

**Część B) programu studiów**

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

|                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Wydział prowadzący studia:</b>                                                                                                 | <b>Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej</b>                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Kierunek na którym są prowadzone studia:</b>                                                                                   | <b>Fizyka</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Poziom studiów:</b>                                                                                                            | <b>Studia drugiego stopnia</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:</b>                                                                                         | <b>Poziom 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Profil studiów:</b>                                                                                                            | <b>Ogólnoakademicki</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Przyporządkowanie kierunku do dyscypliny naukowej lub artystycznej (dyscyplin), do których odnoszą się efekty uczenia się:</b> | <b>Dyscyplina: nauki fizyczne</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Forma studiów:</b>                                                                                                             | <b>Stacjonarne</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Liczba semestrów:</b>                                                                                                          | <b>4</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:</b>                                                     | <b>120</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Łączna liczba godzin zajęć dydaktycznych:</b>                                                                                  | <b>ok. 1270<sup>1</sup></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:</b>                                                                                       | <b>magister</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <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:<br>2.1.4. Tworzenie oryginalnej oferty edukacyjnej, zgodnej z ideą Procesu Bolońskiego.<br>2.1.5. Ciągłe podnoszenie jakości nauczania.<br>3.2.7. Unowocześnienie bazy naukowo-dydaktycznej uwzględniające standardy światowe. |

<sup>1</sup> 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Przedmioty rdzenia<br/>(wymagane 43 ECTS)</b> | Elektrodynamika klasyczna           | <b>Efekty kształcenia - wiedza</b><br>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> <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> </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> | <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 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <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 ulepszania</li> </ul> <p><b>Efekty kształcenia - umiejętności</b><br/>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> <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</li> </ul> |  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                       |  |
|--|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--|
|  |                                                   | <p>literaturze fachowej i popularno-naukowej, a także w Internecie</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 obserwacji w różnych obszarach fizyki i jej zastosowań</li> <li>• posiada umiejętność krytycznej analizy wyników pomiarów i obserwacji wraz z oceną niepewności wyników</li> <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 kształcenia – kompetencje społeczne:</b><br/>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> |                                       |  |
|  | Teoria atomu i cząsteczki<br>Teoria ciała stałego | <b>Efekty kształcenia - wiedza</b><br>Student:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>• Metody dydaktyczne podające:</b> |  |

|                                                                    |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Przedmioty z fizyki kwantowej</b><br/>(wymagane 10 ECTS)</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 naukowych powiązanych z fizyką i zastosowaniami</li> <li>• zna podstawowe prawa fizyki kwantowej,</li> <li>• posiada wiedzę o podstawowych składnikach materii i rodzajach podstawowych oddziaływań między nim</li> </ul> <p><b>Efekty kształcenia - umiejętności</b><br/>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> </ul> | <p>- wykład informacyjny (konwencjonalny)</p> <p>• <b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ćwiczeniowa</li> <li>- 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 kolokwίων, 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> |
|--------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                |                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej,</li> <li>• potrafi odtworzyć tok rozumowania z uwzględnieniem poczynionych założeń i przybliżeń</li> <li>• potrafi posługiwać się aparatem matematycznym w opisie i modelowaniu zjawisk i procesów fizycznych z zakresu fizyki ciała stałego</li> </ul> <p><b>Efekty kształcenia – kompetencje społeczne:</b><br/>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 (plagiatorstwo, fałszerstwo danych).</li> <li>• ma świadomość i zrozumienie społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Przedmioty specjalistyczne do wyboru (wymagane 20 ECTS)</b> | Klasyczna teoria pola              | <p><b>Efekty kształcenia - wiedza</b><br/>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 reprezentacji zwartych grup Liego</li> <li>• posiada wiedzę na temat algebr Liego i ich reprezentacji</li> <li>• ma wiedzę o najistotniejszych osiągnięciach z dziedzin nauki i dyscyplin naukowych powiązanych z fizyką i zastosowaniami laserów</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p><b>• Metody dydaktyczne podające:</b><br/>- wykład informacyjny (konwencjonalny)</p> <p><b>• Metody dydaktyczne poszukujące:</b><br/>- ćwiczeniowa<br/>- doświadczeń<br/>- klasyczna metoda problemowa<br/>- laboratoryjna<br/>- obserwacji<br/>- projektu</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, |
|                                                                | Optyka laserowa                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                | Mechanika kwantowa 2               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                | Pracownia optoelektroniki          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                | Wprowadzenie do fal grawitacyjnych |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                | Elementy teorii grup               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                | Fizyka i zastosowania laserów      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                | Pracownia mikroelektroniki         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                | Kwantowa teoria pola               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                                                        |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <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 najprostszych 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 modem rezonatora optycznego</li> <li>• rozumie zjawisko formowania się modów w płaskim światłowodzie aktywnym</li> <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</li> </ul> |  | <p>na wykładach w postaci egzaminów semestralnych. Oceniane są łącznie wszystkie elementy efektów kształcenia (wiedza, umiejętności, kompetencje).</p> |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>wielkości fizycznych stosowanych w obu działach fotometrii</p> <ul style="list-style-type: none"> <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> <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> </ul> |  |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|



|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <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 kształcenia - umiejętności</b><br/>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> <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</li> </ul> |  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>literaturze fachowej i popularno-naukowej, a także w Internecie</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>• 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</li> </ul> |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi analizować własności fal grawitacyjnych od prostych, modelowych źródeł</li> <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 Langrange'a i Hamiltona</li> <li>• jest przygotowany do dalszych, bardziej zaawansowanych studiów nad teorią pól oddziałujących</li> </ul> <p><b>Efekty kształcenia – kompetencje społeczne:</b><br/> 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 zasięgania 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 autoplaciat, fałszowanie danych)</li> </ul> |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|                                                             |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             |                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <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> <li>• docenia rolę nauk przyrodniczych i rozumie konieczność dalszego prowadzenia badań naukowych</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Wykład monograficzny do wyboru<br/>(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<br/>(wymagane 26 ECTS)</b>               | <div>Proseminarium magisterskie (w języku angielskim)</div> <div>Pracownia magisterska cz.1</div> <div>Seminarium magisterskie</div> <div>Pracownia magisterska cz.2</div> <div>Praca magisterska</div> | <p><b>Efekty kształcenia - wiedza</b><br/>Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- posiada szeroką wiedzę teoretyczną i praktyczną w tematyce pracy magisterskiej.</li> </ul> <p><b>Efekty kształcenia - umiejętności</b><br/>Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> <li>- potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń wraz z oceną dokładności wyników</li> <li>- potrafi przedstawić wyniki badań własnych i zaczerpnięte z literatury w formie pisemnej,</li> </ul> | <p><b>Metody dydaktyczne poszukujące:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- seminaryjna</li> <li>- referatu</li> <li>- projektu</li> <li>- doświadczeń</li> <li>- klasyczna metoda problemowa</li> <li>- laboratoryjna</li> </ul> <p>Praca magisterska jest pracą pisemną w oparciu o własne badania, symulacje, doświadczenia konfrontująca zdobytą wiedzę i umiejętności z aktualnym stanem wiedzy.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                         |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                                        | <p>ustnej i w prezentacji multimedialnej, na poziomie specjalistycznym i popularnym</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 kształcenia – kompetencje społeczne:</b><br/> <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 dotrzymywania terminów</li> </ul> |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Język obcy<br/>(wymagane 3 ECTS)</b> | Język angielski dla nauk ścisłych<br>2 | <p><b>Efekty kształcenia - umiejętności</b><br/> <b>Student:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią,</li> <li>- potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Metoda kognitywno - komunikacyjna z zastosowaniem różnych mediów oraz urozmaiconych form pracy studenta. | <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>- śródssemestralne pisemne testy kontrolne obejmujące</li> </ul> |

|                                                               |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                              | <p>sprawdzenie opanowanych przez studenta zagadnień</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- śródsesestralne kolokwia prace pisemne</li> <li>- wypowiedzi ustne</li> <li>- Egzamin sprawdzający kompetencje językowe B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego</li> </ul> |
| <b>Przedmioty z fizyki wysokich energii (wymagane 6 ECTS)</b> | Fizyka cząstek elementarnych | <b>Efekty kształcenia - wiedza</b><br>Student: <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 zakresie promieniowania rentgenowskiego oraz podać najważniejsze odkrycia jakich dokonano przy ich pomocy</li> <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> </ul> | <b>Metoda dydaktyczna podająca:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wykład informacyjny (konwencjonalny)</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                               | Wszechświat wysokich energii |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• umie opisać podstawowe procesy przyspieszania cząstek w źródłach astronomicznych</li> <li>• <b>Efekty kształcenia - umiejętności</b><br/>Student: <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 energii na podstawie profesjonalnych źródeł naukowych</li> </ul> </li> <li>• <b>- Efekty kształcenia – kompetencje społeczne:</b><br/>Student: <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 naabrany temat</li> <li>• - potrafi formułować własne opinie na temat wyników aktualnych oraz przeszłych</li> </ul> </li> </ul> |  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|                                                                                           |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                           |                                            | <p>badan naukowych i potrafi te opinie odpowiednio uzasadni</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rozumie potrzebe promocji wiedzy fizycznej, rowniez na temat najnowszych odkry</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| <p><b>Przedmioty dotyczace dziedziny nauk spolecznych do wyboru (wymagane 6 ECTS)</b></p> | Innowacje                                  | <p><b>- Efekty ksztalcenia - wiedza</b><br/>Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ma wiedze podstawowa nt. dobr intelektualnych i sposobow ich ochrony</li> <li>- opisuje rone aspekty pracy zespolowej i pelnionych rol w zespole</li> <li>• potrafi pozyskiwac informacje z literatury, baz danych i innych zrodel, potrafi integrowac uzyskane informacje, dokonywac ich interpretacji, a takze wyciagac wnioski oraz formulowac i uzasadniac opinie, potrafi samodzielnie planowac i realizowac wlasne uczenie sie przez cale zycie i ukierunkowywac innych w tym zakresie</li> <li>- zna zalozenia metody Design thinking</li> <li>- ma podstawowa wiedze na temat zaawansowanej matematyki, teorii prawdopodobienstwa i statystyki niezbedna w teorii niezawodnosci</li> <li>- ma rozszerzona wiedze o cyklu zycia urzadzen, obiektow, systemow technicznych, systemow informatycznych. Ma uporzadkowana, podbudowana teoretycznie wiedze ogolna obejmujaca kluczowe zagadnienia z zakresu informatyki stosowanej i automatyki i robotyki w tym analizy stabilnosci systemow. Ma poglębioną i uporzadkowana wiedze w zakresie zasad konstruowania i analiz dotyczacych czasu oceny zycia systemu koniecznych w pracy</li> <li>- zna ogolne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiebiorczosci, wykorzystujacej wiedze z zakresu dziedziny nauki i dyscyplin naukowych, wlasciwych dla fizyki i zastosowan fizyki efekty kierunkowe.</li> </ul> <p><b>- Efekty ksztalcenia - umiejetnosci</b><br/>Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- posiada umiejetnosc wstepnej oceny stopnia innowacyjnosci danego rozwiazania</li> </ul> | <p><b>- Metody dydaktyczne podajace:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pogadanka</li> <li>- wyklad konwersatoryjny</li> <li>- wyklad problemowy</li> </ul> <p><b>- Metody dydaktyczne poszukujace:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- seminaryjna,</li> <li>- gielda pomyslow</li> </ul> |  |
|                                                                                           | Teoria niezawodnosci                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|                                                                                           | Przedsiębiorczość                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|                                                                                           | Przedmiot ogólnouniwersytecki              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|                                                                                           | Organizacja i finansowanie badan naukowych |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |



|                                      |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |
|--------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                                      |  | <ul style="list-style-type: none"><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><li>- 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,</li></ul> <p><b>- Efekty kształcenia – kompetencje społeczne:</b><br/>Student:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- ma świadomość znaczenia własnej pracy dla dobra społecznego</li><li>- ma świadomość własnej sprawczości i innowacyjności</li><li>- kształtowanie postawy proaktywnej, przywódczej</li><li>- ma świadomość ważności rzetelności i uczciwości</li><li>- potrafi ocenić czy jego wiedza jest wystarczająca do rozpoczęcia oceny czasu życia i niezawodności procesów technologicznych czy złożonych systemów informatycznych, czy systemów pomiarowych</li><li>- potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy</li></ul> |  |  |
| Praktyki**                           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |
| Wymiar praktyk                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |
| Forma odbywania praktyk              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |
| Zasady odbywania praktyk             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |
| Szczegółowe wskaźniki punktacji ECTS |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |

|                                                                                |                                    |                     |                                                            |                                         |                |  |                                       |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                |                                    |                     |                                                            |                                         |                |  |                                       |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 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:<br>(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:<br>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 | językoznawstwo |  |                                       |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Przedmioty rdzenia<br>(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 |
| <b>Przedmioty z fizyki kwantowej (łącznie 10 ECTS)</b>        | Teoria atomu i cząsteczki                        | 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  | 3  |  |   |  | 3  | 1,5 | 3   |
| <b>Praca dyplomowa (łącznie 26 ECTS)</b>                      | Proseminarium magisterskie (w języku angielskim) | 2  | 2  |  |   |  |    | 1   | 2   |
|                                                               | Pracownia magisterska cz.1                       | 1  |    |  |   |  | 1  | 1   | 1   |
|                                                               | Seminarium magisterskie                          | 2  | 2  |  |   |  |    | 1   | 2   |
|                                                               | Pracownia magisterska cz.2                       | 1  |    |  |   |  | 1  | 1   | 1   |
|                                                               | Praca magisterska                                | 20 | 20 |  |   |  | 20 | 5   | 20  |
| <b>Język obcy (łącznie 3 ECTS)</b>                            | Język angielski dla nauk ścisłych 2              | 3  |    |  | 3 |  |    | 2   | 1   |
| <b>Przedmioty z fizyki wysokich energii</b>                   | Fizyka cząstek elementarnych                     | 3  | 3  |  |   |  |    | 1,5 | 1,5 |

|                                                                                   |                                            |            |              |           |             |  |              |              |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------|--------------|-----------|-------------|--|--------------|--------------|--------------|
| <b>(łącznie 6 ECTS)</b>                                                           |                                            |            |              |           |             |  |              |              |              |
|                                                                                   | Wszechświat wysokich energii               | 3          | 3            |           |             |  |              | 1,5          | 1,5          |
| <b>Przedmioty dotyczące dziedziny nauk społecznych do wyboru (łącznie 6 ECTS)</b> | Innowacje                                  | 2          |              | 6         |             |  | 6            | 3            | 0            |
|                                                                                   | Teoria niezawodności                       | 1          |              |           |             |  |              |              |              |
|                                                                                   | Organizacja i finansowanie badań naukowych | 2          |              |           |             |  |              |              |              |
|                                                                                   | Przedsiębiorczość                          | 1          |              |           |             |  |              |              |              |
|                                                                                   | Przedmiot ogólnouniwersytecki              | 3          |              |           |             |  |              |              |              |
| <b>Razem wymagane punktów</b>                                                     |                                            | <b>120</b> | <b>111</b>   | <b>6</b>  | <b>3</b>    |  | <b>57</b>    | <b>65</b>    | <b>79</b>    |
| <b>Udział procentowy</b>                                                          |                                            |            | <b>92,5%</b> | <b>5%</b> | <b>2,5%</b> |  | <b>47,5%</b> | <b>54,2%</b> | <b>65,8%</b> |
| <b>Udział dyscypliny wiodącej</b>                                                 |                                            |            | <b>100%</b>  |           |             |  |              |              |              |

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

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

Program studiów został uchwalony na posiedzeniu Rady Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej w dniu 16 stycznia 2019 r.

.....  
Podpis Dziekana

