

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

Wydział realizujący kształcenie:	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
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 autoplagiat, 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

Wydział prowadzący studia:	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Kierunek na którym są prowadzone studia:	fizyka (spec. nauczycielska)
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:	stacjonarne
Liczba semestrów:	4
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:	122
Łączna liczba godzin zajęć dydaktycznych:	ok. 1300 ¹
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister
Wskazanie związku programu studiów z misją i strategią UMK:	<p>Program kształcenia na kierunku Fizyka wykazuje związki z misją i strategią UMK szczególnie w zakresie:</p> <p>I.1.4 Zwiększenia wykorzystania aktywizujących, angażujących oraz opartych na pracy zespołowej metod kształcenia,</p> <p>II.1.5 Wdrażania nowoczesnych metod, narzędzi i technologii kształcenia oraz ulepszania i wzbogacania infrastruktury dydaktycznej,</p> <p>II.2.1 Zapewnienia powiązania oferowanych treści kształcenia z działalnością naukową.</p> <p>V.3.3 Unowocześniania procesu dydaktycznego dzięki technologiom zdalnego i adaptacyjnego uczenia się.</p>

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
<p>Przedmioty rdzenia (wymagane 43 ECTS)</p>	Elektrodynamika klasyczna	<p>Efekty uczenia się - wiedza Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • Metody dydaktyczne podające: <ul style="list-style-type: none"> - wykład informacyjny (konwencjonalny) - wykład konwersatoryjny • Metody dydaktyczne poszukujące: <ul style="list-style-type: none"> - ćwiczeniowa - giełda pomysłów - doświadczeń - klasyczna metoda problemowa - laboratoryjna - obserwacji 	<p>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).</p> <p>Zaliczenie pracy magisterskiej wymaga akceptacji oraz recenzji promotora oraz pozytywnej opinii o pracy niezależnego recenzenta. Pracę magisterską podsumowuje egzamin magisterski</p>
	Matematyczne metody fizyki			
	Optyka kwantowa 1			
	Pracownia fizyczna II cz.1			
	Elementy informatyki kwantowej			
	Optyka kwantowa 2			
	Pracownia fizyczna II cz.2			
	Fizyka statystyczna			
Konwersatorium popularyzacji fizyki				

		<p>eksperyment fizyczny</p> <ul style="list-style-type: none">• 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 <p>Efekty uczenia się - umiejętności Student:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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,• potrafi wyznaczyć kanoniczną postać Jordana dla dowolnej macierzy kwadratowej,• potrafi sprawdzić warunki analityczności funkcji zmiennej zespolonej,• potrafi stosować twierdzenie o residuach do obliczania całek		
--	--	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none">• 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		
--	--	---	--	--

		<p>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne: Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 		
<p>Przedmioty z fizyki kwantowej (wymagane 10 ECTS)</p>	Teoria atomu i cząsteczki	<p>Efekty uczenia się - wiedza Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 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 nimi <p>Efekty uczenia się - umiejętności Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> • potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji 	<ul style="list-style-type: none"> • Metody dydaktyczne podające: <ul style="list-style-type: none"> - wykład informacyjny (konwencjonalny) • Metody dydaktyczne poszukujące: <ul style="list-style-type: none"> - ćwiczeniowa - klasyczna metoda problemowa 	<p>Stopień osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia przez studentów jest kwantyfikowany w standardowej skali ocen indywidualnie dla każdego przedmiotu: na ćwiczeniach w formie okresowych kolokwium, 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).</p>
	Teoria ciała stałego			

		<p>eksperymentów i wnioskowaniu</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne: Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się. 		
--	--	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> • 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 		
Przedmioty specjalistyczne do wyboru (wymagane 16 ECTS)	Klasyczna teoria pola	Efekty uczenia się - wiedza Student: <ul style="list-style-type: none"> • 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 najprostszyc przypadkach (na zewnątrz i wewnątrz materii) i podstawowe efekty ogólnej teorii 	<ul style="list-style-type: none"> • Metody dydaktyczne podające: <ul style="list-style-type: none"> - wykład informacyjny (konwencjonalny) • Metody dydaktyczne poszukujące: <ul style="list-style-type: none"> - 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 kolokwiów, 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			
	Mechanika kwantowa 2			
	Pracownia optoelektroniki			
	Wprowadzenie do fal grawitacyjnych			
	Elementy teorii grup			
	Fizyka i zastosowania laserów			
	Pracownia mikroelektroniki			
	Kwantowa teoria pola			
lub inne z listy ogłaszanej corocznie				

		<p>względności.</p> <ul style="list-style-type: none">• 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		
--	--	--	--	--

		<p>matematyki, fizyki oraz zastosowań fizyki oraz poszerzoną wiedzę w zakresie studiowanej specjalności; ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach z dziedzin nauki i dyscyplin naukowych powiązanych z fizyką i zastosowaniami fizyki</p> <ul style="list-style-type: none">• 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	
--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none">• 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 <p>Efekty uczenia się - umiejętności Student:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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• posiada umiejętność wyznaczania biegu promieni światła przez złożone układy optyczne za pomocą metod optyki• potrafi określić czy dany rezonator lasera		
--	--	--	--	--

		<p>jest stabilny</p> <ul style="list-style-type: none">• potrafi wyznaczyć stabilne mody gaussowskie rezonatora sferycznego lasera• potrafi posługiwać się wielkościami z zakresu radiometrii i fotometrii• 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.• potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu• posiada umiejętności planowania i	
--	--	---	--

		<p>przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów lub obserwacji w określonych obszarach fizyki lub jej zastosowań</p> <ul style="list-style-type: none">• 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 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 <p>Efekty uczenia się – kompetencje</p>		
--	--	---	--	--

		<p>społeczne: Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> • potrafi popularyzować osiągnięcia nauki w ramach swojej specjalności lub pokrewnych obszarach studiowanej specjalności • zna ograniczenia swojej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia • rozumie potrzebę zasięgnięcia 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 autoplagiat, 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 		
<p>Wykład monograficzny do wyboru (wymagane 6 ECTS)</p>	<p>Wykład monograficzny (lista ogłaszana corocznie)</p>	<p>W zależności od wyboru przedmiotu</p>		<p>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,</p>

				umiejętności, kompetencje).
<p>Praca dyplomowa (wymagane 26 ECTS)</p>	Proseminarium magisterskie (w języku angielskim)	<p>Efekty uczenia się - wiedza Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> - posiada szeroką wiedzę teoretyczną i praktyczną w tematyce pracy magisterskiej. 	<p>Metody dydaktyczne poszukujące:</p> <ul style="list-style-type: none"> - seminaryjna - referatu - projektu - doświadczeń - klasyczna metoda problemowa - laboratoryjna 	<p>Zaliczenie seminarium magisterskiego na podstawie przedstawionego referatu.</p>
	Pracownia magisterska cz.1			
	Seminarium magisterskie	<p>Efekty uczenia się - umiejętności Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>Praca magisterska jest pracą pisemną w oparciu o własne badania, symulacje, doświadczenia konfrontująca zdobytą wiedzę i umiejętności z aktualnym stanem wiedzy.</p>	<p>Zaliczenie pracowni magisterskiej na podstawie postępów w formułowaniu pracy dyplomowej zakończonych jej złożeniem.</p>
	Pracownia magisterska cz.2			
Praca magisterska	<p>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</p>		<p>Zaliczenie pracy magisterskiej wymaga akceptacji oraz recenzji promotora oraz pozytywnej opinii o pracy niezależnego recenzenta. Pracę dyplomową podsumowuje egzamin magisterski.</p>	

		<p>Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 		
<p>Język obcy (wymagane 3 ECTS)</p>	<p>Język angielski dla nauk ścisłych 2</p>	<p>Efekty uczenia się - umiejętności Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>Metoda kognitywno - komunikacyjna z zastosowaniem różnych mediów oraz urozmaiconych form pracy studenta.</p>	<p>Na sposoby weryfikacji osiągniętych kompetencji składają się:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ocena ciągła (bieżące przygotowanie do zajęć, odrabianie zadań domowych oraz aktywność na zajęciach) - śródsesemtralne pisemne testy kontrolne obejmujące sprawdzenie opanowanych przez studenta zagadnień - śródsesemtralne kolokwia prace pisemne - wypowiedzi ustne

				- Egzamin sprawdzający kompetencje językowe B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego
Przedmioty z fizyki wysokich energii (wymagane 6 ECTS)	Fizyka cząstek elementarnych	Efekty uczenia się - wiedza Student: <ul style="list-style-type: none"> 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 	Metoda dydaktyczna podająca: - wykład informacyjny (konwencjonalny)	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).
	Wszechświat wysokich energii			

		<p>astronomicznych</p> <p>Efekty uczenia się - umiejętności Student:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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• 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 <p>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne: Student:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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• zna ograniczenia własnej wiedzy, ale wie gdzie może uzyskać więcej informacji na wybrany temat• potrafi formułować własne opinie na		
--	--	---	--	--

		<p>temat wyników aktualnych oraz przeszłych badań naukowych i potrafi te opinie odpowiednio uzasadnić</p> <ul style="list-style-type: none"> rozumie potrzebę promocji wiedzy fizycznej, również na temat najnowszych odkryć 		
<p>Przedmioty dotyczące dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych (do wyboru, wymagane 3 ECTS)</p>	Innowacje	<p>Efekty uczenia się - wiedza Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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, 	<p>- Metody dydaktyczne podające:</p> <ul style="list-style-type: none"> pogadanka wykład konwersatoryjny wykład problemowy <p>- Metody dydaktyczne poszukujące:</p> <ul style="list-style-type: none"> seminaryjna, giełda pomysłów 	<p>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).</p>
	Teoria niezawodności			
	Przedsiębiorczość			
	Organizacja i finansowanie badań naukowych			

		<p>wykorzystującej wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla fizyki i zastosowań fizyki efekty kierunkowe.</p> <p>Efekty uczenia się - umiejętności Student:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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 zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu, <p>- Efekty uczenia się – kompetencje społeczne: Student:</p> <ul style="list-style-type: none">- 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		
Blok zajęć pedagogicznych 2 (wymagane 9 ECTS)	Pedagogika Dydaktyka fizyki 2 Pracownia dydaktyki fizyki 2 Praktyka metodyczna w szkole 2	efekty uczenia się określone w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 25 lipca 2019 w sprawie standardu kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.	<p>- Metody dydaktyczne podające:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pogadanka - wykład konwersatoryjny - wykład problemowy <p>- Metody dydaktyczne poszukujące:</p> <ul style="list-style-type: none"> - seminaryjna, - giełda pomysłów - laboratoryjna 	<p>Stopień osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się 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).</p> <p>Zaliczenia praktyki metodycznej dokonuje się w oparciu o raport z praktyk potwierdzony przez jednostkę oświatową oraz opinię opiekuna praktyk</p>
Praktyki**				
Wymiar praktyk	60 godz.			
Forma odbywania praktyk	Praktyka metodyczna 2 odbywana w szkole pod okiem doświadczonego nauczyciela.			
Zasady odbywania praktyk	Student odbywa praktykę metodyczną w wybranej szkole ponadpodstawowej pod okiem doświadczonego nauczyciela we wrześniu na przełomie I i II roku studiów (60 godz.). W czasie prowadzonej praktyki w szkole student zobowiązany jest prowadzić dziennik praktyk, a na zakończenie wykazać się opinią opiekuna praktyk.			
Szczegółowe wskaźniki punktacji ECTS				

Dyscypliny naukowe lub artystyczne, do których odnoszą się efekty uczenia się:									
	Dyscyplina naukowa lub artystyczna						Punkty ECTS		
							liczba	%	
1.	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 zajęcia	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	dyscypliny z dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych	językoznawstwo				
Przedmioty rdzenia (łącznie 43 ECTS)	Elektrodynamika klasyczna	5	5				2,5	2,5	
	Matematyczne metody fizyki	5	5				2,5	2,5	
	Optyka kwantowa 1	5	5				2,5	2,5	

	Pracownia fizyczna II cz.1	5	5					3	3
	Elementy informatyki kwantowej	5	5					2,5	2,5
	Optyka kwantowa 2	5	5					2,5	4
	Pracownia fizyczna II cz.2	5	5					3	3
	Fizyka statystyczna	5	5					2,5	2,5
	Konwersatorium popularyzacji fizyki	3	3					1,5	1,5
Przedmioty z fizyki kwantowej (łącznie 10 ECTS)	Teoria atomu i cząsteczki	5	5					2,5	4
	Teoria ciała stałego	5	5					2,5	4
Przedmioty specjalistyczne do wyboru (łącznie 16 ECTS)	Elementy teorii grup	3	16				16	10	10
	Fizyka i zastosowania laserów	5							
	Klasyczna teoria pola	5							
	Mechanika kwantowa 2	5							
	Optyka laserowa	5							
	Pracownia mikroelektroniki	5							
	Pracownia optoelektroniki	5							
	Wprowadzenie do fal grawitacyjnych	3							
	Kwantowa teoria pola	5							
	lub inny z listy ogłaszanej corocznie								
Wykład monograficzny do wyboru (łącznie 6 ECTS)	Wykład monograficzny	3	6				6	3	6
Praca dyplomowa (łącznie 26 ECTS)	Proseminarium magisterskie (w języku angielskim)	2	2					1	2

	Pracownia magisterska cz.1	1	1				1	1	1
	Seminarium magisterskie	2	2					1	2
	Pracownia magisterska cz.2	1	1				1	1	1
	Praca magisterska	20	20				20	8	20
Język obcy (łącznie 3 ECTS)	Język angielski dla nauk ścisłych 2	3			3			2	1
Przedmioty z fizyki wysokich energii (łącznie 6 ECTS)	Fizyka cząstek elementarnych	3	3					1,5	1,5
	Wszechświat wysokich energii	3	3					1,5	1,5
Przedmioty dotyczące dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych do wyboru (łącznie 3 ECTS)	Innowacje	2		3			3	1,5	0
	Teoria niezawodności	1							
	Organizacja i finansowanie badań naukowych	2							
	Przedsiębiorczość	1							
Blok zajęć pedagogicznych 2 (wymagane 9 ECTS)**	Dydaktyka fizyki 2	3	6	3			9	3	0
	Pracownia dydaktyki fizyki 2	2							
	Praktyka metodyczna 2	2							
	Pedagogika	2							
Razem wymagane punktów		122	113	6	3		56	62	78

Udział procentowy		92,6%	4,9%	2,5%		45,9%	50,8%	63,9%
Udział dyscypliny wiodącej		92,6%						

* załącznikiem do programu studiów jest opis treści programowych dla przedmiotów

**Do ukończenia studiów przygotowujących do wykonywania zawodu nauczyciela i uzyskania uprawnień do nauczania fizyki w szkole ponadpodstawowej wymagane jest zaliczenie Bloku zajęć pedagogicznych 1 i 2 oraz Praktyki zawodowej w szkole w łącznym wymiarze 120 godz. Jeśli blok zajęć pedagogicznych 1 lub część praktyki zawodowej w szkole nie zostały zrealizowane na studiach pierwszego stopnia, wymagane jest ich uzupełnienie.

Program studiów obowiązuje od roku akademickiego 2023/2024.