fizyczne	KF_U03 KF_W04	3 4
2F_60_4	ma pogłębioną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej	KF_W05	4
2F_60_5	Zna i potrafi zastosować formalizm matematyczny przydatny w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	KF_U09 KF_W06	1 4

3. Module description

Description	<p>Podczas wykładu student poznaje następujące zagadnienia:</p> <p>Kwantowo mechaniczny, nierelatywistyczny opis stanów elektronowych w ciele stałym, twierdzenie Blocha, pęd elektronu w ciele stałym, identyczność elektronów, jej konsekwencje, formalizm drugiego kwantowania.</p> <p>Najprostsze układy wielociałowe opisywane w formalizmie drugiego kwantowania (układ dwupoziomowy, z różną liczbą elektronów)</p> <p>Ogólna postać Hamiltonianu opisującego własności elektronów w ciele stałym, jego połowa postać, przydatne bazy jednocząstkowe użyteczne przy zapisie ogólnej postaci Hamiltonianu, jednocząstkowa baza Blocha, Wanniera. Transformacja unitarna wiążąca obie te bazy. Rozbicie ogólnej postaci Hamiltonianu na 16 różnych typów.</p> <p>Najprostsza postać wielopasmowa Hamiltonianu dla elektronów w ciele stałym, przybliżenie swobodnych elektronów, przybliżenie ciasnego wiązania (TBA-tight binding approximations).</p> <p>Kohezja jej opis w przybliżeniu TBA, rola hybrydyzacji międzypasmowej w kohezji ciał stałych.</p>
--------------------	---

	<p>Kropki kwantowe, układy 1D,2D,3D w przybliżeniu TBA i najprostsze wielociałowe modele dla nich</p> <p>Propagator elektronowy w ciele stałym, operator rezolwenty, formalny szereg zaburzeń, jednocząstkowa gęstość stanów (DOS-density of states) jako podstawowa wielkość opisująca stany elektronowe, macierz rozpraszania.</p> <p>Układy nieuporządkowane opis jednocząstkowy nieporządku, nieporządek diagonalny i niediagonalny w macierzy krystalograficznej, metoda koherentnego potencjału (CPA-coherent potential approximation) i jej zastosowanie do stopów metali z różnych grup układu okresowego.</p> <p>Operator energii własnej (self energy operator), równanie Dysona, „gołe” i „ubrane” cząstki, koncepcja kwazicząstek, ich masa i czas życia.</p> <p>Teoria liniowej reakcji Kubo w układzie wielu ciał na zewnętrzne zaburzenie, uogólnione podatności na zewnętrzne zaburzenie elektryczne i magnetyczne.</p> <p>Prąd elektryczny w układzie w stanie bliskim stanowi równowagi, konstrukcja operatora prądu, tensor przewodnictwa elektrycznego, prawo Ohma.</p> <p>Przegląd najważniejszych, modelowych Hamiltonianów mających zastosowanie do ciała stałego (modele Hubbarda, Andersona, s-f, sieci Kondo, Isinga, Heisenberga), interpretacja parametrów w tych modelach.</p> <p>Najprostsze przybliżenia wielociałowe (przybliżenie pola molekularnego, przybliżenie RPA) stosowane do tych modeli, ich rezultaty i weryfikacja eksperymentalna.</p> <p>Teoria funkcjonału gęstości DFT-(Density Functional Theory) – podstawy, znaczenie jednocząstkowej gęstości stanów, układy fermionowe.</p> <p>Przybliżenia stosowane do DFT (LDFT, LSDFT, LDA+U), najważniejsze rezultaty otrzymane z tych przybliżeń, i interpretacja wyników otrzymanych z DFT. Uogólnienia na przypadek skończonych temperatur. Poprawki wielociałowe GW.</p> <p>Stany elektronowe w przybliżeniach zastosowanych do DFT dla ciał stałych, ich fizyczna interpretacja i weryfikacja eksperymentalna..</p> <p>Elementarna teoria fotoemisji z powierzchni ciała stałego, wyrażenie prądu fotoemisji przez gęstości spektralne efekty wielociałowe,.</p> <p>Uogólnienia teorii funkcjonału gęstości, TDFT (time dependent DFT), współczesne zastosowania.</p> <p>Podczas zajęć konwersatoryjnych student: opanowuje techniki wykonywania obliczeń z wykorzystaniem operatorów kreacji i anihilacji uczy się stosować liniową teorię Kubo do wyznaczania reakcji układu na zaburzenie uczy się opisywać zjawiska fizyczne w języku drugiego kwantowania uczy się posługiwać się funkcjami Greena używanymi w teorii ciała stałego wyznacza podstawowe własności fizyczne modelowanych układów w różnych przybliżeniach</p> <p>Egzamin obowiązkowy</p>
Prerequisites	Ukończony wstępny kurs mechaniki kwantowej, znajomość podstaw analizy matematycznej zmiennej rzeczywistej i zespolonej, elementów funkcji analitycznych i algebry.

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_60_w_1	kolokwium	3 razy w semestrze; skala ocen 2-5. Ocena końcowa z konwersatorium oparta w znacznym stopniu na wynikach z kolokwium.	2F_60_3, 2F_60_4, 2F_60_5
2F_60_w_2	aktywność na zajęciach	Rozwiązywanie wcześniej postawionych problemów. Wykonywanie przy tablicy obliczeń pojawiających się w trakcie zajęć.	2F_60_3, 2F_60_4, 2F_60_5
2F_60_w_3	egzamin ustny	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie konwersatorium, zakres materiału to – wybrane zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5;	2F_60_1, 2F_60_2, 2F_60_3, 2F_60_4, 2F_60_5

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_60_fs_1	lecture	Omówienie przez wykładowcę zagadnień będących tematem wykładu	30	Zapoznanie się z notatkami z wykładów, studiowanie zalecanej literatury	60	2F_60_w_1, 2F_60_w_2, 2F_60_w_3
2F_60_fs_2	discussion classes	rozwiązywanie zadań przy tablicy	30	Rozwiązywanie zadań zadanych przez prowadzącego konwersatorium	60	2F_60_w_2, 2F_60_w_3

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Wybrane zagadnienia z fizyki kwantowej

Module code: 0305-2F-12-62

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_62_1	dobrze rozumie cywilizacyjne znaczenie fizyki i jej zastosowań a także jej historyczny rozwój i rolę w postępie nauk ścisłych	KF_W01	4
2F_62_2	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	4
2F_62_3	posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej	KF_W03	4
2F_62_4	zna podstawy technik obliczeniowych i informatycznych, wspomagających pracę fizyka i rozumie ich ograniczenia	KF_W07	4
2F_62_5	potrafi w sposób zrozumiały, w mowie i piśmie, przedstawić wyniki odkryć i teorii naukowych z dziedziny fizyki	KF_K07 KF_U01	3 5
2F_62_6	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	KF_U02	4
2F_62_7	Rozumie potrzebę samokształcenia.	KF_K01	4

3. Module description

Description	<p>Na wykładzie realizowane będą następujące zagadnienia: Przyczyny powstania mechaniki kwantowej, Przestrzeń stanów układu kwantowego i działania w niej operatorów. Operatory hermitowskie – ich wektory i wartości własne, Postulaty mechaniki kwantowej, zasada nieoznaczoności i komplementarność, interpretacja probabilistyczna mechaniki kwantowej, czasowe i bezczasowe równanie Schrodingera. Teoria pomiaru w mechanice kwantowej, stany czyste i mieszane, zagadnienie własne dla operatora krętu orbitalnego. Pojęcie spinu i jego zagadnienie własne. Składanie krętów. Orbitalny i spinowy moment magnetyczny, stany stacjonarne w atomie, rachunek zaburzeń niezależny od czasu. Rozszczepienie Zeemana w polu magnetycznym. Obliczanie prawdopodobieństwa przejść między stanami pod wpływem zaburzenia. Cząstki identyczne – bozony, fermiony.</p> <p>Egzamin obowiązkowy</p>
--------------------	--

Prerequisites	Podstawy fizyki kwantowej i klasycznej
----------------------	--

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_62_w_1	egzamin ustny	zakres materiału podany w postaci zbioru zagadnień omówionych na wykładach, skala ocen 2-5.	2F_62_1, 2F_62_2, 2F_62_3, 2F_62_4, 2F_62_5, 2F_62_6, 2F_62_7

5. Forms of teaching

code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_62_fs_1	lecture	wykład z wybranych zagadnień z mechaniki kwantowej	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	30	2F_62_w_1

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Wybrane zagadnienia z fizyki teoretycznej

Module code: 0305-2F-12-61

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_61_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	3
2F_61_2	zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa fizyczne	KF_W05	2
2F_61_3	zna formalizm matematyczny przydatny w konstruowaniu i analizie modeli fizycznych o średnim poziomie złożoności; rozumie konsekwencje stosowania metod przybliżonych	KF_W06	3
2F_61_4	umie zastosować aparat matematyczny do rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności	KF_U02	4
2F_61_5	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	2

3. Module description	
Description	Zrozumienie metod fizyki teoretycznej; posługiwanie się formalizmem fizyki teoretycznej; poznanie różnych formalizmów opisu praw i procesów w przyrodzie; poznanie metod analizy własności dynamicznych układów mechanicznych. Zasady wariacyjne. Formalizm Lagrange'a i Hamiltona. Równania Eulera-Lagrange'a i równania Hamiltona. Prawa zachowania. Elementy teorii chaosu. Elementy dynamiki relatywistycznej. Egzamin obowiązkowy
Prerequisites	Rachunek różniczkowy i całkowy

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
2F_61_w_1	aktywność na zajęciach	udział w dyskusji	2F_61_1, 2F_61_2, 2F_61_3, 2F_61_4, 2F_61_5
2F_61_w_2	egzamin pisemny lub ustny	warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie konwersatorium; zakres materiału – wszystkie zagadnienia omawiane na wykładach; skala ocen 2-5	2F_61_1, 2F_61_2, 2F_61_3, 2F_61_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_61_fs_1	lecture	wykład wybranych zagadnień podstawowych z wykorzystaniem pomocy audiowizualnych	30	lektura uzupełniająca, praca z podręcznikiem	30	2F_61_w_1, 2F_61_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Wykład specjalistyczny I

Module code: 0305-2F-17-WS.I

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_WS.I_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	2
2F_WS.I_2	posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_WS.I_3	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	5
2F_WS.I_4	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	KF_U17	5

3. Module description

Description	Wykład obejmujący różnorodną tematykę z wybranych działów fizyki.
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_WS.I_w_1	egzamin pisemny lub ustny	Zakres materiału: wszystkie zagadnienia omawiane podczas wykładów, skala ocen 2-5, jako element oceny końcowej.	2F_WS.I_1, 2F_WS.I_2
2F_WS.I_w_2	aktywność na zajęciach	Udział w dyskusji, samodzielne inicjowanie rozwiązań problemów	2F_WS.I_3, 2F_WS.I_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_WS.I_fs_1	lecture	Wykład z użyciem metod audiowizualnych połączony z przykładami	30	Praca ze wskazaną literaturą w postaci podręczników i źródeł w internecie	45	2F_WS.I_w_1, 2F_WS.I_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Wykład specjalistyczny IA

Module code: 0305-2F-17-WS.IA

1. Number of the ECTS credits: 4

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_WS.IA_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	5
2F_WS.IA_2	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_WS.IA_3	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	5
2F_WS.IA_4	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	KF_U17	5

3. Module description

Description	Wykład obejmujący różnorodną tematykę z wybranych działów fizyki.
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_WS.IA_w_1	egzamin ustny lub pisemny	zakres materiału-wszystkie zagadnienia omawiane podczas wykładów, skala ocen 2-5, jako element oceny końcowej	2F_WS.IA_1, 2F_WS.IA_2
2F_WS.IA_w_2	aktywność na zajęciach	udział w dyskusji, samodzielne inicjowanie rozwiązywania problemów	2F_WS.IA_3, 2F_WS.IA_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_WS.IA_fs_1	lecture	Wykład z użyciem metod audiowizualnych połączony z przykładami	30	Praca ze wskazaną literaturą w postaci podręczników i źródeł w internecie.	50	2F_WS.IA_w_1, 2F_WS.IA_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Wykład specjalistyczny II

Module code: 0305-2F-17-WS.II

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_WS.II_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	5
2F_WS.II_2	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_WS.II_3	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	5
2F_WS.II_4	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	KF_U17	5

3. Module description

Description	Wykład obejmujący różnorodną tematykę z różnych działów fizyki.
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_WS.II_w_1	egzamin pisemny lub ustny	zakres materiału-wszystkie zagadnienia omawiane podczas wykładów, skala ocen 2-5, jako element oceny końcowej	2F_WS.II_1, 2F_WS.II_2
2F_WS.II_w_2	aktywność na zajęciach	udział w dyskusji, samodzielne inicjowanie rozwiązywania problemów	2F_WS.II_3, 2F_WS.II_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_WS.II_fs_1	lecture	wykład z użyciem metod audiowizualnych połączony z przykładami	30	praca ze wskazaną literaturą w postaci podręczników i źródeł w internecie.	45	2F_WS.II_w_1, 2F_WS.II_w_2

1. Field of study	Physics
2. Faculty	Faculty of Science and Technology
3. Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4. Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5. Degree profile	general academic
6. Mode of study	full-time

Module: Wykład specjalistyczny III

Module code: 0305-2F-17-WS.III

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_WS.III_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki teoretycznej i doświadczalnej	KF_W02	5
2F_WS.III_2	Posiada pogłębioną wiedzę na temat wybranych metod naukowych oraz zna zagadnienia charakterystyczne dla dyscypliny nauki niezwiązanej z kierunkiem studiów	KF_W10	5
2F_WS.III_3	potrafi wysłuchać innego zdania i podjąć merytoryczną dyskusję nad danym zagadnieniem	KF_K07	5
2F_WS.III_4	potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia m.in. w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	KF_U17	5

3. Module description

Description	Wykład obejmujący różnorodną tematykę z wybranych działów fizyki.
Prerequisites	brak

4. Assessment of the learning outcomes of the module

code	type	description	learning outcomes of the module
2F_WS.III_w_1	egzamin pisemny lub ustny	zakres materiału-wszystkie zagadnienia omawiane podczas wykładów, skala ocen 2-5, jako element oceny końcowej	2F_WS.III_1, 2F_WS.III_2
2F_WS.III_w_2	aktywność na zajęciach	Udział w dyskusji, samodzielne inicjowanie rozwiązywania problemów	2F_WS.III_3, 2F_WS.III_4

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_WS.III_fs_1	lecture	wykład z użyciem metod audiowizualnych połączony z przykładami	30	praca ze wskazaną literaturą w postaci podręczników i źródeł w internecie.	45	2F_WS.III_w_1, 2F_WS.III_w_2

1.	Field of study	Physics
2.	Faculty	Faculty of Science and Technology
3.	Academic year of entry	2019/2020 (winter term), 2020/2021 (winter term)
4.	Level of qualifications/degree	second-cycle studies
5.	Degree profile	general academic
6.	Mode of study	full-time

Module: Zaawansowana fizyka fazy skondensowanej

Module code: 0305-2F-17-27

1. Number of the ECTS credits: 3

2. Learning outcomes of the module			
code	description	learning outcomes of the programme	level of competence (scale 1-5)
2F_27_1	ma pogłębioną wiedzę z wybranych działów fizyki ciała stałego	KF_W02	1
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. Module description

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

4. Assessment of the learning outcomes of the module			
code	type	description	learning outcomes of the module
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

5. Forms of teaching						
code	form of teaching			required hours of student's own work		assessment of the learning outcomes of the module
	type	description (including teaching methods)	number of hours	description	number of hours	
2F_27_fs_1	lecture	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	30	2F_27_w_1, 2F_27_w_2