

**Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się**

<b>Wydział prowadzący studia:</b>	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
<b>Kierunek na którym są prowadzone studia:</b>	Fizyka
<b>Poziom studiów:</b>	Studia drugiego stopnia
<b>Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:</b>	Poziom 7
<b>Profil studiów:</b>	Ogólnoakademicki
<b>Przyporządkowanie kierunku do dyscypliny naukowej lub artystycznej (dyscyplin), do których odnoszą się efekty uczenia się:</b>	Dyscyplina: nauki fizyczne
<b>Forma studiów:</b> (studia stacjonarne, studia niestacjonarne)	Stacjonarne
<b>Liczba semestrów:</b>	4
<b>Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:</b>	120
<b>Łączna liczba godzin zajęć dydaktycznych:</b>	ok. 1270 <sup>1</sup>
<b>Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:</b>	Magister

---

<sup>1</sup> W zależności od wyboru przedmiotów

<b>Wskazanie związku programu studiów z misją i strategią UMK:</b>	Program kształcenia na kierunku Fizyka wykazuje związki z misją i strategią UMK szczególnie w zakresie: 2.1.4. Tworzenie oryginalnej oferty edukacyjnej, zgodnej z ideą Procesu Bolońskiego. 2.1.5. Ciągłe podnoszenie jakości nauczania. 3.2.7. Unowocześnienie bazy naukowo-dydaktycznej uwzględniające standardy światowe.
--	--

**Przedmioty/grupy zajęć wraz z zakładanymi efektami uczenia się\***

<b>Grupy przedmiotów</b>	<b>Przedmiot</b>	<b>Zakładane efekty uczenia się</b>	<b>Formy i metody kształcenia zapewniające osiągnięcie efektów uczenia się ....</b>	<b>Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta</b>
<b>Przedmioty rdzenia (wymagane 43 ECTS)</b>	Elektrodynamika klasyczna	<b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student: <ul style="list-style-type: none"> <li>• posiada pogłębioną wiedzę z zakresu teorii elektromagnetyzmu</li> <li>• posiada wiedzę na temat rozwiązywania cząstkowych równań różniczkowych,</li> <li>• posiada wiedzę na temat szczególnych rozwiązań równań Maxwella</li> <li>• posiada wiedzę na temat podstaw szczególnej teorii względności</li> <li>• posiada wiedzę z zakresu analizy macierzowej</li> <li>• posiada wiedzę na temat własności spektralnych ważnych klas macierzy,</li> <li>• posiada wiedzę na temat funkcji analitycznych</li> <li>• posiada wiedzę na temat funkcji Greena</li> <li>• posiada wiedzę w zakresie fizyki oraz matematyki niezbędną do opisu oraz analizy zjawisk fizycznych z dziedziny optyki kwantowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Metody dydaktyczne podające:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wykład informacyjny (konwencjonalny)</li> <li>- wykład konwersatoryjny</li> </ul> </li> <li>• <b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ćwiczeniowa</li> <li>- giełda pomysłów</li> <li>- doświadczeń</li> <li>- klasyczna metoda problemowa</li> <li>- laboratoryjna</li> <li>- obserwacji</li> </ul> </li> </ul>	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).
	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				

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zna podstawową problematykę i wybrane zagadnienia z ze współczesnej optyki kwantowej i atomowej oraz metody stosowane do ich opisu</li> <li>• zna zaawansowane metody doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne pozwalające zaplanować i przeprowadzić skomplikowany eksperyment fizyczny</li> <li>• zna podstawy działania systemów pomiarowych i aparatury badawczej z różnych obszarów fizyki</li> <li>• zna metody oraz modele matematyczne używane w fizyce statystycznej</li> <li>• zna sposoby modelowania stosowane do opisu układu statystycznego, w szczególności termodynamiki układów gazowych i magnetycznych oraz kwantowej fizyki statystycznej</li> <li>• rozumie ograniczenia stosowanych modeli i potrzebę ich dalszego ulepszenia</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi rozwiązywać równanie Laplace'a</li> <li>• potrafi wyznaczyć pole elektryczne dla zadanych rozkładów ładunków,</li> <li>• potrafi wyznaczyć pole magnetyczne dla zadanych rozkładów prądów,</li> <li>• potrafi zapisać równania Maxwella w postaci relatywistycznej,</li> <li>• potrafi stosować transformacje Lorentza</li> <li>• potrafi wyznaczyć pole promieniowania dipola elektrycznego</li> </ul>		<p>Zaliczenie pracy magisterskiej wymaga akceptacji oraz recenzji promotora oraz pozytywnej opinii o pracy niezależnego recenzenta. Pracę magisterską podsumowuje egzamin magisterski</p>
--	--	---	--	---

		<ul style="list-style-type: none"><li>• potrafi znaleźć rozkład spektralny dla macierzy normalnych,</li><li>• potrafi wyznaczyć kanoniczną postać Jordana dla dowolnej macierzy kwadratowej,</li><li>• potrafi sprawdzić warunki analityczności funkcji zmiennej zespolonej,</li><li>• potrafi stosować twierdzenie o residuach do obliczania całek</li><li>• potrafi wyznaczyć funkcję Greena dla operatora Laplace'a i operatora falowego</li><li>• posiada umiejętność analizy i opisu matematycznego zjawisk fizycznych z zakresu optyki kwantowej oraz rozwiązywania standardowych problemów z tej dziedziny</li><li>• potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w polskiej i anglojęzycznej literaturze fachowej i popularno-naukowej, a także w Internecie</li><li>• potrafi określić kierunki dalszego zdobywania kompetencji w tematyce objętej kursem</li><li>• umie zastosować naukowe metody do rozwiązywania problemów, przeprowadzenia eksperymentów i formułowaniu wniosków</li><li>• potrafi planować i przeprowadzać skomplikowane eksperymenty i obserwacje w różnych obszarach fizyki i jej zastosowań</li><li>• posiada umiejętność krytycznej analizy wyników pomiarów i obserwacji wraz z oceną niepewności wyników</li></ul>		
--	--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi zaprezentować wyniki badań eksperymentalnych w formie pisemnej</li> <li>• potrafi wyznaczyć zadane wielkości fizyczne na podstawie znanych modeli stosując metodę naukową przy rozwiązywaniu problemów z fizyki statystycznej</li> <li>• potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki statystycznej do wybranych problemów biofizyki</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna ograniczenia swojej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się</li> <li>• ma świadomość problemów etycznych i uczciwości intelektualnej w kontekście rzetelności badawczej</li> <li>• rozumie potrzebę popularyzacji wiedzy z zakresu fizyki w tym także najnowszych osiągnięć naukowych i technologicznych</li> </ul>		
<p><b>Przedmioty z fizyki kwantowej (wymagane 10 ECTS)</b></p>	Teoria atomu i cząsteczki	<p><b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posiada poszerzoną wiedzę z mechaniki kwantowej w zakresie teorii układów wieloelektronowych, w szczególności w zakresie teorii układów atomowych i molekularnych</li> <li>• 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Metody dydaktyczne podające:</b> - wykład informacyjny (konwencjonalny)</li> <li>• <b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b> - ćwiczeniowa - klasyczna metoda problemowa</li> </ul>	<p>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</p>
	Teoria ciała stałego			

		<p>naukowych powiązanych z fizyką i zastosowaniami</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna podstawowe prawa fizyki kwantowej,</li> <li>• posiada wiedzę o podstawowych składnikach materii i rodzajach podstawowych oddziaływań między nimi</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu</li> <li>• posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów myślowych lub obserwacji w określonych obszarach fizyki teoretycznej lub jej zastosowań</li> <li>• potrafi dokonać krytycznej analizy problemu lub obliczeń teoretycznych</li> <li>• posiada umiejętność syntezy metod i typowych koncepcji w obszarze studiowanej specjalności</li> <li>• potrafi określić kierunki dalszego uzupełniania wiedzy i umiejętności (w tym samokształcenia) w zakresie wybranej specjalności oraz poza nią</li> <li>• 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</li> <li>• potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej,</li> <li>• potrafi odtworzyć tok rozumowania z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń</li> </ul>	<p>projektów lub doświadczeń, na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</p>
--	--	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi posługiwać się aparatem matematycznym w opisie i modelowaniu zjawisk i procesów fizycznych z zakresu fizyki ciała stałego</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się.</li> <li>• potrafi pracować indywidualnie i współpracować w grupie; jest świadomy odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania</li> <li>• rozumie i docenia znaczenie swojej jak i innych uczciwej intelektualnej aktywności. Jest świadomy występujących problemów etycznych w kontekście naukowej solidności (plagiatostwo, fałszerstwo danych).</li> <li>• ma świadomość i zrozumienie społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy</li> </ul>												
<p><b>Przedmioty specjalistyczne do wyboru (wymagane 20 ECTS)</b></p>	<table border="1"> <tr><td>Klasyczna teoria pola</td></tr> <tr><td>Optyka laserowa</td></tr> <tr><td>Mechanika kwantowa 2</td></tr> <tr><td>Pracownia optoelektroniki</td></tr> <tr><td>Wprowadzenie do fal grawitacyjnych</td></tr> <tr><td>Elementy teorii grup</td></tr> <tr><td>Fizyka i zastosowania laserów</td></tr> <tr><td>Pracownia mikroelektroniki</td></tr> <tr><td>Kwantowa teoria pola</td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	Klasyczna teoria pola	Optyka laserowa	Mechanika kwantowa 2	Pracownia optoelektroniki	Wprowadzenie do fal grawitacyjnych	Elementy teorii grup	Fizyka i zastosowania laserów	Pracownia mikroelektroniki	Kwantowa teoria pola		<p><b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posiada pogłębioną wiedzę z zakresu teorii grup</li> <li>• posiada wiedzę na temat reprezentacji grup skończonych,</li> <li>• posiada wiedzę na temat na temat reprezentacji zwartych grup Liego</li> <li>• posiada wiedzę na temat algebr Liego i ich reprezentacji</li> <li>• ma wiedzę o najistotniejszych osiągnięciach z dziedziny nauki i dyscyplin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Metody dydaktyczne podające:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wykład informacyjny (konwencjonalny)</li> </ul> </li> <li>• <b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ćwiczeniowa</li> <li>- doświadczeń</li> <li>- klasyczna metoda problemowa</li> <li>- laboratoryjna</li> <li>- obserwacji</li> <li>- projektu</li> </ul> </li> </ul>	<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,</p>
Klasyczna teoria pola														
Optyka laserowa														
Mechanika kwantowa 2														
Pracownia optoelektroniki														
Wprowadzenie do fal grawitacyjnych														
Elementy teorii grup														
Fizyka i zastosowania laserów														
Pracownia mikroelektroniki														
Kwantowa teoria pola														

		<p>naukowych powiązanych z fizyką i zastosowaniami laserów</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna zasadę działania laserowych układów pomiarowych i aparatury, badawczej specyficznych dla obszaru zastosowań fizyki laserów</li> <li>• posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju fizyki laserów</li> <li>• zna rachunek tensorowy,</li> <li>• zna równania pola Einsteina, ich rozwiązania w najprostszyc przypadkach (na zewnątrz i wewnątrz materii) i podstawowe efekty ogólnej teorii względności.</li> <li>• 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</li> <li>• rozumie związek pomiędzy optyką w ujęciu geometrycznym (promienie) i falowym (równania Maxwella)</li> <li>• rozumie pojęcia przybliżenia optycznego oraz eikonału optycznego i promienia świetlnego i zna związek pomiędzy nimi</li> <li>• zna pojęcie optycznego odwzorowania</li> <li>• rozumie pojęcie wiązki gaussowskiej i sens fizyczny jej parametrów</li> <li>• rozumie różnicę pomiędzy stabilnym i niestabilnym mode rezonatora optycznego</li> <li>• rozumie zjawisko formowania się modów w płaskim światłowodzie aktywnym</li> </ul>		<p>na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</p>
--	--	--	--	--



		<ul style="list-style-type: none"><li>• rozumie metodę optyki macierzowej wraz ze sposobem opisu elementów składowych układów optycznych</li><li>• zna warunek stabilności rezonatora</li><li>• zna twierdzenie Kogelnika dla wiązek gaussowskich</li><li>• rozumie różnicę pomiędzy radiometrią a fotometrią (subiektywną), zna definicje wielkości fizycznych stosowanych w obu działach fotometrii</li><li>• zna zasady BHP w pracy z laserami, w tym klasyfikację źródeł promieniowania laserowego pod względem rodzaju zagrożeń</li><li>• ma uporządkowaną, rozszerzoną wiedzę z 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</li><li>• ma wystarczającą wiedzę z techniki eksperymentu umożliwiającą planowanie oraz wykonanie eksperymentów pomiarowych i badawczych</li><li>• zna zasadę działania układów pomiarowych i aparatury, badawczej specyficznych dla obszaru zastosowań fizyki w studiowanej specjalności</li><li>• posiada wiedzę do zrozumienia typowych procesów technologicznych z zastosowaniami fizyki</li><li>• posiada wiedzę dotyczącą historii odkrycia i badań fal grawitacyjnych</li><li>• zna podstawy matematyczne opisu falowego w ramach Ogólnej Teorii Względności</li></ul>	
--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• zna konsekwencje rozwiązań równania falowego w ramach przybliżenia newtonowskiego</li> <li>• zna podstawowe relacje opisujące własności fal grawitacyjnych</li> <li>• z na podstawy teoretyczne na jakich opiera się detekcja i analiza sygnału grawitacyjnego</li> <li>• 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</li> <li>• posiada pogłębioną wiedzę w zakresie zaawansowanej kwantowej teorii pól oddziałujących, zna podstawowe metody renormalizacji</li> <li>• zna podstawowe pojęcia i definicje potrzebne do teoretycznego opisu pól kwantowych ; rozumie znaczenie symetrii w opisie układów kwantowych</li> <li>• posiada znajomość opisu oddziaływania pól fermionowych z elektromagnetycznymi i teorii renormalizacji</li> <li>• posiada wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju elektrodynamiki kwantowej</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wyznaczać skończone podgrupy grupy obrotów</li> <li>• potrafi wyznaczyć reprezentacje grupy symetrycznej</li> <li>• potrafi stosować technikę diagramów Younga do wyznaczania reprezentacji</li> </ul>		
--	--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"><li>• potrafi znajdować nieredukowalne reprezentacje grupy obrotów</li><li>• potrafi charakteryzować reprezentacje grupy Lorentza</li><li>• potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów laserowych i wnioskowaniu w dziedzinie fizyki laserów</li><li>• potrafi zaadaptować wiedzę i metodykę fizyki do zagadnień fizyki laserów</li><li>• potrafi zastosować metody matematyczne do sformułowania i rozwiązania elementarnych problemów ogólnej teorii względności</li><li>• potrafi posługiwać się aparatem matematycznym i wybranymi metodami numerycznymi w opisie i modelowaniu zjawisk i procesów fizycznych</li><li>• potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w polskiej i anglojęzycznej literaturze fachowej i popularno-naukowej, a także w Internecie</li><li>• potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu</li><li>• posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów myślowych lub obserwacji w określonych obszarach fizyki teoretycznej lub jej zastosowań</li><li>• potrafi dokonać krytycznej analizy problemu lub obliczeń teoretycznych</li><li>• posiada umiejętność syntezy metod i typowych koncepcji w obszarze studiowanej specjalności</li><li>• potrafi określić kierunki dalszego uzupełniania wiedzy i umiejętności (w tym</li></ul>		
--	--	--	--	--

		<p>samokształcenia) w zakresie wybranej specjalności oraz poza nią.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• posiada umiejętność wyznaczania biegu promieni światła przez złożone układy optyczne za pomocą metod optyki</li><li>• potrafi określić czy dany rezonator lasera jest stabilny</li><li>• potrafi wyznaczyć stabilne mody gaussowskie rezonatora sferycznego lasera</li><li>• potrafi posługiwać się wielkościami z zakresu radiometrii i fotometrii</li><li>• potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu</li><li>• posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów lub obserwacji w określonych obszarach fizyki lub jej zastosowań</li><li>• potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników</li><li>• 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</li><li>• potrafi analizować własności fal grawitacyjnych od prostych, modelowych źródeł</li></ul>	
--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• umie wyjaśnić i analizować podstawowe cechy sygnału grawitacyjnego</li> <li>• 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.</li> <li>• potrafi skwantować pole w ramach formalizmu Lagrange'a i Hamiltona</li> <li>• jest przygotowany do dalszych, bardziej zaawansowanych studiów nad teorią pól oddziałujących</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b>  Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna ograniczenia swojej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia</li> <li>• rozumie potrzebę zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu</li> <li>• 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)</li> <li>• rozumie potrzebę popularyzacji wiedzy z zakresu fizyki w tym także najnowszych osiągnięć naukowych i technologicznych</li> <li>• potrafi pracować samodzielnie i w zespole</li> </ul>		
--	--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• docenia rolę nauk przyrodniczych i rozumie konieczność dalszego prowadzenia badań naukowych</li> </ul>		
<b>Wykład monograficzny do wyboru (wymagane 6 ECTS)</b>	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).
<b>Praca dyplomowa (wymagane 26 ECTS)</b>	Proseminarium magisterskie (w języku angielskim)	<b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student: - posiada szeroką wiedzę teoretyczną i praktyczną w tematyce pracy magisterskiej.	<b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b> - seminaryjna - referatu - projektu - doświadczeń - klasyczna metoda problemowa - laboratoryjna  Praca magisterska jest pracą pisemną w oparciu o własne badania, symulacje, doświadczenia konfrontująca zdobytą wiedzę i umiejętności z aktualnym stanem wiedzy.	Zaliczenie seminarium magisterskiego na podstawie przedstawionego referatu.  Zaliczenie pracowni magisterskiej na podstawie postępów w formułowaniu pracy dyplomowej zakończonych jej złożeniem.  Zaliczenie pracy magisterskiej wymaga akceptacji oraz pozytywnej opinii o pracy niezależnego recenzenta. Pracę dyplomową podsumowuje egzamin magisterski.
	Pracownia magisterska cz.1			
	Seminarium magisterskie	<b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> 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		
	Pracownia magisterska cz.2			
	Praca magisterska			

		<ul style="list-style-type: none"><li>- potrafi przedstawić wyniki badań własnych i zaczerpnięte z literatury w formie pisemnej, ustnej i w prezentacji multimedialnej, na poziomie specjalistycznym i popularnym</li><li>- potrafi krytycznie ocenić i dyskutować wyniki badań własnych i obcych ze studiowanej dziedziny</li><li>- zna język angielski w stopniu umożliwiającym efektywne korzystanie z literatury fachowej</li><li>- potrafi przedstawić wyniki badań (eksperymentalnych, teoretycznych lub numerycznych) w formie pracy magisterskiej</li></ul> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b> <b>Student:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia</li><li>- 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</li><li>- potrafi formułować opinie na temat zagadnień studiowanej dziedziny i rozumie potrzebę popularyzacji jej osiągnięć</li><li>- rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej i rzetelności badawczej i zawodowej</li><li>- ma świadomość konieczności dotrzymania terminów</li></ul>		
--	--	--	--	--

<p><b>Język obcy</b> <b>(wymagane 3 ECTS)</b></p>	<p>Język angielski dla nauk ścisłych 2</p>	<p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> 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.</p>	<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"> <li>- ocena ciągła (bieżące przygotowanie do zajęć, odrabianie zadań domowych oraz aktywność na zajęciach)</li> <li>- śródsesemtralne pisemne testy kontrolne obejmujące sprawdzenie opanowanych przez studenta zagadnień</li> <li>- śródsesemtralne kolokwia prace pisemne</li> <li>- wypowiedzi ustne</li> <li>- Egzamin sprawdzający kompetencje językowe B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego</li> </ul>
<p><b>Przedmioty z fizyki wysokich energii</b> <b>(wymagane 6 ECTS)</b></p>	<p>Fizyka cząstek elementarnych Wszeczeńświat wysokich energii</p>	<p><b>Efekty uczenia się - wiedza</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna podstawowe pojęcia z dziedziny fizyki cząstek elementarnych</li> <li>• zna podstawowe modele cząstek elementarnych</li> <li>• zna podstawowe metody eksperymentalne współczesnej fizyki cząstek elementarnych</li> <li>• rozumie związki fizyki cząstek elementarnych z astrofizyką i kosmologią</li> <li>• posiada wiedzę na temat wszystkich ważniejszych badań i odkryć, które doprowadziły do zapoczątkowania obserwacji astronomicznych w zakresie promieniowania X i gamma</li> <li>• potrafi wymienić instrumenty, które prowadziły lub nadal prowadzą badania w</li> </ul>	<p><b>Metoda dydaktyczna podająca:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wykład informacyjny (konwencjonalny)</li> </ul>	<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>



		<p>zakresie promieniowania rentgenowskiego oraz podać najważniejsze odkrycia jakich dokonano przy ich pomocy</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• zna wszystkie ważniejsze satelitarne i naziemne obserwatoria promieniowania gamma, potrafi opisać odkrycia dokonane za ich pomocą</li><li>• potrafi opisać techniki detekcji promieniowania jakie są stosowane w pomiarach emisji X i gamma</li><li>• posiada wiedzę o procesach fizycznych, które prowadzą do emisji X i gamma w źródłach astronomicznych</li><li>• umie opisać podstawowe procesy przyspieszania cząstek w źródłach astronomicznych</li></ul> <p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• umie opisać, analizować i zinterpretować zjawiska fizyczne z zakresu fizyki cząstek elementarnych</li><li>• umie przedstawić istotę działania urządzeń stosowanych w badaniach fizyki wysokich energii</li><li>• dysponuje wiedzą z zakresu fizyki cząstek elementarnych pozwalającą na samodzielne uzupełnianie wykształcenia</li><li>• potrafi opisać wszystkie ważniejsze procesy fizyczne, które są obserwowane w źródłach promieniowania X i gamma</li><li>• zdolny jest przygotować i przedstawić referat popularnonaukowy na temat wybranego zagadnienia z astrofizyki wysokich energii</li><li>• potrafi podjąć dalsze zgłębianie wiedzy w zakresie astrofizyki wysokich</li></ul>	
--	--	--	--

		<p>energii na podstawie profesjonalnych źródeł naukowych</p> <p><b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b>  Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia</li> <li>• ma świadomość rozstrzygającej roli eksperymentu</li> <li>• rozumie znaczenie badań z zakresu fizyki cząstek elementarnych i fizyki wysokich energii dla wiedzy o strukturze i naturze Wszechświata</li> <li>• zna ograniczenia własnej wiedzy, ale wie gdzie może uzyskać więcej informacji na wybrany temat</li> <li>• - potrafi formułować własne opinie na temat wyników aktualnych oraz przeszłych badań naukowych i potrafi te opinie odpowiednio uzasadnić</li> <li>• - rozumie potrzebę promocji wiedzy fizycznej, również na temat najnowszych odkryć</li> </ul>								
<p><b>Przedmioty dotyczące dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych (do wyboru, wymagane 6 ECTS)</b></p>	<table border="1"> <tr> <td>Innowacje</td> </tr> <tr> <td>Teoria niezawodności</td> </tr> <tr> <td>Przedsiębiorczość</td> </tr> <tr> <td>Przedmiot ogólnouniwersytecki</td> </tr> <tr> <td>Organizacja i finansowanie badań naukowych</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>	Innowacje	Teoria niezawodności	Przedsiębiorczość	Przedmiot ogólnouniwersytecki	Organizacja i finansowanie badań naukowych		<p><b>Efekty uczenia się - wiedza</b>  Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ma wiedzę podstawową nt. dóbr intelektualnych i sposobów ich ochrony</li> <li>- opisuje różne aspekty pracy zespołowej i pełnionych ról w zespole</li> <li>• 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,</li> </ul>	<p><b>- Metody dydaktyczne podające:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pogadanka</li> <li>- wykład konwersatoryjny</li> <li>- wykład problemowy</li> </ul> <p><b>- Metody dydaktyczne poszukujące:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- seminaryjna,</li> <li>- giełda pomysłów</li> </ul>	<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</p>
Innowacje										
Teoria niezawodności										
Przedsiębiorczość										
Przedmiot ogólnouniwersytecki										
Organizacja i finansowanie badań naukowych										

		<p>potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zna założenia metody Design thinking</li> <li>- ma podstawową wiedzę na temat zaawansowanej matematyki, teorii prawdopodobieństwa i statystyki niezbędną w teorii niezawodności</li> <li>- 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</li> <li>- 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.</li> </ul> <p><b>Efekty uczenia się - umiejętności</b> Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- posiada umiejętność wstępnej oceny stopnia innowacyjności danego rozwiązania</li> <li>- potrafi rozpoznać optymalny dla siebie rodzaj pracy i naturalną rolę w pracy zespołowej</li> <li>- analizuje swoje kompetencje i potrafi nimi świadomie zarządzać</li> <li>- potrafi samodzielnie ocenić czas życia i niezawodność złożonego procesu technologicznego, produkcyjnego lub programu komputerowego</li> </ul>	<p>efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</p>
--	--	--	---

		<p>- zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi precyzyjnie formułować pytania; rozumie potrzebę dalszego kształcenia się oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu,</p> <p>- <b>Efekty uczenia się – kompetencje społeczne:</b>  <b>Student:</b>  - 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</p>		
<b>Praktyki**</b>				
<b>Wymiar praktyk</b>				
<b>Forma odbywania praktyk</b>				
<b>Zasady odbywania praktyk</b>				
<b>Szczegółowe wskaźniki punktacji ECTS</b>				

Dyscypliny naukowe lub artystyczne, do których odnoszą się efekty uczenia się:									
	Dyscyplina naukowa lub artystyczna				Punkty ECTS				
					liczba	%			
	Nauki fizyczne				111	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 przyrządzony jest kierunek studiów*****/ zajęcia kształtujące umiejętności praktyczne *****
			fizyka	dyscypliny z dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych	językoznawstwo				
<b>Przedmioty rdzenia (łącznie 43 ECTS)</b>	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
<b>Przedmioty z fizyki kwantowej (łącznie 10 ECTS)</b>	Teoria atomu i cząsteczek	5	5					2,5	4
	Teoria ciała stałego	5	5					2,5	4
<b>Przedmioty specjalistyczne do wyboru (łącznie 20 ECTS)</b>	Elementy teorii grup	3	20				20	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	2							
	Kwantowa teoria pola	5							
<b>Wykład monograficzny do wyboru (łącznie 6 ECTS)</b>	Wykład monograficzny	3	6				6	3	6
<b>Praca dyplomowa (łącznie 26 ECTS)</b>	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	<b>1</b>	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Praca magisterska	<b>20</b>	<b>20</b>				<b>20</b>	<b>8</b>	<b>20</b>
<b>Język obcy (łącznie 3 ECTS)</b>	Język angielski dla nauk ścisłych 2	<b>3</b>			<b>3</b>			<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Przedmioty z fizyki wysokich energii (łącznie 6 ECTS)</b>	Fizyka cząstek elementarnych	<b>3</b>	<b>3</b>					<b>1,5</b>	<b>1,5</b>
	Wszystkie światy wysokich energii	<b>3</b>	<b>3</b>					<b>1,5</b>	<b>1,5</b>
<b>Przedmioty dotyczące dziedziny nauk społecznych lub humanistycznych do wyboru (łącznie 6 ECTS)</b>	Innowacje	<b>2</b>			<b>6</b>		<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
	Teoria niezawodności	<b>1</b>							
	Organizacja i finansowanie badań naukowych	<b>2</b>							
	Przedsiębiorczość	<b>1</b>							
	Przedmiot ogólnouniwersytecki	<b>3</b>							
<b>Razem wymagane punktów</b>		<b>120</b>	<b>111</b>	<b>6</b>	<b>3</b>		<b>54</b>	<b>60,5</b>	<b>78</b>
<b>Udział procentowy</b>			<b>92,5%</b>	<b>5%</b>	<b>2,5%</b>		<b>45%</b>	<b>50,4%</b>	<b>65%</b>
<b>Udział dyscypliny wiodącej</b>			<b>100%</b>						

\* załącznikiem do programu studiów jest opis treści programowych dla przedmiotów

Program studiów obowiązuje od semestru zimowego roku akademickiego 2019/20.

Program studiów został uchwalony na posiedzeniu Rady Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej w dniu 17 kwietnia 2019 r.

/-/ Prof. dr hab. Włodzimierz Jaskólski

Dziekan Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej