

Program studiów**Część A) programu studiów****Efekty uczenia się**

Wydział prowadzący studia:	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Kierunek na którym są prowadzone studia:	fizyka
Poziom studiów:	studia drugiego stopnia
Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:	poziom 7
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Tytuł zawodowy uzyskiwany przez absolwenta:	magister
Przyporządkowanie kierunku do dyscypliny naukowej lub artystycznej (dyscyplin), do których odnoszą się efekty uczenia się:	Dyscyplina: nauki fizyczne (100%) Dyscyplina wiodąca: nauki fizyczne
Symbol	Po ukończeniu studiów absolwent osiąga następujące efekty uczenia się:
WIEDZA	
K_W01	posiada pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej matematyki i metod matematycznych konieczną do rozwiązywania problemów fizycznych w wybranym obszarze fizyki lub w zakresie specjalności przewidzianej programem studiów
K_W02	zna zaawansowane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i wykonać złożony eksperyment fizyczny
K_W03	zna zasadę działania układów pomiarowych i aparatury badawczej specyficznych dla obszaru fizyki związanego z wybraną specjalnością lub zna zaawansowane metody fizyki teoretycznej i matematycznej
K_W04	posiada pogłębioną wiedzę szczegółową z fizyki w zakresie wybranej specjalności
K_W05	posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju fizyki, a w szczególności w obrębie obranej specjalności
K_W06	zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w obszarze odpowiadającym obranej specjalności
K_W07	ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową i dydaktyczną
K_W08	zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej
K_W9	zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla fizyki
UMIEJĘTNOŚCI	
K_U01	potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu
K_U02	posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów lub obserwacji w określonych obszarach fizyki lub jej zastosowań

K_U03	potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników oraz stawiać i testować hipotezy co do zgodności modeli z doświadczeniem
K_U04	potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno z baz danych jak i innych źródeł; potrafi odtworzyć tok rozumowania lub przebieg eksperymentu opisanego w literaturze z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń
K_U05	potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki, a także stosowane metody doświadczalne i teoretyczne do pokrewnych dyscyplin naukowych
K_U06	potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub numerycznych) w formie pisemnej, ustnej, prezentacji multimedialnej lub plakatu
K_U07	potrafi skutecznie komunikować się ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców w zakresie problematyki właściwej dla studiowanego obszaru fizyki oraz prowadzić dyskusję na jej temat.
K_U08	potrafi popularyzować naukę w ramach swojej specjalizacji lub pokrewnych obszarach fizyki
K_U09	ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki właściwych dla fizyki, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego
K_U10	potrafi formułować opinie dotyczące kwestii zawodowych oraz opinie na temat niektórych kwestii zajmujących opinię publiczną, takich jak efekt cieplarniany, energia odnawialna czy energia jądrowa
K_U11	potrafi określić kierunki dalszego doskonalenia swojej wiedzy i umiejętności (w tym samokształcenia) w zakresie wybranej specjalizacji oraz poza nią oraz ukierunkowywać kształcenie innych, potrafi precyzyjnie formułować pytania, rozumie potrzebę dalszego kształcenia się
K_U12	potrafi pracować indywidualnie i w zespole; ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania
KOMPETENCJE SPOŁECZNE	
K_K01	zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu
K_K02	rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; ma świadomość problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej (plagiat czy autoplaciat, fałszowanie danych)
K_K03	rozumie potrzebę popularyzacji wiedzy z zakresu fizyki w tym także najnowszych osiągnięć naukowych i technologicznych
K_K04	potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy

Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się

Część B) programu studiów

Wydział prowadzący studia:	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Kierunek na którym są prowadzone studia:	fizyka
Poziom studiów:	studia drugiego stopnia
Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:	poziom 7
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Przyporządkowanie kierunku do dyscypliny naukowej lub artystycznej (dyscyplin), do których odnoszą się efekty uczenia się:	Dyscyplina: nauki fizyczne (100%) Dyscyplina wiodąca: nauki fizyczne
Forma studiów:	studia stacjonarne
Liczba semestrów:	4
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:	fizyka, bez specjalności: 120 fizyka, specjalność nauczycielska: 122
Łączna liczba godzin zajęć dydaktycznych:	fizyka, bez specjalności: ok. 1270 ¹ fizyka, specjalność nauczycielska: ok 1300 ¹
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister
Wskazanie związku programu studiów z misją i strategią UMK:	II.1.4. Zwiększyć wykorzystanie aktywizujących, angażujących oraz opartych na pracy zespołowej metod kształcenia. II.1.5. Wdrażać nowoczesne metody, narzędzia i technologie kształcenia oraz ulepszać i wzbogacać infrastrukturę dydaktyczną. II.2.1. Zapewnić powiązanie oferowanych treści kształcenia z działalnością naukową. II.3.1. Regularnie badać potrzeby otoczenia oraz zmiany i trendy na rynku pracy. II.5.2. Zapewnić aktywny udział kluczowych interesariuszy w określaniu i doskonaleniu koncepcji kształcenia.

¹ W zależności od wyboru przedmiotów

Przedmioty/grupy zajęć wraz z zakładanymi efektami uczenia się				
Grupy przedmiotów	Przedmiot	Zakładane efekty uczenia się	Formy i metody kształcenia zapewniające osiągnięcie efektów uczenia się	Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta
Przedmioty wspólne dla studentów wybierających kierunek fizyka, bez specjalności oraz kierunek fizyka, specjalność nauczycielska				
Przedmioty rdzenia (wymagane 43 ECTS)	Elektrodynamika klasyczna / Classical Electrodynamics*	Efekty uczenia się - wiedza Student: • posiada pogłębioną wiedzę z zakresu teorii elektromagnetyzmu • posiada wiedzę na temat rozwiązywania cząstkowych równań różniczkowych, • posiada wiedzę na temat szczególnych rozwiązań równań Maxwella • posiada wiedzę na temat podstaw szczególnej teorii względności • posiada wiedzę z zakresu analizy macierzowej • posiada wiedzę na temat własności spektralnych ważnych klas macierzy, • posiada wiedzę na temat funkcji analitycznych • posiada wiedzę na temat funkcji Greena • posiada wiedzę w zakresie fizyki oraz matematyki niezbędną do opisu oraz analizy zjawisk fizycznych z dziedziny optyki kwantowej • zna podstawową problematykę i wybrane zagadnienia z ze współczesnej optyki kwantowej i atomowej oraz metody stosowane do ich opisu • zna zaawansowane metody doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i przeprowadzić skomplikowany eksperyment fizyczny • zna podstawy działania systemów pomiarowych i aparatury badawczej z różnych obszarów fizyki • zna metody oraz modele matematyczne używane w fizyce statystycznej • zna sposoby modelowania stosowane do opisu układu statystycznego, w szczególności termodynamiki układów gazowych i magnetycznych oraz kwantowej fizyki statystycznej • rozumie ograniczenia stosowanych modeli i potrzebę ich dalszego ulepszania Efekty uczenia się - umiejętności Student: • potrafi rozwiązywać równanie Laplace'a • potrafi wyznaczyć pole elektryczne dla zadanych rozkładów ładunków, • potrafi wyznaczyć pole magnetyczne dla zadanych rozkładów prądów, • potrafi zapisać równania Maxwella w postaci relatywistycznej, • potrafi stosować transformacje Lorentza • potrafi wyznaczyć pole promieniowania dipola elektrycznego • potrafi znaleźć rozkład spektralny dla macierzy normalnych,	• Metody dydaktyczne podające: - wykład informacyjny (konwencjonalny) - wykład konwersatoryjny • Metody dydaktyczne poszukujące: - ćwiczeniowa - giełda pomysłów - doświadczeń - klasyczna metoda problemowa - laboratoryjna - obserwacji	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwii, na pracowniach i w laboratoriach, w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje). Zaliczenie pracy magisterskiej wymaga akceptacji oraz recenzji promotora oraz pozytywnej opinii o pracy niezależnego recenzenta. Pracę magisterską
	Matematyczne metody fizyki / Mathematical Methods in Physics*			
	Optyka kwantowa 1 / Quantum Optics 1*			
	Pracownia fizyczna II cz.1 / Physics Laboratory 2 – part 1*			
	Elementy informatyki kwantowej / Elements of Quantum Informatics*			
	Optyka kwantowa 2 / Quantum Optics 2*			
	Pracownia fizyczna II cz.2 / Physics Laboratory 2 – part 1*			
	Fizyka statystyczna / Statistical Physics*			
	Konwersatorium popularyzacji fizyki / Popularization of Physics*			

		• potrafi wyznaczyć kanoniczną postać Jordana dla dowolnej macierzy kwadratowej, • potrafi sprawdzić warunki analityczności funkcji zmiennej zespolonej, • potrafi stosować twierdzenie o residuach do obliczania całek • potrafi wyznaczyć funkcję Greena dla operatora Laplace'a i operatora falowego • posiada umiejętność analizy i opisu matematycznego zjawisk fizycznych z zakresu optyki kwantowej oraz rozwiązywania standardowych problemów z tej dziedziny • potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w polskiej i anglojęzycznej literaturze fachowej i popularno-naukowej, a także w Internecie • potrafi określić kierunki dalszego zdobywania kompetencji w tematyce objętej kursem • umie zastosować naukowe metody do rozwiązywania problemów, przeprowadzenia eksperymentów i formułowaniu wniosków • potrafi planować i przeprowadzać skomplikowane eksperymenty i obserwacji w różnych obszarach fizyki i jej zastosowań • posiada umiejętność krytycznej analizy wyników pomiarów i obserwacji wraz z oceną niepewności wyników • potrafi zaprezentować wyniki badań eksperymentalnych w formie pisemnej • potrafi wyznaczyć zadane wielkości fizyczne na podstawie znanych modeli stosując metodę naukową przy rozwiązywaniu problemów z fizyki statystycznej • potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki statystycznej do wybranych problemów biofizyki Efekty uczenia się – kompetencje społeczne: Student: • zna ograniczenia swojej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się • ma świadomość problemów etycznych i uczciwości intelektualnej w kontekście rzetelności badawczej • rozumie potrzebę popularyzacji wiedzy z zakresu fizyki w tym także najnowszych osiągnięć naukowych i technologicznych		podsumowuje egzamin magisterski
Przedmioty z fizyki kwantowej (wymagane 10 ECTS)	Teoria atomu i cząsteczki / Atomic and Molecular Theory*	Efekty uczenia się - wiedza Student: • posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej w zakresie teorii układów wieloelektronowych, w szczególności w zakresie teorii układów atomowych i molekularnych • ma uporządkowaną, rozszerzoną wiedzę z fizyki oraz poszerzoną wiedzę w zakresie studiowanej specjalności; ma wiedzę o trendach rozwojowych i	• Metody dydaktyczne podające: - wykład informacyjny (konwencjonalny)	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla
	Teoria ciała stałego / Solid State Theory*			

		najistotniejszych osiągnięciach z dziedzin nauki i dyscyplin naukowych powiązanych z fizyką i zastosowaniami • zna podstawowe prawa fizyki kwantowej, • posiada wiedzę o podstawowych składnikach materii i rodzajach podstawowych oddziaływań między nim Efekty uczenia się - umiejętności Student: • potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu • posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów myślowych lub obserwacji w określonych obszarach fizyki teoretycznej lub jej zastosowań • potrafi dokonać krytycznej analizy problemu lub obliczeń teoretycznych • posiada umiejętność syntezy metod i typowych koncepcji w obszarze studiowanej specjalności • potrafi określić kierunki dalszego uzupełniania wiedzy i umiejętności (w tym samokształcenia) w zakresie wybranej specjalności oraz poza nią • potrafi w sposób zrozumiały, używając formalizmu matematycznego, przedstawiać podstawowe prawa fizyki kwantowej z zakresu ciała stałego; potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów i wnioskowaniu • potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, • potrafi odtworzyć tok rozumowania z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń • potrafi posługiwać się aparatem matematycznym w opisie i modelowaniu zjawisk i procesów fizycznych z zakresu fizyki ciała stałego Efekty uczenia się – kompetencje społeczne: Student: • zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się. • potrafi pracować indywidualnie i współpracować w grupie; jest świadomy odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania • rozumie i docenia znaczenie swojej jak i innych uczciwej intelektualnej aktywności. Jest świadomy występujących problemów etycznych w kontekście naukowej solidności (plagiatorstwo, fałszerstwo danych). • ma świadomość i zrozumienie społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy	• Metody dydaktyczne poszukujące: - ćwiczeniowa - klasyczna metoda problemowa	każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwii, na pracowniach i w laboratoriach, w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).
--	--	--	--	---

Przedmioty specjalistyczne do wyboru (Dla fizyki, bez specjalności wymagane 20 ECTS, Dla fizyki, specjalność nauczycielska wymagane 16 ECTS)	Klasyczna teoria pola / Classical Field Theory*	Efekty uczenia się - wiedza Student: • posiada pogłębioną wiedzę z zakresu teorii grup • posiada wiedzę na temat reprezentacji grup skończonych, • posiada wiedzę na temat reprezentacji zwartych grup Liego • posiada wiedzę na temat algebr Liego i ich reprezentacji • ma wiedzę o najistotniejszych osiągnięciach z dziedzin nauki i dyscyplin naukowych powiązanych z fizyką i zastosowaniami laserów • zna zasadę działania laserowych układów pomiarowych i aparatury, badawczej specyficznych dla obszaru zastosowań fizyki laserów • posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju fizyki laserów • zna rachunek tensorowy, • zna równania pola Einsteina, ich rozwiązania w najprostszych przypadkach (na zewnątrz i wewnątrz materii) i podstawowe efekty ogólnej teorii względności. • posiada pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej matematyki i metod matematycznych konieczną do rozwiązywania problemów fizycznych w wybranym obszarze fizyki lub w zakresie specjalności przewidzianej programem studiów • rozumie związek pomiędzy optyką w ujęciu geometrycznym (promienie) i falowym (równania Maxwella) • rozumie pojęcia przybliżenia optycznego oraz eikonału optycznego i promienia świetlnego i zna związek pomiędzy nimi • zna pojęcie optycznego odwzorowania • rozumie pojęcie wiązki gaussowskiej i sens fizyczny jej parametrów • rozumie różnicę pomiędzy stabilnym i niestabilnym modem rezonatora optycznego • rozumie zjawisko formowania się modów w płaskim światłowodzie aktywnym • rozumie metodę optyki macierzowej wraz ze sposobem opisu elementów składowych układów optycznych • zna warunek stabilności rezonatora • zna twierdzenie Kogelnika dla wiązek gaussowskich • rozumie różnicę pomiędzy radiometrią a fotometrią (subiektywną), zna definicje wielkości fizycznych stosowanych w obu działach fotometrii • zna zasady BHP w pracy z laserami, w tym klasyfikację źródeł promieniowania laserowego pod względem rodzaju zagrożeń • ma uporządkowaną, rozszerzoną wiedzę z matematyki, fizyki oraz zastosowań fizyki oraz poszerzoną wiedzę w zakresie studiowanej specjalności; ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych	• Metody dydaktyczne podające: - wykład informacyjny (konwencjonalny) • Metody dydaktyczne poszukujące: - ćwiczeniowa - doświadczeń - klasyczna metoda problemowa - laboratoryjna - obserwacji - projektu	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwii, na pracowniach i w laboratoriach, w postaci ocen realizowanych projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).
	Optyka laserowa / Laser Physics*			
	Mechanika kwantowa 2 / Quantum Mechanics 2*			
	Pracownia inżynierii optycznej / Optical Engineering Laboratory*			
	Wprowadzenie do fal grawitacyjnych / Introduction to Gravitational Waves*			
	Elementy teorii grup / Elements of Group Theory*			
	Fizyka i zastosowania laserów / Physics and Applications of Lasers*			
	Pracownia technologii i inżynierii materiałowej / Laboratory of Materials Engineering and Technology*			
	Kwantowa teoria pola / Quantum Field Theory* lub inne z listy ogłaszanej corocznie			

		osiągnięciach z dziedzin nauki i dyscyplin naukowych powiązanych z fizyką i zastosowaniami fizyki • ma wystarczającą wiedzę z techniki eksperymentu umożliwiającą planowanie oraz wykonanie eksperymentów pomiarowych i badawczych • zna zasadę działania układów pomiarowych i aparatury, badawczej specyficznych dla obszaru zastosowań fizyki w studiowanej specjalności • posiada wiedzę do zrozumienia typowych procesów technologicznych z zastosowaniami fizyki • posiada wiedzę dotyczącą historii odkrycia i badań fal grawitacyjnych • zna podstawy matematyczne opisu falowego w ramach Ogólnej Teorii Względności • zna konsekwencje rozwiązań równania falowego w ramach przybliżenia newtonowskiego • zna podstawowe relacje opisujące własności fal grawitacyjnych • z na podstawy teoretyczne na jakich opiera się detekcja i analiza sygnału grawitacyjnego • posiada rozszerzoną wiedzę o fizyce kwantowej: dotyczącą formalizmu Langrange'a i Hamiltona, twierdzenia Noether w zastosowaniu do opisu pól kwantowych (skalarnych, wektorowych i spinorowych), zna formalizm teorii pól oddziałujących, w szczególności elektrodynamiki kwantowej • posiada pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej kwantowej teorii pól oddziałujących, zna podstawowe metody renormalizacji • zna podstawowe pojęcia i definicje potrzebne do teoretycznego opisu pól kwantowych ; rozumie znaczenie symetrii w opisie układów kwantowych • posiada znajomość opisu oddziaływania pól fermionowych z elektromagnetycznymi i teorii renormalizacji • posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju elektrodynamiki kwantowej Efekty uczenia się - umiejętności Student: • potrafi wyznaczać skończone podgrupy grupy obrotów • potrafi wyznaczyć reprezentacje grupy symetrycznej • potrafi stosować technikę diagramów Younga do wyznaczania reprezentacji • potrafi znajdować nieredukowalne reprezentacje grupy obrotów • potrafi charakteryzować reprezentacje grupy Lorentza • potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów laserowych i wnioskowaniu w dziedzinie fizyki laserów • potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki do zagadnień fizyki laserów		
--	--	--	--	--

		• potrafi zastosować metody matematyczne do sformułowania i rozwiązania elementarnych problemów ogólnej teorii względności • potrafi posługiwać się aparatem matematycznym i wybranymi metodami numerycznymi w opisie i modelowaniu zjawisk i procesów fizycznych • potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w polskiej i anglojęzycznej literaturze fachowej i popularno-naukowej, a także w Internecie • potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu • posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów myślowych lub obserwacji w określonych obszarach fizyki teoretycznej lub jej zastosowań • potrafi dokonać krytycznej analizy problemu lub obliczeń teoretycznych • posiada umiejętność syntezy metod i typowych koncepcji w obszarze studiowanej specjalności • potrafi określić kierunki dalszego uzupełniania wiedzy i umiejętności (w tym samokształcenia) w zakresie wybranej specjalności oraz poza nią. • posiada umiejętność wyznaczania biegu promieni światła przez złożone układy optyczne za pomocą metod optyki • potrafi określić czy dany rezonator lasera jest stabilny • potrafi wyznaczyć stabilne mody gaussowskie rezonatora sferycznego lasera • potrafi posługiwać się wielkościami z zakresu radiometrii i fotometrii • potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu • posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów lub obserwacji w określonych obszarach fizyki lub jej zastosowań • potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników • używając właściwych metod, narzędzi oraz technik komputerowych potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub numerycznych) w formie pisemnej, ustnej, prezentacji multimedialnej lub plakatu, potrafi skutecznie komunikować się zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami w zakresie problematyki właściwej dla fizyki i zastosowań fizyki, potrafi popularyzować osiągnięcia nauki w ramach swojej specjalności lub pokrewnych obszarach studiowanej specjalności • potrafi analizować własności fal grawitacyjnych od prostych, modelowych źródeł • umie wyjaśnić i analizować podstawowe cechy sygnału grawitacyjnego • potrafi wykorzystać nabytą wiedzę teoretyczną do tworzenia i analizy systemów transmisji, kompresji lub szyfrowania danych, zna poszczególne		
--	--	---	--	--

		metody stosowane w ww. zagadnieniach, potrafi ocenić ich przydatność i skuteczność w konkretnych sytuacjach. • potrafi skwantować pole w ramach formalizmu Lagrange'a i Hamiltona • jest przygotowany do dalszych, bardziej zaawansowanych studiów nad teorią pól oddziałujących Efekty uczenia się – kompetencje społeczne: Student: • zna ograniczenia swojej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia • rozumie potrzebę zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu • rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; ma świadomość problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej (plagiat czy autoplaciat, fałszowanie danych) • rozumie potrzebę popularyzacji wiedzy z zakresu fizyki w tym także najnowszych osiągnięć naukowych i technologicznych • potrafi pracować samodzielnie i w zespole • docenia rolę nauk przyrodniczych i rozumie konieczność dalszego prowadzenia badań naukowych		
Wykład monograficzny do wyboru (wymagane 6 ECTS)	Wykład monograficzny (lista ogłaszana corocznie)			Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu na podstawie wyników egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).
Przedmioty z fizyki wysokich energii	Fizyka cząstek elementarnych / Particle Physics*	Efekty uczenia się - wiedza Student:	Metoda dydaktyczna podająca:	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez

(wymagane 6 ECTS)	Wszechświat wysokich energii / High-Energy Universe	• zna podstawowe pojęcia z dziedziny fizyki cząstek elementarnych • zna podstawowe modele cząstek elementarnych • zna podstawowe metody eksperymentalne współczesnej fizyki cząstek elementarnych • rozumie związek fizyki cząstek elementarnych z astrofizyką i kosmologią • posiada wiedzę na temat wszystkich ważniejszych badań i odkryć, które doprowadziły do zapoczątkowania obserwacji astronomicznych w zakresie promieniowania X i gamma • potrafi wymienić instrumenty, które prowadziły lub nadal prowadzą badania w zakresie promieniowania rentgenowskiego oraz podać najważniejsze odkrycia jakich dokonano przy ich pomocy • zna wszystkie ważniejsze satelitarne i naziemne obserwatoria promieniowania gamma, potrafi opisać odkrycia dokonane za ich pomocą • potrafi opisać techniki detekcji promieniowania jakie są stosowane w pomiarach emisji X i gamma • posiada wiedzę o procesach fizycznych, które prowadzą do emisji X i gamma w źródłach astronomicznych • umie opisać podstawowe procesy przyspieszania cząstek w źródłach astronomicznych Efekty uczenia się - umiejętności Student: • umie opisać, analizować i zinterpretować zjawiska fizyczne z zakresu fizyki cząstek elementarnych • umie przedstawić istotę działania urządzeń stosowanych w badaniach fizyki wysokich energii • dysponuje wiedzą z zakresu fizyki cząstek elementarnych pozwalającą na samodzielne uzupełnianie wykształcenia • potrafi opisać wszystkie ważniejsze procesy fizyczne, które są obserwowane w źródłach promieniowania X i gamma • zdolny jest przygotować i przedstawić referat popularnonaukowy na temat wybranego zagadnienia z astrofizyki wysokich energii • potrafi podjąć dalsze zgłębianie wiedzy w zakresie astrofizyki wysokich energii na podstawie profesjonalnych źródeł naukowych Efekty uczenia się – kompetencje społeczne: Student: • zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia • ma świadomość rozstrzygającej roli eksperymentu • rozumie znaczenie badań z zakresu fizyki cząstek elementarnych i fizyki wysokich energii dla wiedzy o strukturze i naturze Wszechświata	- wykład informacyjny (konwencjonalny)	studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu na podstawie wyników egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).

		• zna ograniczenia własnej wiedzy, ale wie gdzie może uzyskać więcej informacji na wybrany temat • potrafi formułować własne opinie na temat wyników aktualnych oraz przeszłych badań naukowych i potrafi te opinie odpowiednio uzasadnić • rozumie potrzebę promocji wiedzy fizycznej, również na temat najnowszych odkryć		
Przedmioty dotyczące dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych (do wyboru, dla kierunku fizyka, bez specjalności wymagane 6 ECTS, dla kierunku fizyka, specjalność nauczycielska wymagane 3 ECTS, bez przedmiotu ogólnouniwersyteckiego)	Innowacje	Efekty uczenia się – wiedza Student: • ma wiedzę podstawową nt. dóbr intelektualnych i sposobów ich ochrony • opisuje różne aspekty pracy zespołowej i pełnionych ról w zespole • potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie, • potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie • zna założenia metody Design thinking • ma podstawową wiedzę na temat zaawansowanej matematyki, teorii prawdopodobieństwa i statystyki niezbędną w teorii niezawodności • ma rozszerzoną wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów, systemów technicznych, systemów informatycznych. Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu informatyki stosowanej i automatyki i robotyki w tym analizy stabilności systemów. Ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie zasad konstruowania i analiz dotyczących czasu oceny życia systemu koniecznych w pracy • zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla fizyki i zastosowań fizyki efekty kierunkowe. Efekty uczenia się - umiejętności Student: • posiada umiejętność wstępnej oceny stopnia innowacyjności danego rozwiązania • potrafi rozpoznać optymalny dla siebie rodzaj pracy i naturalną rolę w pracy zespołowej • analizuje swoje kompetencje i potrafi nimi świadomie zarządzać • potrafi samodzielnie ocenić czas życia i niezawodność złożonego procesu technologicznego, produkcyjnego lub programu komputerowego • zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się oraz	- Metody dydaktyczne podające: - pogadanka - wykład konwersatoryjny - wykład problemowy - Metody dydaktyczne poszukujące: - seminaryjna, - giełda pomysłów	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu na podstawie wyników egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).
	Teoria niezawodności			
	Przedsiębiorczość			
	Organizacja i finansowanie badań / Organization and Funding of Research*			
	Przedmiot ogólnouniwersytecki – tylko dla kierunku fizyka, bez specjalności.			

		zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu, Efekty uczenia się – kompetencje społeczne: Student: • ma świadomość znaczenia własnej pracy dla dobra społecznego • ma świadomość własnej sprawczości i innowacyjności • kształtowanie postawy proaktywnej, przywódczej • ma świadomość ważności rzetelności i uczciwości • potrafi ocenić czy jego wiedza jest wystarczająca do rozpoczęcia oceny czasu życia i niezawodności procesów technologicznych czy złożonych systemów informatycznych, czy systemów pomiarowych • potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy		
Język obcy (wymagane 3 ECTS)	Język angielski dla nauk ścisłych 2	Efekty uczenia się - umiejętności Student: • potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią, • potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców.	Metoda kognitywno - komunikacyjna z zastosowaniem różnych mediów oraz urozmaiconych form pracy studenta.	Na sposoby weryfikacji osiągniętych kompetencji składają się: - ocena ciągła (bieżące przygotowanie do zajęć, odrabianie zadań domowych oraz aktywność na zajęciach) - śródsesemestralne pisemne testy kontrolne obejmujące sprawdzenie opanowanych przez studenta zagadnień - śródsesemestralne kolokwia prace pisemne - wypowiedzi ustne - Egzamin sprawdzający kompetencje językowe B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego
Praca dyplomowa (wymagane 26 ECTS)	Proseminarium magisterskie (w języku angielskim) / Master's Diploma Proseminar*	Efekty uczenia się - wiedza Student:	Metody dydaktyczne poszukujące: - seminaryjna	Zaliczenie seminarium magisterskiego na podstawie

	Pracownia magisterska cz.1	• posiada szeroką wiedzę teoretyczną i praktyczną w tematyce pracy magisterskiej. Efekty uczenia się - umiejętności Student: • potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu, posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów, obserwacji lub obliczeń w określonych obszarach studiowanej dyscypliny lub jej zastosowań, potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, zarówno z baz danych jak i innych źródeł • potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń wraz z oceną dokładności wyników • potrafi przedstawić wyniki badań własnych i zaczerpnięte z literatury w formie pisemnej, ustnej i w prezentacji multimedialnej, na poziomie specjalistycznym i popularnym • potrafi krytycznie ocenić i dyskutować wyniki badań własnych i obcych ze studiowanej dziedziny • zna język angielski w stopniu umożliwiającym efektywne korzystanie z literatury fachowej • potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub numerycznych) w formie pracy magisterskiej Efekty uczenia się – kompetencje społeczne: Student: • zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia • rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób, ma świadomość problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej: plagiat czy autoplgiat, fałszowanie danych • potrafi formułować opinie na temat zagadnień studiowanej dziedziny i rozumie potrzebę popularyzacji jej osiągnięć • rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej i rzetelności badawczej i zawodowej • ma świadomość konieczności dotrzymywania terminów	- referatu - projektu - doświadczeń - klasyczna metoda problemowa - laboratoryjna Praca magisterska jest pracą pisemną w oparciu o własne badania, symulacje, doświadczenia konfrontującą zdobytą wiedzę i umiejętności z aktualnym stanem wiedzy.	przedstawionego referatu. Zaliczenie pracowni magisterskiej na podstawie postępów w formułowaniu pracy dyplomowej zakończonych jej złożeniem. Zaliczenie pracy magisterskiej wymaga akceptacji oraz recenzji promotora oraz pozytywnej opinii o pracy niezależnego recenzenta. Pracę dyplomową podsumowuje egzamin magisterski.
	Seminarium magisterskie / Master’s Diploma Seminar*			
	Pracownia magisterska cz.2			
	Praca magisterska			
Przedmioty bloku pedagogicznego dla studentów wybierających kierunek fizyka, specjalność nauczycielska				
Blok zajęć pedagogicznych 2 (wymagane 9 ECTS)	Pedagogika	Efekty uczenia się związane z kierunkiem fizyka drugiego stopnia – wiedza (A.1.W) Absolwent zna i rozumie na poziomie pogłębionym:	• Metody dydaktyczne podające: - pogadanka	Stopień osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się przez studentów jest
	Dydaktyka fizyki 2			
	Pracownia dydaktyki fizyki 2			

	Praktyka nauczycielska (Praktyka metodyczna w szkole)	• rolę eksperymentu fizycznego w edukacji i badaniach naukowych; koncepcje, zasady i teorie dydaktyki jako części nauk fizycznych; historyczny rozwój fizyki, teorie dydaktyki fizyki i ich implementacje; na poziomie pogłębionym zagadnienia merytoryczne dyscyplin fizycznych objętych programami szkół ponadpodstawowych; • zaawansowane metody, formy i środki dydaktyczne pozwalające zaplanować i przeprowadzić lekcję fizyki i/lub wykład na określony temat; sposoby wizualizacji, w tym multimedialne, koncepcji fizyki współczesnej; w zakresie pogłębionym zagadnienia merytoryczne i trudności dydaktyczne w tematach objętych programami nauczania fizyki szkoły ponadpodstawowej; • treści działów fizyki ujętych w programach nauczania na poziomie szkół ponadpodstawowych; aparat matematyczny pozwalający na dogłębne wyjaśnienie równań fizyki; metody matematyczne i numeryczne stosowane w dydaktycznych doświadczeniach sterowanych komputerowo; zaawansowane techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować, przeprowadzić eksperyment oraz przeanalizować i zinterpretować jego wyniki; zasady działania komputerowych interface'ów pomiarowych oraz ich ograniczenia; jednostki układu SI i niektóre inne, dydaktycznie przydatne; zasady oceny niepewności doświadczeń fizycznych; zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w szkolnym laboratorium dydaktycznym; • znaczenie prawnych aspektów zawodu nauczyciela oraz uwarunkowań etycznych roli wychowawcy młodzieży; Efekty uczenia się związane z kierunkiem fizyka drugiego stopnia – umiejętności (A.1.U) Absolwent potrafi na poziomie pogłębionym: • w sposób zrozumiały, używając właściwej metodologii wyjaśnić zaawansowane zagadnienia interdyscyplinarne na poziomie szkoły ponadpodstawowej; w sposób popularny przedstawić zjawiska fizyczne za pomocą prostych doświadczeń; zastosować posiadaną wiedzę o zjawiskach fizycznych dla zaplanowania, przygotowania i przeprowadzenia doświadczeń z fizyki oraz dla wnioskowania o wynikach doświadczeń i źródłach niepewności; dokonać krytycznej analizy wyników obserwacji i pomiarów oraz właściwie interpretować zjawiska zasadnicze i uboczne, stawiać hipotezy badawcze oraz oceniać zgodność wyników z modelami; • posługiwać się terminologią naukową i stosować metodologię opisu zjawisk fizycznych oraz wyjaśniać je na poziomie ucznia szkoły ponadpodstawowej; samodzielnie wyszukiwać informacje w polskiej i obcej literaturze fachowej i popularno-naukowej, a także w Internecie; w sposób popularny, na poziomie szkoły ponadpodstawowej, przedstawić najnowsze osiągnięcia z zakresu fizyki współczesnej	- wykład konwersatoryjny - wykład problemowy • Metody dydaktyczne poszukujące: - seminaryjna, - giełda pomysłów - laboratoryjna - projektu - ćwiczeniowa - doświadczeń - obserwacji - okrągłego stołu - oxfordzka - sytuacyjna - WebQuest • Metody dydaktyczne eksponujące: - inscenizacja - pokaz - symulacyjna (gier symulacyjnych) - wystawa	kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu na podstawie wyników egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje). Zaliczenia praktyki metodycznej dokonuje się w oparciu o raport z praktyk potwierdzony przez jednostkę oświatową oraz opinię opiekuna praktyk
--	--	--	---	---

		• samodzielnie przygotować lekcję fizyki na poziomie ponadpodstawowym oraz zorganizować pracę grupową uczniów; pracować indywidualnie i w zespole zarówno studenckim jak i współpracować z zespołami uczniowskimi realizując zadania z zakresu fizyki; rozpoznawać potrzeby, możliwości i uzdolnienia uczniów oraz projektować działania wspierające integralny rozwój uczniów; Efekty uczenia się związane z kierunkiem fizyka drugiego stopnia – kompetencje społeczne (A.1.K) Absolwent jest gotów, na poziomie pogłębionym, do: • rozpoznania ograniczeń własnej wiedzy; zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemów merytorycznych, doświadczalnych, czy też związanych z nowoczesnymi technikami komputerowymi w eksperymentach dydaktycznych; rozpoznania złożoności problematyk edukacyjnych i pedagogicznych współczesnej szkoły ponadpodstawowej; posługiwania się uniwersalnymi zasadami i normami etycznymi w działalności zawodowej, kierując się szacunkiem dla każdego człowieka • podjęcia odpowiedzialności społecznej związanej z zawodem nauczyciela, tak w zakresie przygotowania przedmiotowego ucznia jak i kształtowania postaw zawodowo-społecznych młodzieży, szerzenia rozumienia znaczenia nauki i edukacji dla rozwoju społeczeństwa; popularyzacji wiedzy z zakresu zaawansowanej fizyki, w tym także najnowszych osiągnięć naukowych i technologicznych; działania w sposób promujący zrozumienie osiągnięć współczesnej fizyki w społeczeństwie; Efekty uczenia się wynikające z załącznika nr 1 do Rozporządzenia MNiSW z dnia 25 lipca 2019 r. w sprawie standardów kształcenia przygotowujących do wykonywania zawodu nauczyciela Efekty uczenia się – wiedza Absolwent zna i rozumie na poziomie pogłębionym: B2.W2: rolę nauczyciela i koncepcje pracy nauczyciela: etykę zawodową nauczyciela, nauczycielską pragmatykę zawodową – prawa i obowiązki nauczycieli, zasady odpowiedzialności prawnej opiekuna, nauczyciela, wychowawcy i za bezpieczeństwo oraz ochronę zdrowia uczniów, tematykę oceny jakości pracy nauczyciela, zasady projektowania ścieżki własnego rozwoju zawodowego, rolę początkującego nauczyciela w szkolnej rzeczywistości, uwarunkowania sukcesu w pracy nauczyciela oraz choroby związane z wykonywaniem zawodu nauczyciela; B.2.W4: zasady pracy opiekuńczo-wychowawczej nauczyciela: obowiązki nauczyciela jako wychowawcy klasy, metodykę pracy wychowawczej, program pracy wychowawczej, style kierowania klasą, ład i dyscyplinę, poszanowanie godności dziecka, ucznia lub wychowanka, różnicowanie, indywidualizację i		
--	--	---	--	--

		personalizację pracy z uczniami, funkcjonowanie klasy szkolnej jako grupy społecznej, procesy społeczne w klasie, rozwiązywanie konfliktów w klasie lub grupie wychowawczej, animowanie życia społeczno-kulturalnego klasy, wspieranie samorządności i autonomii uczniów, rozwijanie u dzieci, uczniów lub wychowanków kompetencji komunikacyjnych i umiejętności społecznych niezbędnych do nawiązywania poprawnych relacji; pojęcia integracji i inkluzji; sytuację dziecka z niepełnosprawnością fizyczną i intelektualną w szkole ogólnodostępnej, problemy dzieci z zaburzeniami ze spektrum autyzmu i ich funkcjonowanie, problemy dzieci zaniedbanych i pozbawionych opieki oraz szkolną sytuację dzieci z doświadczeniem migracyjnym; problematykę dziecka w sytuacji kryzysowej lub traumatycznej; zagrożenia dzieci i młodzieży: zjawiska agresji i przemocy, w tym agresji elektronicznej, oraz uzależnień, w tym od środków psychoaktywnych i komputera, a także zagadnienia związane z grupami nieformalnymi, podkulturami młodzieżowymi i sektami; B.2.W5: sytuację uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi: specjalne potrzeby edukacyjne uczniów i ich uwarunkowania (zakres diagnozy funkcjonalnej, metody i narzędzia stosowane w diagnozie), konieczność dostosowywania procesu kształcenia do specjalnych potrzeb edukacyjnych uczniów (projektowanie wsparcia, konstruowanie indywidualnych programów) oraz tematykę oceny skuteczności wsparcia uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi; D.1./E.1.W1 miejsce fizyki w ramowych planach nauczania w szkole ponadpodstawowej, wyrażone w wymaganiach ogólnych podstawy programowej i treściach programowych; D.1./E.1.W2 podstawę programową, cele kształcenia i treści nauczania fizyki w szkole na poziomie ponadpodstawowym; D.1./E.1.W3: integrację wewnątrz- i międzyprzedmiotową; zagadnienia związane z programem nauczania fizyki na poziomie szkoły ponadpodstawowej – tworzenie i modyfikację, analizę, ocenę, dobór i zatwierdzanie oraz zasady projektowania procesu kształcenia oraz rozkładu materiału; D.1./E.1.W4: kompetencje merytoryczne, dydaktyczne nauczyciela fizyki, w tym potrzebę zawodowego rozwoju, także z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnej, oraz dostosowywania sposobu komunikowania się do poziomu rozwoju uczniów i stymulowania aktywności poznawczej uczniów, w tym; kreowania sytuacji dydaktycznych; rolę nauczyciela fizyki jako popularyzatora wiedzy D.1./E.1.W5: konwencjonalne i niekonwencjonalne metody nauczania, w tym metody aktywizujące i metodę projektów, proces uczenia się przez działanie, odkrywanie lub dociekanie ucznia;		
--	--	--	--	--

		D.1./E.1.W6: metodykę realizacji poszczególnych treści w uczeniu fizyki na poziomie szkoły ponadpodstawowej – rozwiązania merytoryczne i metodyczne, dostosowanie działań do potrzeb i możliwości uczniów o różnym potencjale; typowe w uczeniu się fizyki na poziomie ponadpodstwowym błędy uczniowskie, ich rolę i sposoby wykorzystania w procesie dydaktycznym; D.1./E.1.W7: organizację pracy w klasie szkolnej i grupach, w szkole ponadpodstawowej: potrzebę indywidualizacji nauczania, zagadnienie nauczania interdyscyplinarnego, formy pracy specyficzne dla nauczania fizyki: zajęcia terenowe i laboratoryjne, doświadczenia i konkursy oraz zagadnienia związane z pracą domową; D.1. /E.1.W8: pomoce dydaktyczne z zakresu fizyki na poziomie szkoły ponadpodstawowej – dobór i wykorzystanie zasobów edukacyjnych, w tym elektronicznych i obcojęzycznych, edukacyjne zastosowania mediów i technologii informacyjno-komunikacyjnej; potrzebę wyszukiwania, adaptacji i tworzenia elektronicznych zasobów edukacyjnych i projektowania multimedialnych; D.1./E.1.W9: metody kształcenia fizyki w zakresie pogłębionym, a także znaczenie odpowiedzialnego i krytycznego wykorzystywania mediów cyfrowych oraz poszanowania praw własności intelektualnej; D.1./E.1.W10: rolę diagnozy, kontroli i oceniania w pracy dydaktycznej na poziomie szkoły ponadpodstawowej; ocenianie i jego rodzaje: ocenianie bieżące, semestralne i roczne, ocenianie wewnętrzne i zewnętrzne; funkcje oceny; D.1./E.1.W11: egzaminy kończące etap edukacji w szkole ponadpodstawowej i sposoby konstruowania testów, sprawdzianów oraz innych narzędzi przydatnych w procesie oceniania uczniów w ramach nauki fizyki; D.1./E.1.W12: diagnozę wstępną grupy uczniowskiej i każdego ucznia w kontekście wiedzy i umiejętności z zakresu fizyki na poziomie szkoły ponadpodstawowej oraz sposoby wspomagania rozwoju poznawczego uczniów; potrzebę kształtowania pojęć, postaw, umiejętności praktycznych, w tym rozwiązywania problemów, i wykorzystywania wiedzy; metody i techniki skutecznego uczenia się; metody strukturyzacji wiedzy oraz konieczność powtarzania i utrwalania wiedzy i umiejętności; D.1./E.1.W13: znaczenie rozwijania umiejętności osobistych i społeczno-emocjonalnych uczniów nastoletnich: potrzebę kształtowania umiejętności współpracy uczniów szkół ponadpodstawowych, w tym grupowego rozwiązywania problemów oraz budowania systemu wartości i rozwijania postaw etycznych uczniów, a także kształtowania kompetencji komunikacyjnych i nawyków kulturalnych; D.1./E.1.W14: warsztat pracy nauczyciela fizyki w szkole ponadpodstawowej; właściwe wykorzystanie czasu lekcji przez ucznia i nauczyciela; zagadnienia związane ze sprawdzaniem i ocenianiem jakości kształcenia oraz jej ewaluacją,		
--	--	--	--	--

		a także z koniecznością analizy i oceny własnej pracy dydaktyczno-wychowawczej; D.1./E.1.W15: potrzebę kształtowania u ucznia pozytywnego stosunku do nauki, rozwijania ciekawości, aktywności i samodzielności poznawczej, logicznego i krytycznego myślenia, kształtowania motywacji do uczenia się danego przedmiotu i nawyków systematycznego uczenia się, korzystania z różnych źródeł wiedzy, w tym z Internetu, oraz przygotowania ucznia do uczenia się przez całe życie przez stymulowanie go do samodzielnej pracy. D.2./E.1.W1. zadania dydaktyczne z zakresu nauczania fizyki realizowane przez szkołę ponadpodstawową, D.2./E.1.W2 sposób funkcjonowania oraz organizację pracy dydaktycznej z zakresu nauczania fizyki szkoły ponadpodstawowej D.2./E.1.W3. rodzaje dokumentacji działalności dydaktycznej prowadzonej w szkole ponadpodstawowej. Efekty uczenia się – umiejętności Absolwent potrafi na poziomie pogłębionym: B.2.U1. wybrać program nauczania zgodny z wymaganiami podstawy programowej i dostosować go do potrzeb edukacyjnych uczniów; B.2.U2. zaprojektować ścieżkę własnego rozwoju zawodowego; B.2.U3. formułować oceny etyczne związane z wykonywaniem zawodu nauczyciela; B.2.U4. nawiązywać współpracę z nauczycielami oraz ze środowiskiem pozaszkolnym; B.2.U5. rozpoznawać sytuację zagrożeń i uzależnień uczniów; B.2.U6. zdiagnozować potrzeby edukacyjne ucznia i zaprojektować dla niego odpowiednie wsparcie; B.2.U7. określić przybliżony potencjał ucznia i doradzić mu ścieżkę rozwoju; D.1./E.1.U1: identyfikować typowe zadania szkolne z celami kształcenia w zakresie fizyki na poziomie szkoły ponadpodstawowej, w szczególności z wymaganiami ogólnymi podstawy programowej, oraz z kompetencjami kluczowymi; D.1./E.1.U2: przeanalizować rozkład materiału; D.1./E.1.U3: identyfikować powiązania treści nauczania fizyki z innymi treściami nauczania; D.1./E.1.U4: dostosować sposób komunikacji do poziomu rozwojowego uczniów nastoletnich; D.1./E.1.U5: kreować sytuacje dydaktyczne służące aktywności i rozwojowi zainteresowań uczniów oraz popularyzacji wiedzy; D.1./E.1.U6: podejmować skuteczną współpracę w procesie dydaktycznym z rodzicami lub opiekunami uczniów, pracownikami szkoły ponadpodstawowej i środowiskiem pozaszkolnym;		
--	--	---	--	--

		D.1./E.1.U7: dobierać metody pracy klasy oraz środki dydaktyczne, w tym z zakresu technologii informacyjno- komunikacyjnej, aktywizujące uczniów i uwzględniające ich zróżnicowane potrzeby edukacyjne na poziomie szkoły ponadpodstawowej; D.1./E.1.U8: merytorycznie, profesjonalnie i rzetelnie oceniać pracę uczniów nastoletnich wykonywaną w klasie i w domu; D.1./E.1.U9: skonstruować sprawdzian z fizyki na poziomie szkoły ponadpodstawowej, służący ocenie danych umiejętności uczniów; D.1./E.1.U10: rozpoznać typowe dla uczenia się fizyki na poziomie ponadpodstawowym błędy uczniowskie i wykorzystać je w procesie dydaktycznym; D.1./E.1.U11: przeprowadzić wstępną diagnozę umiejętności ucznia, z zakresu fizyki na poziomie szkoły ponadpodstawowej. D.2./E.1.U1 wyciągnąć wnioski z obserwacji pracy dydaktycznej nauczyciela fizyki w szkole ponadpodstawowej, jego interakcji z uczniami nastoletnimi oraz sposobu planowania i przeprowadzania zajęć dydaktycznych; aktywnie obserwować stosowane przez nauczyciela metody i formy pracy oraz wykorzystywane pomoce dydaktyczne z zakresu fizyki, a także sposoby oceniania uczniów oraz zadawania i sprawdzania pracy domowej, D.2./E.1.U1 zaplanować i przeprowadzić pod nadzorem opiekuna praktyk zawodowych serię lekcji lub zajęć z fizyki w szkole ponadpodstawowej; D.2./E.1.U3 analizować, przy pomocy opiekuna praktyk zawodowych oraz nauczycieli akademickich prowadzących zajęcia w zakresie przygotowania psychologiczno-pedagogicznego, sytuacje i zdarzenia pedagogiczne zaobserwowane lub doświadczane w czasie praktyk; Efekty uczenia się – kompetencje społeczne Absolwent jest gotów, na poziomie pogłębionym, do: B.2.K2. profesjonalnego rozwiązywania konfliktów w klasie szkolnej lub grupie wychowawczej; B.2.K3. samodzielnego pogłębiania wiedzy pedagogicznej; B.2.K4. współpracy z nauczycielami i specjalistami w celu doskonalenia swojego warsztatu pracy. D.1./E.1.K1: twórczego poszukiwania najlepszych rozwiązań dydaktycznych sprzyjających postępom; D.1./E.1.K2: popularyzowania wiedzy wśród uczniów i w środowisku szkół ponadpodstawowych oraz pozaszkolnym; D.1./E.1.K3: samodzielnego pogłębiania wiedzy pedagogicznej; D.1./E.1.K4: promowania odpowiedzialnego i krytycznego wykorzystywania mediów cyfrowych oraz poszanowania praw własności intelektualnej; D.1.K5: kształtowania umiejętności współpracy uczniów nastoletnich, w tym grupowego rozwiązywania problemów;		
--	--	---	--	--

		D.1./E.1.K6: budowania systemu wartości i rozwijania postaw etycznych uczniów oraz kształtowania ich kompetencji komunikacyjnych i nawyków kulturalnych; D.1./E.1.K7: rozwijania u uczniów ciekawości, aktywności i samodzielności poznawczej oraz logicznego i krytycznego myślenia; D.1./E.1.K8: kształtowania nawyku systematycznego uczenia się i korzystania z różnych źródeł wiedzy, w tym z Internetu; D.1./E.1.K9: stymulowania uczniów do uczenia się przez całe życie przez samodzielną pracę. D.2./E.1.K1: skutecznego współdziałania z opiekunem praktyk zawodowych i nauczycielami w celu poszerzania swojej wiedzy dydaktycznej z zakresu nauczania fizyki oraz rozwijania umiejętności wychowawczych.		
Praktyki				
Wymiar praktyk	60 godz. w ciągu jednego miesiąca w przerwie wakacyjnej (typowo we wrześniu) między I i II rokiem studiów.			
Forma odbywania praktyk	Praktyka metodyczna 2 odbywana w szkole pod opieką doświadczonego nauczyciela			
Zasady odbywania praktyk	Praktyki odbywają tylko studenci wybierający kierunek fizyka, specjalność nauczycielska. Student odbywa praktykę metodyczną w wybranej szkole ponadpodstawowej. W czasie prowadzonej praktyki w szkole student zobowiązany jest prowadzić dziennik praktyk, a na zakończenie wykazać się opinią opiekuna praktyk.			

*Zajęcia mogą odbywać się w języku polskim lub w języku angielskim.

Szczegółowe wskaźniki punktacji ECTS			
Dyscypliny naukowe lub artystyczne, do których odnoszą się efekty uczenia się:			
	Dyscyplina naukowa lub artystyczna	Punkty ECTS	
		liczba	%
	<i>Kierunek: fizyka, bez specjalności</i> Nauki fizyczne:	120	100 %
	<i>Kierunek: fizyka, specjalność nauczycielska</i> Nauki fizyczne:	122	100 %

Grupy przedmiotów zajęć	Przedmiot	Liczba punktów ECTS	Liczba ECTS w dyscyplinie: (wpisać nazwy dyscyplin)				Liczba punktów ECTS z zajęć do wyboru	Liczba punktów ECTS, jaką student uzyskuje w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących	Liczba punktów ECTS, które student uzyskuje realizując zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów/ zajęcia kształtujące umiejętności praktyczne
			Fizyka	Inne					
Przedmioty rdzenia (łącznie 43 ECTS)	Elektrodynamika klasyczna / Classical Electrodynamics*	5	5					2,5	2,5
	Matematyczne metody fizyki / Mathematical Methods in Physics*	5	5					2,5	2,5
	Optyka kwantowa 1 / Quantum Optics 1*	5	5					2,5	2,5
	Pracownia fizyczna II cz.1 / Physics Laboratory 2 – part 1*	5	5					3	3
	Elementy informatyki kwantowej / Elements of Quantum Informatics*	5	5					2,5	2,5
	Optyka kwantowa 2 / Quantum Optics 2*	5	5					2,5	4
	Pracownia fizyczna II cz.2 / Physics Laboratory 2 – part 2*	5	5					3	3
	Fizyka statystyczna / Statistical Physics*	5	5					2,5	2,5
	Konwersatorium popularyzacji fizyki / Popularization of Physics*	3	3					1,5	1,5
Przedmioty z fizyki kwantowej (łącznie 10 ECTS)	Teoria atomu i cząsteczki / Atomic and Molecular Theory*	5	5					2,5	4
	Teoria ciała stałego / Solid-State Theory*	5	5					2,5	4
Przedmioty specjalistyczne do wyboru									
Fizyka, bez specjalności (wymagane 20 ECTS)		20	20				20	10	10
Fizyka, spec. nauczycielska		16	16				16	10	10

(wymagane 16 ECTS)									
	Klasyczna teoria pola / Classical Field Theory*	5							
	Optyka laserowa / Laser Optics*	5							
	Mechanika kwantowa 2 / Quantum Mechanics 2*	5							
	Pracownia inżynierii optycznej / Optical Engineering Laboratory*	5							
	Wprowadzenie do fal grawitacyjnych / Introduction to Gravitational Waves*	3							
	Elementy teorii grup / Elements of Group Theory*	3							
	Fizyka i zastosowanie laserów / Physics and Applications of Lasers*	5							
	Pracownia technologii i inżynierii materiałowej / Laboratory of Materials Engineering and Technology*	5							
	Kwantowa teoria pola / Quantum Field Theory* lub inne z listy ogłaszanej corocznie	5							
Wykład monograficzny do wyboru (łącznie 6 ECTS)	Wykład monograficzny	6	6				6	3	6
Przedmioty z fizyki wysokich energii (łącznie 6 ECTS)	Fizyka cząstek elementarnych / Particle Physics*	3	3					1,5	1,5
	Wszechświat wysokich energii / High-Energy Universe*	3	3					1,5	1,5
Przedmioty dotyczące dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych do wyboru:									
fizyka, bez specjalności, wymagane 6 ECTS				6			6	3	0
fizyka, specjalność nauczycielska, wymagane 3 ECTS (bez przedmiotu ogólnouniwersyteckiego)				3			3	1,5	0
	Innowacje	2							

	Teoria niezawodności	1							
	Organizacja i finansowanie badań / Organization and Funding of Research*	2							
	Przedsiębiorczość	1							
	Przedmiot ogólnouniwersytecki	3							
Język obcy (łącznie 3 ECTS)	Język angielski dla nauk ścisłych 2	3		3				2	1
Praca dyplomowa (łącznie 26 ECTS)	Proseminarium magisterskie (w języku angielskim) / Master's Diploma Proseminar*	2	2					1	2
	Pracownia magisterska cz.1	1	1				1	1	1
	Seminarium magisterskie / Master's Diploma Seminar*	2	2					1	2
	Pracownia magisterska cz.2	1	1				1	1	1
	Praca magisterska	20	20				20	8	20
Fizyka, bez specjalności									
Razem wymagane punktów		120	111	9			54	60,5	78
Udział procentowy			92,5%	7,5%			45%	50,4%	65%
Fizyka, specjalność nauczycielska									
Blok zajęć pedagogicznych (wymagane 9 ECTS)**		9	7	2			9	4,5	
	Pedagogika			2					
	Dydaktyka fizyki 2		2						
	Pracownia dydaktyki fizyki 2		2						
	Praktyka nauczycielska (Praktyka metodyczna w szkole)		3						
Razem wymagane punktów		122	114	8			56	63,5	78
Udział procentowy			93,4%	6,6%			45,9%	52%	63,9%

* Zajęcia mogą odbywać się w języku polskim lub w języku angielskim.

Grupy przedmiotów	Przedmiot	Treści programowe
Przedmioty rdzenia	Elektrodynamika klasyczna /	Wprowadzenie do przedmiotu: historia równań Maxwella; alternatywne nieliniowe teorie pola elektromagnetycznego, np. teoria Borna-Infelda.

(wymagane 43 ECTS)	Classical Electrodynamics*	• Wielkości opisujące pole elektromagnetyczne oraz źródła: pola elektryczne i magnetyczne; pole indukcji elektrycznej i magnetycznej. • Równania Maxwella: postać różniczkowa, postać całkowa, warunki brzegowe na granicy ośrodków. • Równania Maxwella w ośrodkach materialnych: polaryzacja elektryczna, magnetyzacja, równania materiałowe, ośrodki jednorodny, ośrodki izotropowe. • Prawa zachowania w teorii Maxwella: prawo zachowania ładunku (równanie ciągłości), prawo zachowania energii (wektor Poyntinga), prawo zachowania pędu (tensor napięć Maxwella). • Elementy szczególnej teorii względności: zasada względności Einsteina, czasoprzestrzeń Minkowskiego, 4-wektory, transformacje Lorentza, interwał czasoprzestrzenny, 4-wektory przestrzenne i czasowe. • Relatywistyczne sformułowanie mechaniki klasycznej: 4-prędkość, 4-pęd, 4-siła, równania Newtona. • Relatywistyczne sformułowanie elektrodynamiki: 4-potencjał, 4-prąd, tensor Faradaya, równania Maxwella w postaci kowariantnej, transformacje cechowania (cechowanie Lorenza). • Relatywistyczne sformułowanie praw zachowania: prawo zachowania ładunku, prawo zachowania energii oraz pędu z wykorzystaniem tensora energii-pędu. • Transformacja Lorentza dla pola elektromagnetycznego: transformacje tensora Faradaya, potencjały i pola ładunku w ruchu jednostajnym. • Rozwiązanie równań Maxwella: funkcje Greena (opóźnione i przedwczesne), potencjały Lienarda-Wiecherta, wektor Herza. • Teoria promieniowania: promieniowanie ładunku w ruchu niejednostajnym, promieniowanie dipolowe elektryczne, promieniowanie dipolowe magnetyczne, moc promieniowania i formuła Larmora. • Zasady wariacyjne: Lagrangian w teorii Maxwella, hamiltonowska postać równań Maxwella.
	Matematyczne metody fizyki / Mathematical Methods in Physics*	• I. Analiza funkcji zmiennej zespolonej • Warunki Cauchy-Riemanna • Twierdzenie Cauchy'ego-Goursata i jego uogólnienia • Szeregi potęgowe • Residua i ich zastosowania • Całki konturowe i ich zastosowanie • II. Elementy teorii grup i reprezentacji • Grupy dyskretne i ciągłe • Podstawy teorii reprezentacji grup, Lemat Schura, warunki ortogonalności dla reprezentacji i charakterów • III. Elementy geometrii różniczkowej • Rozmaitości różniczkowe i wektory styczne • Pola tensorowe • Podstawy teorii grup i algebr Liego.
	Optyka kwantowa 1 / Quantum Optics 1	• Wstępne informacje nt. zjawisk kwantowych w promieniowaniu • Kwantowy opis pola promieniowania • Stany kwantowe pola (np. stany Focka, stany koherentne i ściśnięte pola elektromagnetycznego) • Podstawy detekcji fotonów, funkcje korelacji, efekty interferencyjne w kwantowej teorii światła • Wybrane metody teoretycznego opisu oddziaływania atomów z polem elektromagnetycznym i podstawowe procesy fizyczne w oddziaływaniu, np. podejście perturbacyjne, opis analityczny oddziaływania modelowego układu dwupoziomowego ze światłem klasycznym, równanie master dla atomu, optyczne równania Blocha. • Model atomu ubranego.

Pracownia fizyczna II cz.1 oraz Pracownia fizyczna II, cz. 2 / Physics Laboratory 2 – part 1 and part 2*	Podczas każdej części student realizuje cztery wybrane ćwiczenia laboratoryjne (zagadnienia) z poniższych: • Własności promieniowania rentgenowskiego - <i>poznanie właściwości promieniowania X</i> • Anemometria laserowa (dopplerowska) - <i>obserwacja i zastosowanie efektu Dopplera</i> • Badanie własności promieniowania laserowego: Laser He-Ne - <i>walidacja wybranych praw teorii laserów</i> • Wyznaczanie współczynnika dyfuzji metodą optyczną - <i>sprawdzenie praw rządzących zjawiskiem dyfuzji</i> • Szczypce optyczne - <i>pomiar sił optycznych</i> • Badanie struktury nadsubtelnej linii atomowych. Zjawisko Zeemana - <i>weryfikacja kwantowej teorii budowy atomu</i> • Mikroskop sił atomowych - <i>obserwacja sił oddziaływań międzyatomowych</i> • Mikroskopia optyczna - <i>weryfikacja możliwości i ograniczeń obrazowania optycznego</i> • Optyka fourierowska - <i>analiza procesu tworzenia obrazu</i> • Elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR) - <i>badanie właściwości materii w polu magnetycznym</i> • Reakcje jądrowe (n, γ) - <i>obserwacja i analiza rozpadów promieniotwórczych</i> • Efekt Comptona - <i>walidacja teorii rozpraszania promieniowania EM</i> • Doświadczenie Francka-Hertza - <i>weryfikacja podstawowych praw mechaniki kwantowej</i> • Dyfrakcja elektronów na sieci krystalicznej - <i>praktyczna weryfikacja głównych wielkości krystalograficznych</i> Wszyscy studenci: praktyczna nauka analizy danych, prezentacji wyników badań i oceny niepewności pomiarów
Elementy informatyki kwantowej / Elements of Quantum Informatics*	• Teoria zbiorów wypukłych, zbiory stanów klasycznych i kwantowych: zbiory wypukłe, kombinacje wypukłe, punkty ekstremalne, tw. Kreina-Millmana i Caratheodoryego. qubit, ball Blocha, stany czyste vs. wektory stanu, faza globalna, pierwsza wiązka Hopfa, rozkłady stanu mieszanego na kombinacje stanów czystych. • Konsekwencje niekomutatywności: zasada nieoznaczności, entropia Shannona i sformułowanie Maassen-Uffink, bazy wzajemnie nieobciążone, metody konstrukcji. • Mechanika kwantowa układów złożonych i otwartych: iloczyn tensorowy i stan częściowy, stany splątane i separowalne, kanały kwantowe, pomiary uogólnione. • Twierdzenia o podnoszeniu: puryfikacja stanu mieszanego, realizacja kanału kwantowego jako efektu ewolucji unitarnej na większym układzie, realizacja pomiaru uogólnionego jako pomiaru projektywnego na większym układzie. • Teoria kanałów kwantowych: wektoryzacja i realignment, znajdowanie postaci Kraussa dla zadanego kanału, kanały qubitowe, bistochastyczne, random unitary, kanały Pauliego. • Teoria pomiarów uogólnionych: rozróżnianie stanów kwantowych, teoria Hellstroma, SIC POVMs • Układy optyczne w dziedzinie polaryzacji: bramki kwantowe, realizacja pomiarów uogólnionych, • Nieklonowanie, BB84 • Przestrzeń parametrów ukrytych, Nierówności Bella, niesygnalowanie. • Teleportacja, lokalne filtrowanie • Miary splątania: dystylacja splątania, EOD i EOF, splątanie związane, concurrence, negativity, związki między własnościami: PPT, dystylowalność, nielokalność. • 12. Wykrywanie splątania: kryterium częściowe transpozycji, kryterium odwzorowań dodatnich, świadkowie splątania i izomorfizm Jamiołkowskiego, odwzorowanie Choi, kryterium realignmentu, algorytm Shora faktoryzacji.
Optyka kwantowa 2 / Quantum Optics 2*	• Podstawowe koncepcje technologii kwantowych: wprowadzenie do kluczowych pojęć, takich jak qubit jako jednostka informacji kwantowej, operacje unitarne w układach kwantowych oraz podstawy komunikacji i obliczeń kwantowych. • Optyczne metody implementacji protokołów komunikacji kwantowej:

		• omówienie źródeł pojedynczych fotonów i splątanych par fotonów, rodzajów splątania kwantowego oraz metod kodowania informacji w stopniach swobody fotonów, takich jak polaryzacja, widmo i mody przestrzenne. • Protokoły komunikacji kwantowej: przedstawienie kwantowej dystrybucji klucza kryptograficznego oraz szczegóły najważniejszych protokołów, takich jak BB84 i BBM92, a także koncepcja gęstego kodowania. • Podstawy klasycznych metod kryptograficznych: przegląd metod szyfrowania symetrycznego (np. AES) i asymetrycznego (np. RSA, Diffie-Hellman, krzywe eliptyczne), służących do ochrony informacji w tradycyjnych systemach komunikacji. • Zjawisko spontanicznego parametrycznego dzielenia częstotliwości: wyjaśnienie mechanizmu generacji fotonów splątanych w procesie spontanicznego parametrycznego dzielenia częstotliwości oraz jego zastosowania w technologiach kwantowych. • Podstawy propagacji fal elektromagnetycznych: opis propagacji fal elektromagnetycznych w przestrzeni i ośrodkach materialnych oraz podstawowe elementy związane z turbulencjami atmosferycznymi wpływającymi na jakość transmisji optycznej. • Komunikacja kwantowa z wykorzystaniem łącz satelitarnych: przegląd aktualnego stanu technologii komunikacji kwantowej realizowanej przy użyciu łącz satelitarnych, z uwzględnieniem jej potencjału i wyzwań technicznych.
	Fizyka statystyczna / Statistical Physics*	• Podstawowe wiadomości z rachunku prawdopodobieństwa. • Procesy stochastyczne. Łańcuchy Markowa. Równanie Langevina. • Entropia (informacja) i jej własności. Zasada maksimum entropii. Twierdzenie o rozkładzie reprezentatywnym. • Opis stanu i ewolucji układu statystycznego. Równanie Liouville'a. • Formalizmy termodynamiczne. • Termodynamika układów gazowych: gaz doskonały, gazy rzeczywiste w modelu rozwinięcia wirialnego, gazy rzeczywiste w modelu średniopółowym (gaz van der Waalsa). • Termodynamika modeli magnetycznych: model paramagnetyka i prawo Curie, model Isinga z oddziaływaniem najbliższych sąsiadów, przejścia fazowe na przykładzie modelu średniopółowego Curie-Weissa-Kaca. • Kwantowe układy statystyczne: formalizm macierzy gęstości, ewolucja układów kwantowych, układ wielopoziomowy w reprezentacji liczby obsadzeń, kondensacja Bosego-Einsteina, gaz elektronowy w metalu, energia Fermiego, zarys teorii nadprzewodnictwa • Ćwiczenia (wybrane zastosowania formalizmu fizyki statystycznej): Twierdzenie o wiriale i jego wybrane konsekwencje, przykłady i własności zmiennych losowych, łańcuch Markowa i jego własności, statystyki kwantowe, ewolucja układu oscylatorów, zastosowania rozkładu Gibbsa dla gazu doskonałego, rozwinięcia wirialne wielkości termodynamicznych dla gazów, modele magnetyczne i ich własności, entropia klasyczna oraz kwantowa i jej własności, średnia energia oscylatora harmonicznego, klasycznego i kwantowego, promieniowanie termiczne: rozkład Plancka, prawo Stefana-Boltzmann, prawo przesunięć Wiena:
	Konwersatorium popularyzacji fizyki / Popularization of Physics*	• Uwarunkowania społeczne i ekonomiczne postępu naukowego. • Atrybuty przekazu naukowego, popularnego, dydaktycznego. • Case study 1: Grawitacja - od Kopernika do Einsteina. • Case study 2: Spektroskopia - metoda badawcza współczesnej nauki. • Dziennikarstwo popularnonaukowe (konstrukcja komunikatu i notatki prasowej, artykułu popularno-naukowego, przygotowanie wywiadu oraz relacji z wydarzenia, scenariusz programu lub serialu telewizyjnego). • Prowadzenie kanału na YouTube, bloga itp. • Metody popularyzacji nauk ścisłych (media społecznościowe, wystawy i wykłady popularno-naukowe, artykuły prasowe, portale internetowe, festiwale nauki, centra edukacji i interaktywne muzea, multimedia i animacje komputerowe). • Jak bronić się przed pseudonauką? • Gdzie pracują fizycy i co robią?
Przedmioty z fizyki kwantowej	Teoria atomu i cząsteczki /	• Nierelatywistyczny opis atomu wodoru • Relatywistyczny opis atomu wodoru

(wymagane 10 ECTS)	Atomic and Molecular Theory*	• Atom helu • Rozdzielenie ruchu jąder i elektronów w cząsteczkach, przybliżenie Borna-Oppenheimera • Obliczenia struktury elektronowej • Metoda Hartree-Focka • Wibracje i rotacje molekuł (opis dynamiki ruchu jader) • Atomy i molekuły w zewnętrznym polu elektromagnetycznym • Struktura subtelna w atomach i molekułach • Struktura nadsubtelna w atomach i molekułach • Egzotyczne układy atomowe i molekularne, poszukiwanie nowej fizyki • Metody eksperymentalne w fizyce atomowej i molekularnej
	Teoria ciała stałego / Solid-State Theory*	• Wprowadzenie do teorii grup w zastosowaniu do problemów fazy skondensowanej: elementy abstrakcyjnej teorii grup, grupy punktowe, grupy przestrzenne, sieci krystalograficzne, sieci Bravais, sieci z bazą, reprezentacje grup i ich związek z widmem energii układu fizycznego. • Wprowadzenie do teorii ciała stałego: podstawowe przybliżenia, adiabatyczne i jednoelektronowe, wiązania chemiczne i związek z typem sieci, model „jellium” i metoda Hartree-Focka. • Podstawowe metody opisu struktury energetycznej ciał stałych: model prawie swobodnych elektronów, metoda ciasnego wiązania, metoda kp, inne metody – OPW, APW, metoda pseudopotencjału. • Twierdzenie Blocha i periodyczne warunki brzegowe • Podstawowe koncepcje w teorii ciała stałego: masa efektywna, efektywny elektron i dziura, poziom Fermiego, powierzchnia Fermiego. • Drgania sieci: model Debye’a, dyskretny model atomowy – pasma optyczne i akustyczne, model kwantowy – kwazicząstki - fonony, procesy rozpraszania. • Elementy teorii BCS nadprzewodnictwa
Przedmioty specjalistyczne do wyboru (Dla fizyki, bez specjalności wymagane 20 ECTS, Dla fizyki, specjalność nauczycielska wymagane 16 ECTS)	Klasyczna teoria pola / Classical Field Theory*	• Wprowadzenie do rachunku tensorowego, • Tensor metryczny, tensor krzywizny, tensor Ricciego, stała krzywizny, • Linie geodezyjne, • Przestrzenie symetryczne, wektory Killinga, zasady zachowania, • Zasady względności, • Szczególna teoria względności, • Zasada Macha, zasada równoważności, zasada ogólnej kowarianтности, • Równania pola Einsteina, • Rozwiązanie równań Einsteina w próżni – rozwiązanie Schwarzschilda, • Mierzalne efekty ogólnej teorii względności – ugięcie promieni świetlnych, precesja perihelium, przesunięcie ku czerwieni, • Rozwiązania równań wewnątrz materii – metryka Robertsona-Walkera, rozwiązania Friedmanna, modele kosmologiczne,
	Optyka laserowa / Laser Optics*	• Zasada działania i budowa lasera • Cechy promieniowania laserowego • Klasyfikacja laserów i innych źródeł promieniowania spójnego • Radiometria i fotometria wiązek laserowych • Fale elektromagnetyczne w ośrodku jednorodnym • Fale elektromagnetyczne w ośrodku niejednorodnym, liniowym

		• Optyczne odwzorowanie liniowe w ujęciu macierzowym • Rezonator lasera i warunki stabilności • Wiązki gaussowskie • Zjawiska nieliniowe optycznie • Zasady bezpieczeństwa pracy z laserami
	Mechanika kwantowa 2 / Quantum Mechanics 2*	• Podstawowe zagadnienia MK2: relatywistyczna niezmienniczość równań kwantowych w tym Kleina-Gordona (KG) i Diraca (D), własności równań KG i D, trudności interpretacyjne relatywistycznych równań kwantowych • Transformacja Lorentza w zastosowaniu do równań relatywistycznej mechaniki kwantowej • Równanie Kleina-Gordona i równanie Diraca (postulaty prowadzące do tych równań, rozwiązania w przypadku cząstki swobodnej oraz sferyczno-symetrycznym - atom pionowy/wodoru, zjawisko Zitterbewegung, paradoks Kleina). • Wprowadzenie operatorów parzystych i nieparzystych • Granica nierelatywistyczna równania Diraca - równanie Levy-Leblonda (balans kinetyczny i atomowy). • Podejście wariacyjne do określania stanów własnych równania Diraca. • Symetrie równania Diraca • Transformacja Lorentza a równanie Diraca - własności transformacyjne funkcji falowej.
	Pracownia inżynierii optycznej / Optical Engineering Laboratory*	Pracownia ma charakter laboratorium dotyczącego zagadnień współczesnej optyki: propagacja światła w ośrodkach liniowych i nieliniowych oraz z podstawowymi aspektami pracy urządzeń optoelektronicznych takich jak np. lasery różnych typów, światłowody, diody LED, fotodiody, mierniki optoelektroniczne etc. Realizowane są wybrane ćwiczenia z dot. zagadnień: • Fotometria – pomiary spektroskopowe, • Fotometria – kolorymetria, • Elementy optoelektroniczne, • Zewnętrzna modulacja światła, • Laser półprzewodnikowy, • Generacja drugiej harmonicznej, • Badanie wiązki gaussowskiej. wyznaczanie elementów macierzy ABCD układów optycznych, • Badanie parametrów światłowodów,
	Wprowadzenie do fal grawitacyjnych / Introduction to Gravitational Waves*	Wykład: • Wprowadzenie i historia odkrycia, badań i detekcji fal grawitacyjnych. • Oddziaływanie fali grawitacyjnej na materię (przyspieszenie pływowe). • Moc promieniowania grawitacyjnego. • Promieniowanie grawitacyjne od układu podwójnego • Detekcja promieniowania grawitacyjnego i ocena szumów • (detektory rezonansowe i interferometryczne, wpływ przechodzącej fali grawitacyjnej na interferometr, projekty LIGO, Virgo, LISA). Ćwiczenia: • Własności rozwiązań równania falowego w przybliżeniu słabego pola grawitacyjnego • Wyznaczanie mocy promieniowania grawitacyjnego dla modelowych źródeł • Promieniowanie grawitacyjne od układu podwójnego lub ćwiczenia z praktycznego modelowania sygnału grawitacyjnego z wykorzystaniem bibliotek w Python

Elementy teorii grup / Elements of group Theory*	• Grupy skończone: podstawowe definicje, podgrupy, klasy, grupy komutatywne, grupy niekomutatywne, grupy cykliczne, podgrupy normalne (niezmiennicze). • Przykłady grup skończonych: R_n, C_n, grupy permutacji S_n. • Teoria reprezentacji grup skończonych: reprezentacje nieprzywiedlne, twierdzenia Schura, relacje ortogonalności. • Reprezentacje grup symetrycznych: diagramy i tablice Younga, pełna analiza reprezentacji nieprzywiedlnych grupy S_3. • Grupy macierzowe: ogólne liniowe $GL(n, R)$, $SL(n, R)$, $GL(n, C)$, $SL(n, C)$, unitarne $U(n)$, $SU(n)$, oraz ortogonalne $O(n)$, $SO(n)$. • Algebry Liego: klasyfikacja algebr, tensor Killinga, reprezentacje algebr, pełna analiza algebr $so(3)$ oraz $su(2)$. • Grupa ortogonalna $O(2)$ i $SO(2)$: struktura reprezentacji nieprzywiedlnych. • Grupa obrotów $SO(3)$: parametryzacje $SO(3)$, topologia $SO(3)$, przykład grupy, która nie jest jedno-spójna, algebra Liego $so(3)$, algebra momentu pędu w mechanice kwantowej, struktura reprezentacji nieprzywiedlnych grupy $SO(3)$: reprezentacje jedno- i wieloznaczne. • Grupa unitarna $SU(2)$: parametryzacje $SU(2)$, algebra Liego $su(2)$, struktura reprezentacji nieprzywiedlnych, związki między $SO(3)$ i $SU(2)$. • Grupa Lorentza i Poincare: relacje komutacji, podstawowe informacje o reprezentacjach. • Zastosowania grup ciągłych: teorie pola z cechowaniem, teoria Yanga-Millsa, cechowanie nieabelowe, elementy modelu standardowego.
Fizyka i zastosowania laserów / Physics and Applications of Lasers*	• Omówienie różnic między światłem naturalnym a laserowym, w tym spójność, monochromatyczność, natężenie, kolimacja i wynikające z nich zastosowania. • Rola poszczególnych elementów laserów w generacji światła i ich wpływ na właściwości światła laserowego. • Podstawy spektroskopii ośrodków czynnych, w tym absorpcja liniowa i nieliniowa, emisja spontaniczna i wymuszona. • Rola i zasada działania rezonatorów optycznych, wpływ rezonatora na własności generowanego promieniowania lasera, mody podłużne i poprzeczne rezonatora. • Opis stacjonarny generacji światła laserowego, warunek progowy akcji laserowej, metody przestrajanie i stabilizacji częstotliwości lasera, granice monochromatyczności światła laserowego. • Przykładowe lasery gazowe barwnikowe i na ciele stałym, własności i wybrane zastosowania laserów, kryteria wyboru określonego typu lasera do określonych zadań. • Generacja laserowa z wykorzystaniem nieliniowego mieszania częstotliwości optycznych. • Metody generacji ultrakrótkich impulsów laserowych i ich właściwości, grzebień częstotliwości optycznych, optyczne wzorce częstotliwości i zastosowania.
Pracownia technologii i inżynierii materiałowej / Laboratory of Materials Engineering and Technology*	W laboratorium wykonywane są ćwiczenia dotyczące wytwarzania struktur mikroelektronicznych i optoelektronicznych oraz ich charakteryzacji metodami optycznymi i elektrycznymi. Wykonywane są wybrane ćwiczenia z zakresu tematycznego: • Technologia cienkich warstw i nanostruktur, • Wykonywanie kontaktów w nanostrukturach i ich badanie, • Otrzymywanie i obróbka kryształów, • Luminescencja cienkich warstw i kryształów, • Fotoprzewodnictwo cienkich warstw i kryształów, • Spektroskopia defektów z głębokimi stanami metodami złączowymi, • Fotopojemnościowe badanie struktur, • Przewodnictwo zmiennoprądowe, • Wyznaczanie koncentracji i ruchliwości nośników,

		• Widma odbicia i transmisji cienkich warstw, struktur wielowarstwowych i kryształów, • Badanie półprzewodników w podczerwieni, • Widma wzbudzenia cienkich warstw i kryształów, • Pryzmaty sprzężone, • Kinetyka luminescencji cienkich warstw i kryształów.
	Kwantowa teoria pola – Quantum Field Theory*	Zajęcia poświęcone są opisowi oddziaływań cząstek elementarnych, ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływań elektromagnetycznych. W pierwszej części przypominane są zagadnienia klasycznej teorii pola, w tym formalizm kanoniczny i podstawowe równania pól swobodnych, symetrie. Dalej, w oparciu o metody kwantowania kanonicznego, wprowadzona jest kwantowa teoria pola skalarnego, spinorowego i wektorowego. W drugiej części sformułowany jest rachunek zaburzeń, który pozwoli obliczać elementy macierzy rozpraszania (S) w przypadku pól oddziałujących. Szczególnie dużo uwagi poświęca się teorii QED i znaczeniu renormalizacji. • Przypomnienie formalizmu kanonicznego w zastosowaniu do klasycznej teorii pola. • Symetria teorii pola, a prawa zachowania • Kwantowanie pól swobodnych Kleina-Gordona i Diraca metodą operatorową. • Propagator pola i jego interpretacja fizyczna. • Kwantowe pole elektromagnetyczne w cechowaniu Lorentza i Coulomba. • Rachunek zaburzeń, macierz S, reguły Feynmana. • Wprowadzenie do elektrodynamiki kwantowej - opis elementarnych procesów w pierwszym i drugim rzędzie operatora S, diagramy Feynmana. • Oddziaływanie elektronów • Symetria cechowania. • Poprawki radiacyjne i renormalizacja.
Wykład monograficzny do wyboru (wymagane 6 ECTS)	Wykład monograficzny (lista ogłaszana corocznie)	Treści związane z pracami badawczymi prowadzonymi przez wykładowców Wydziału, zależne od wyboru przedmiotu przez studenta.
Przedmioty z fizyki wysokich energii (wymagane 6 ECTS)	Fizyka cząstek elementarnych / Particle Physics*	• Budowa materii, historia odkryć. • Cząstki elementarne a cząstki fundamentalne (kwarki i gluony, lepton, bozony pośredniczące, Model Standardowy). • Jednostki, kinematyka relatywistyczna. rodzaje eksperymentów w obszarze cząstek elementarnych. • Naturalne i sztuczne źródła cząstek: pierwiastki promieniotwórcze, promieniowanie kosmiczne, działa elektronowe i jonowe, akceleratory. • Detektory cząstek w ujęciu ogólnym: cieczowe, gazowe i krzemowe. Współczesne instrumenty używane do detekcji cząstek: LHC, detektory promieniowania kosmicznego, satelity, sieci teleskopów i radioteleskopów, detektory neutrin. • Liczby kwantowe: główna, poboczna, magnetyczna, spinowa, izospin, kolor. • Chromodynamika kwantowa QCD: kwarki i ich liczby kwantowe, oddziaływania silne, plazma kwarkowo-gluonowa, zasady zachowania, multiplety. • Oddziaływania fundamentalne: bozony, unifikacja oddz. słabych i elektromagnetycznych. • Oddziaływania fundamentalne: fale grawitacyjne, ich natura i detekcja. • Symetrie i prawa zachowania: łamanie symetrii, mechanizm Higgsa. • Diagramy Feynmana dla oddziaływań, wirtualność, sprzężenia.

		• Neutrino: słoneczne i atmosferyczne, oscylacje. • Wielki Wybuch, ciemna materia i ciemna energia. • Problemy Modelu Standardowego, Supersymetria, dodatkowe wymiary.
	Wszelchświat wysokich energii / High-Energy Universe*	• Najważniejsze odkrycia związane z badaniami astrofizycznymi w wysokich energiach. • Źródła promieniowania X i gamma. • Badania promieniowania X - charakterystyka satelitów rentgenowskich oraz odkryć, które przy ich pomocy zostały dokonane. • Obserwacje gamma - instrumenty i odkrycia, w tym naziemne obserwatoria promieniowania Czerenkowa. • Podstawy opisu procesów promieniowania - podstawowe definicje, równanie transferu promieniowania. • Procesy, które prowadzą do emisji w zakresie wysokich energii: anihilacja, bremsstrahlung, promieniowanie synchrotronowe, odwrotne rozpraszanie comptonowskie. • Ewolucja rozkładu energii cząstek - opis zmian w widmie energii cząstek przy pomocy tzw. równania kinetycznego. • Przyspieszanie cząstek - procesy Fermiego pierwszego i drugiego typu, przyspieszanie cyklotronowe oraz rekoneksja magnetyczna.
Przedmioty dotyczące dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych (do wyboru, dla kierunku fizyka, bez specjalności wymagane 6 ECTS, dla kierunku fizyka, specjalność nauczycielska wymagane 3 ECTS, bez przedmiotu ogólnouniwersyteckiego)	Innowacje	• Ogólne zagadnienia dotyczące tworzenia innowacji • Kompetencje zawodowe i świadomość własnych umiejętności • Typy osobowości i metody działania, sposoby komunikacji. • Praca zespołowa, budowanie zespołów, role członków zespołu. • Odpowiedzialność i przywództwo. Problemy techniczne i adaptacyjne. • Własność intelektualna, sposoby ochrony przez tajemnicę przedsiębiorstwa. • Metoda TRIZ. • Metody kreatywne, w tym metodologia projektowa Design Thinking.
	Teoria niezawodności	• Podstawowe definicje z zakresu teorii prawdopodobieństwa procesach losowych oraz statystyki: zbiór zdarzeń elementarnych, prawdopodobieństwo, prawdopodobieństwo warunkowe, σ-ciało, zdarzenia niezależne, twierdzenie o prawdopodobieństwie całkowitym, twierdzenie Bayesa. • Zmienna losowa: pojęcie przestrzeni probabilistycznej, zmienne losowe dyskretne i ciągłe, jednowymiarowe, wielowymiarowe. Badanie zależności zmiennych losowych. • Rozkłady zmiennej losowej dyskretnej: rozkład Bernoullego, rozkład Poissona. • Podstawowe pojęcia w teorii niezawodności: pojęcie czasu życia systemu, niezawodności, dystrybuanty oraz funkcji intensywności uszkodzeń. • Własności dystrybuanty, wartości średnich, momentów centralnych, kowariancji i współczynnika korelacji. • Wyznaczanie parametrów zmiennych losowych n-wymiarowych: zależność, średnie, wariancje i kowariancje zmiennych losowych n-wymiarowych dyskretnych i ciągłych. • Rozkłady zmiennych losowych ciągłych: rozkład Gaussa. • Modele matematyczne czasu zdatności obiektów: rozkłady czasu życia, w tym rozkład wykładniczy, rozkład gamma, rozkład Weibulla. Parametry rozkładów, wyznaczanie czasów życia i wariancji w rozkładach. • Dopasowywanie parametrów rozkładów do przykładowych danych. Wpływ parametrów na stan obiektu technicznego, krzywa wannowa. Zastosowania rozkładu Weibulla. • Struktura niezawodnościowa systemów: prostego i złożonego. Niezawodność struktury szeregowej oraz równoległej.
	Przedsiębiorczość	• Identyfikacja potrzeb przedsiębiorstwa: tworzenie modelu biznesowego, analiza kluczowych wartości, partnerów, działań, zasobów, relacji z klientami i kanałów dotarcia, źródła przychodów i struktura kosztów, symulacja prezentacji pomysłu biznesowego przed inwestorem.

		• Rejestracja działalności gospodarczej: formy prowadzenia działalności gospodarczej, ograniczenia w prowadzeniu działalności gospodarczej, wybór formy prowadzenia ksiąg rachunkowych, możliwe formy opodatkowania, obowiązkowe ubezpieczenia pracodawcy i pracownika. • Finansowanie działalności gospodarczej: kredyty i pożyczki, w tym preferencyjne dla start-up, fundusze Venture-Capital, aniołowie biznesu, kapitał akcjonariuszy, dotacje dla start-up. • Sprzedaż produktu: marketing i public relations, nowoczesne narzędzia kontaktu z klientem. • Zarządzanie działalnością gospodarczą: odpowiedzialność i zobowiązania przedsiębiorcy w obrocie gospodarczym i konsumenckim, odpowiedzialność wobec kontrahentów i klientów, odpowiedzialność wobec pracowników, nowoczesne narzędzia zarządzania zespołem, min. Asana, Slack, Trello.
	Organizacja i finansowanie badań / Organization and Funding of Research*	• Charakterystyka badań naukowych • Organizacja badań naukowych w Polsce i zagranicą • Kariera naukowa w Polsce i zagranicą • Podstawy finansowania nauki w Polsce i zasady zarządzania projektami • Przygotowanie projektu badawczego • Źródła finansowania projektów badawczych • Zarządzanie finansami w projekcie
	Przedmiot ogólnouniwersytecki – tylko dla kierunku fizyka, bez specjalności.	Treści programowe zależne od wyboru przedmiotu przez studenta.
Język obcy (wymagane 3 ECTS)	Język angielski dla nauk ścisłych 2	• Punctuation rules in English • Presenting an opinion • Formal vs. informal language • Linking verbs and their use in formal English • Structure of an academic paper • Writing a report • Current advances in science
Praca dyplomowa (wymagane 26 ECTS)	Proseminarium magisterskie (w języku angielskim) / Master's Diploma Proseminar*	• Przygotowanie i prezentacja dwóch zagadnień w języku angielskim z zakresu swojej specjalności lub pracy dyplomowej. • Dyskusja w języku angielskim odnośnie poziomu i poprawności merytorycznej referatu w tym formalnej konstrukcji wykładu, właściwego przygotowania slajdów, wyrazistych merytorycznych konkluzji, spełnienia ograniczeń czasowych, umiejętności przyciągnięcia i utrzymania uwagi słuchaczy.
	Pracownia magisterska cz.1 oraz cz. 2	Studenci realizują pod opieką swoich promotorów projekty związane z tematem pracy magisterskiej.
	Seminarium magisterskie / Master's Diploma Seminar	• Przygotowanie i prezentacja dwóch referatów z zakresu swojej pracy dyplomowej. • Dyskusja odnośnie poziomu i poprawności merytorycznej referatu, a także nad technicznymi i formalnymi aspektami dotyczącymi jakości prezentacji i wypowiedzi. • Przygotowanie pracy pisemnej wprowadzającej w problematykę swojej pracy dyplomowej

	Praca magisterska	Przygotowanie pracy magisterskiej pod opieką promotora: ujęcie treści merytorycznych oraz wyników i wniosków z przeprowadzonych prac badawczych teoretycznych, projektowych, doświadczalnych itp., w postaci formalnego tekstu naukowego podlegającego recenzji. Pogłębienie umiejętności komponowania zaawansowanego, wielorozdziałowego tekstu naukowego, jego edycji oraz technicznego przygotowania różnych form prezentacji treści naukowych, wyników doświadczeń, czy też wniosków.
Przedmioty bloku pedagogicznego dla studentów wybierających kierunek fizyka, specjalność nauczycielska		
Blok zajęć pedagogicznych 2 (wymagane 9 ECTS)	Pedagogika	• Podstawowe pojęcia i kategorie pedagogiczne. • Rozwój i wychowanie jednostki w cyklu życia. • Proces rozwoju, socjalizacji, wychowania (dziedziny, cele, treści i uwarunkowania). • Uczestnicy procesu edukacji. Poznawanie ucznia. Nauczyciel - aspekty pedeutologiczne. Innowacyjna rola nauczyciela
	Dydaktyka fizyki 2	• Organizacja szkolnictwa w Polsce, porównanie z systemami w innych krajach europejskich i OECD. Reformy szkolne w Polsce. • Podstawa programowa z fizyki w szkole ponadpodstawowej, porównanie z treściami nauczania w wybranych krajach EU. • Treści, metody, laboratoria w zakresie mechaniki (kinematyki i dynamiki), włączając doświadczenia dydaktyczne sterowane komputerowo • Treści, metody interaktywne, doświadczenia w zakresie elektromagnetyzmu; zestawy prostych doświadczeń dydaktycznych w zakresie EM. • Fizyka statystyczna i termodynamika: relacje do atomowej struktury materii. Specyfika stanów skupienia materii. • Symulacje, modele, wizualizacje komputerowe w fizyce; wybrane zasoby internetowe w zakresie dydaktyki fizyki. • Interaktywne, interdyscyplinarne zestawy dydaktyczne: elektromagnetyzm, optyka, akustyka. • Doświadczenia sterowane komputerowo i eksperymenty dydaktyczne on-line. • Podstawowe wiadomości z zakresu biofizyki, fizyki medycznej, geofizyki, astrofizyki współczesnej. Znaczenie interdyscyplinarnych zagadnień fizyki we współczesnym świecie. • Popularyzacja fizyki. Nauka i pseudonauka.
	Pracownia dydaktyki fizyki 2	• Wprowadzenie: specyfika dydaktycznych pomiarów fizycznych za pomocą systemów komputerowych: zalety pomiarów, unikalne zastosowania (zjawiska ultraszybkie, niedostępne, niepowtarzalne). • Czujnik, interfejs, komputer, software. Podstawowe standardy dydaktycznych pomiarów fizycznych za pomocą komputera: USA, UK, Niderlandy. • Ruch jednostajny: metoda pomiaru odległości, detektor ultradźwiękowy, prędkość jako pochodna położenia. Błędy grube w pomiarach za pomocą czujników komputerowych. • 2. Ruch przyspieszony: siła a przyspieszenie. Przyspieszenie w systemie nie-inercjalnym. Procedury numeryczne: próbkowanie, błędy iteracji • Układy odniesienia: rzut pionowy w systemie inercjalnym i nie-inercjalnym. Przebiegi czasowe w czasie rzutów i zderzeń (system Pasco) • Zasady dynamiki: zachowanie pędu (zderzenia sprężyste) - od pokazu do rozwiązań matematycznych bilansu. Praktyczne wskazówki w pokazach dydaktycznych. • Praca i energia: tarcie i inne opory ruchu. Zderzenie niesprężyste. • Akustyka: analiza harmoniczna, dudnienia, analiza natężenia dźwięku. Barwa dźwięku wybranych instrumentów. Zniekształcenia nieliniowe w generatorach dźwięku. • 6. Termodynamika: stygnięcie, przewodność cieplna. Pokaz bilansu ciepła. • Pole i ładunki elektryczne: prawo Coulomba, prawo Gaussa. Pomiary rozkładu pola elektrycznego dla prostych konfiguracji multipoli.

		• Pole magnetyczne: II prawo Maxwella, przenikalność magnetyczna. Histereza magnetyczna, materiały specjalne dla "izolacji" pola magnetycznego. Pole magnetyczne Ziemi. Pole dipolowe i kwadrupolowe. • Prawa indukcji Faradaya: generacja prądu elektrycznego. Doświadczenia ilustrujące prawo Faradaya-Lenza-von Neumanna.
	Praktyka nauczycielska (Praktyka metodyczna w szkole)	• Zapoznanie się ze specyfiką szkoły podstawowej, w której praktyka się odbywa poprzez obserwowanie: - czynności podejmowanych przez opiekuna praktyk w toku prowadzonych przez niego lekcji (zajęć) oraz aktywności uczniów, - toku metodycznego lekcji (zajęć), stosowanych przez nauczyciela metod i form pracy oraz wykorzystywanych pomocy dydaktycznych, - interakcji dorosły (nauczyciel, wychowawca) - uczeń oraz interakcji między uczniami w toku lekcji (zajęć), - procesów komunikowania interpersonalnego i społecznego w klasie, ich - prawidłowości i zakłóceń, - sposobów aktywizowania i dyscyplinowania uczniów oraz różnicowania poziomu aktywności poszczególnych uczniów, - sposobu oceniania uczniów, - sposobu zadawania i kontrolowania pracy domowej, - dynamiki i klimatu społecznego klasy, ról pełnionych przez uczniów, zachowania i postaw uczniów, - funkcjonowania i aktywności w czasie lekcji (zajęć) poszczególnych uczniów, z uwzględnieniem uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi, w tym uczniów szczególnie uzdolnionych, - działań podejmowanych przez opiekuna praktyk na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa i zachowania dyscypliny, - organizacji przestrzeni w klasie, sposobu jej zagospodarowania (ustawienie mebli, wyposażenie, dekoracje); • Praktyczne ćwiczenie kompetencji związanych z pełnieniem roli nauczyciela w szkole podstawowej, w szczególności: - planowanie lekcji (zajęć), formułowanie celów, dobór metod i form pracy oraz środków dydaktycznych, - dostosowywanie metod i form pracy do realizowanych treści, etapu - edukacyjnego oraz dynamiki grupy uczniowskiej, - organizację lekcji (zajęć) w oparciu o samodzielnie opracowane scenariusze, - wykorzystanie w toku lekcji (zajęć) środków multimedialnych i technologii informacyjnej, - dostosowywanie sposobu komunikacji w toku lekcji (zajęć) do poziomu rozwoju uczniów, - animowanie aktywności poznawczej i współdziałania uczniów, rozwijanie umiejętności samodzielnego zdobywania wiedzy z wykorzystaniem technologii informacyjnej; - organizowanie pracy uczniów w grupach zadaniowych, • Podejmowanie aktywności polegających na analizie i interpretacji zaobserwowanych albo doświadczanych sytuacji i zdarzeń pedagogicznych w szkole podstawowej, w tym: - prowadzenie dokumentacji praktyki, - konfrontowanie wiedzy teoretycznej z praktyką - ocenę własnego funkcjonowania w toku wypełniania roli nauczyciela (dostrzeganie swoich mocnych i słabych stron), - konsultacje z opiekunem praktyk w celu omawiania obserwowanych zajęć.

* Zajęcia mogą odbywać się w języku polskim lub w języku angielskim.

Ukończenie specjalności nauczycielskiej na kierunku fizyka, tzn. uzyskanie wszystkich efektów uczenia się określonych dla zajęć składających się na blok zajęć pedagogicznych 1 na pierwszym stopniu studiów oraz blok zajęć pedagogicznych 2 na drugim stopniu studiów, wypełnia standard kształcenia przygotowujący do wykonywania zawodu nauczyciela fizyki w rozumieniu Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 25 lipca 2019 r. (DU poz. 1450).

Program studiów obowiązuje od semestru zimowego roku akademickiego 2025/2026.