

PROGRAM STUDIÓW - Część B

1. *Nazwa kierunku: Fizyka*
2. *Poziom kształcenia: Studia Pierwszego Stopnia*
3. *Profil kształcenia: Ogólnoakademicki*
4. *Specjalność: Fizyka*

TREŚCI PROGRAMOWE MODUŁÓW

MK_1 (Podstawy fizyki)

Moduł obejmuje 705 godziny dydaktyczne, w tym 255 godzin wykładów, 270 godzin konwersatoriów i 180 godzin laboratoriów. Przypisano mu 62 punkty ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Wstęp do fizyki, 2. Mechanika, 3. Rachunek niepewności pomiarowych, 4. Elektryczność i magnetyzm, 5. Termodynamika, 6. Optyka i fale, 7. Astronomia, 8. Budowa materii) realizowane są w semestrach 1-5.

1. Wstęp do fizyki (wykład, konwersatorium, laboratorium): Zapoznanie z podstawowymi zjawiskami fizycznymi i naukową metodą badań fizycznych oraz podstawowymi wielkościami fizycznymi i ich jednostkami. Ruch, opory ruchu, układ izolowany, układ inercjalny, ruch ciała swobodnego, koncepcja zdarzeń, synchronizacja zegarów, wektory w fizyce, transformacje Galileusza i Lorenzta, elementy szczególnej teorii względności, bezwładność, masa, zasady dynamiki Newtona, zasady zachowania w fizyce, przyspieszenie, składanie sił, ruch po okręgu, oscylatory, fale, problemy fizyki klasycznej, elementy fizyki kwantowej. Wykład uzupełniony jest pokazami związanymi z tematyką zajęć. Na zajęciach konwersatoryjnych studenci obliczają zadania związane z tematami poruszonymi na wykładzie. Na zajęciach laboratoryjnych studenci przeprowadzają proste doświadczenia i przygotowują raporty z analizą niepewności pomiarowych.
2. Mechanika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia, zasady i teorie fizyczne funkcjonujące na gruncie fizyki klasycznej (formalizm mechaniki punktu materialnego i bryły sztywnej, podstawowe zasady zachowania w przyrodzie, oddziaływania grawitacyjne, statyka i dynamika płynów, fale sprężyste). Zrozumienie znaczenia eksperymentu fizycznego jako sposobu weryfikacji koncepcji teoretycznych. Wykład uzupełniony jest pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi, na których studenci samodzielnie przeprowadzają doświadczenia z mechaniki.
3. Rachunek niepewności pomiarowych (wykład, laboratorium): Współczesne metody opracowywania wyników pomiarów i oszacowania niepewności wyników z uwzględnieniem elementów statystycznej analizy danych. Błąd i niepewność pomiaru. Przykłady rozkładów zmiennej losowej, ważniejsze estymatory parametrów rozkładu. Statystyczna ocena niepewności pomiaru (typ A), ocena niepewności metodami typu B, prawo propagacji niepewności, niepewność rozszerzona. Metody przedstawiania wyników pomiarów, zaokrąglanie i porównywanie wyników, metoda najmniejszych kwadratów, wyznaczanie parametrów funkcji dopasowujących rozkłady wyników pomiarów. Wprowadzenie do metod testowania hipotez statystycznych. Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne z praktycznym wykorzystaniem narzędzi komputerowych.

4. Elektryczność i magnetyzm (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia oraz formalizm związany z opisem źródeł pola elektrycznego, magnetycznego i elektromagnetycznego. Podstawowe zjawiska elektromagnetyczne. Prawo Coulomba, twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego, Stokesa, równanie Poissona, Laplace'a, prawo Biota-Savarta i Ampera, Prawa przepływu prądu elektrycznego, efekt Halla, równania Maxwella, obwody prądu zmiennego, drgania wymuszone, pole elektryczne i magnetyczne w materii. Wykład uzupełniony jest pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
5. Termodynamika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Formalizm opisu i metody jakościowej i ilościowej analizy układów wielu ciał. Zasady termodynamiki. Funkcje termodynamiczne, równania termodynamiczne Maxwella. Elementy fizyki statystycznej. Kinetyczna teoria promieniowania. Ciepło właściwe, energia swobodna. Procesy spontaniczne. Wstęp do fizyki przejść fazowych. Wykład uzupełniony pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi z wykorzystaniem komputerowych narzędzi obliczeniowych oraz zajęciami laboratoryjnymi.
6. Optyka i fale (wykład, konwersatorium, laboratorium): Powstawanie obrazu optycznego z uwzględnieniem konsekwencji falowej natury światła: odbicia, załamania, spójności, interferencji, dyfrakcji, polaryzacji, rozpraszania i innych oddziaływań światła z materią. Podstawowe elementy optyczne wraz z ich wykorzystaniem w przyrządach optycznych. Transformacje optyczne – teoria powstawania obrazu w mikroskopie. Holografia. Optyka ciała stałego, megnetooptyczne efekty Faraday'a i Kerra. Optyka kwantowa. Wykład uzupełniony jest pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
7. Astronomia (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do astronomii współczesnej. Podstawowe pojęcia dotyczące Układu Słonecznego, planet pozasłonecznych, gwiazd, galaktyk i kosmologii. Omówione zostaną prawa Keplera, ewolucja gwiazd, typy gwiazd, budowa Drogi Mlecznej i typy galaktyk, prawo Hubble'a, reliktyowe promieniowanie tła, Wielki Wybuch. Wykład uzupełniony pokazami oraz zajęciami praktycznymi: studenci samodzielnie przeprowadzają obserwacje astronomiczne o niewielkim stopniu złożoności oraz rozwiązują zadania rachunkowe.
8. Budowa materii (wykład, konwersatorium, laboratorium): Wprowadzenie do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych (podstawowe wiadomości o jądrach atomowych, wybrane modele struktury jądra atomowego, przemiany i reakcje jądrowe, promieniotwórczość, pochodzenie pierwiastków, elementy Modelu Standardowego), fizyki atomu i cząsteczki (funkcje falowe atomu wodoru, moment magnetyczny atomu, struktura atomów wieloelektronowych), fizyki ciała stałego (pasma energetyczne, nadprzewodnictwo, wiązania chemiczne, własności magnetyczne ciał stałych) oraz podstawowych oddziaływań w przyrodzie. Wykład uzupełniony pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi.

MK_2 (Narzędzia matematyki)

Moduł obejmuje 345 godzin dydaktycznych, w tym 150 godzin wykładów, 195 godzin konwersatoriów. Przypisano mu 27 punkty ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Wstęp do matematyki, 2. Analiza matematyczna I, 3. Analiza matematyczna II, 4. Algebra z geometrią) realizowane są w semestrach 1-3.

1. Wstęp do matematyki (wykład, konwersatorium): Wybrane zagadnienia matematyki elementarnej: działania i relacje w zbiorach liczbowych, podstawy logiki i teorii mnogości – metodologia rozumowań matematycznych. Przestrzeń wektorowa i

afiniczna. Elementy geometrii analitycznej. Liczby zespolone. Elementy kombinatoryki. Elementarny wstęp do rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe: studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej, wykształceniu krytycznego myślenia i samodzielnego formułowania problemów.

2. Analiza matematyczna I (wykład, konwersatorium): Podstawowe wiadomości z logiki i teorii zbiorów, indukcja matematyczna. Szeregi, ciągi i kryteria zbieżności. Funkcja, jej granica, ciągłość i różniczkowalność. Funkcja elementarna, wykładnicza, logarytmiczna, funkcje hiperboliczne i cyklometryczne. Pochodna i jej własności (ekstrema, wypukłość, asymptoty). Funkcja odwrotna. Twierdzenie Lagrange'a, Taylora, reguła de l'Hospitala. Szeregi potęgowe. Całka nieoznaczona. Całkowanie funkcji wymiernych i trygonometrycznych. Całka oznaczona. Twierdzenie Newtona-Leibnitza. Całki niewłaściwe. Podstawowe informacje o rozszerzeniu całki. Kryterium całkowe zbieżności szeregów. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe: studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej potrzebnej w dalszej edukacji fizyki.
3. Analiza matematyczna II (wykład, konwersatorium): Liniowe równania różniczkowe zwyczajne, równania liniowe niejednorodne oraz różnicowe. Elementy topologii, zasada Banacha i przybliżone metody rozwiązywania nieliniowych równań algebraicznych. Krzywe fazowe. Funkcje wielu zmiennych. Pochodna macierzowa i kierunkowa. Funkcja uwikłana. Elementy geometrii różniczkowej. Formy różniczkowe. Elementy analizy wektorowej. Twierdzenia Greena, Gaussa, Stokesa, Lemat Poicare'go. Podstawowe informacje o przestrzeniach Banacha, Hilberta. Dystrybucje. Transformata Fouriera. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe: studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej potrzebnej w dalszej edukacji fizyki.
4. Algebra z geometrią (wykład, konwersatorium): Podstawowe konstrukcje i problemy algebry liniowej ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań w zagadnieniach praktycznych. Przestrzeń macierzy i algebra macierzy rzeczywistych i zespolonych. Podstawowe operacje i własności. Klasy macierzy. Wyznacznik i odwracalność macierzy. Układy równań liniowych, klasyfikacja i metody rozwiązywania. Interpretacja geometryczna rozwiązań. Przestrzenie liniowe, liniowa niezależność, baza, wymiar. Współrzędne wektora w bazie. Transformacje współrzędnych przy zamianie baz. Odwzorowania liniowe i ich macierze. Własności odwzorowań liniowych. Przestrzenie Euklidesowe i unitarne. Ortogonalizacja bazy przestrzeni wektorowej. Diagonalizacja odwzorowań samosprężonych – rzuty ortogonalne i rozkład spektralny odwzorowania. Przestrzeń dualna, odwzorowania wieloliniowe, podstawy rachunku tensorowego - matematyczne podstawy rachunku Diraca. Wybrane zastosowania algebry: homomorfizm $SU(2)$, $SO(3)$. Algebra CCR. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi algebraicznych do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.

MK_3 (Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej)

Moduł obejmuje 300 godzin dydaktycznych, w tym 150 godzin wykładów i 150 godzin konwersatoriów. Przypisano mu 30 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Elementy mechaniki teoretycznej, 2. Elementy elektrodynamiki klasycznej, 3. Szczególna teoria względności, 4. Elementy mechaniki kwantowej) realizowane są w semestrach 3-5.

1. Elementy mechaniki teoretycznej (wykład, konwersatorium): Celem wykładu jest zapoznanie studentów m.in. z lagranżowskim i hamiltonowskim formalizmem opisu dynamiki układów punktów materialnych. Podejmowane tematy dotyczą opisu ruchu w układach inercjalnych i nieinercjalnych, praw Newtona, układów jednowymiarowych, układów z więzami, zasady d'Alemberta, równań Lagrange'a I i II rodzaju, rachunku wariacyjnego, zasady Hamiltona, praw zachowań i twierdzenia Noether, formalizmu kanonicznego Hamiltona. Student pozna zagadnienia związane z ruchem w polu siły centralnej, małymi drganiami oraz dynamiką bryły sztywnej. Celem konwersatorium jest nabycie praktycznych umiejętności analizy ruchu klasycznych układów mechanicznych
2. Elementy elektrodynamiki klasycznej (wykład, konwersatorium): Prawo Coulomba dla ładunków punktowych i ciągłych rozkładów ładunku elektrycznego. Prawo Gaussa w próżni w postaci różniczkowej i całkowitej. Potencjał elektrostatyczny. Praca i energia w elektrostatyce. Własności przewodników w ramach elektrostatyki. Dipole elektryczne. Polaryzacja dielektryczna. Prawo Gaussa w dielektryku, ładunki swobodne. Dielektryki liniowe, energia układu dielektryków. Równanie ciągłości prądu elektrycznego, prawo zachowania ładunku elektrycznego. Siła Lorentza. Prawo Biota-Savarta. Prawo Ampere'a w postaci różniczkowej i całkowitej. Statyczne równania Maxwella. Potencjał wektorowy pola magnetycznego. Dipole magnetyczne. Zjawiska paramagnetyzmu i diamagnetyzmu. Magnetyzacja, indukowane prądy związane. Prawo Ampere'a w materiałach magnetycznych. Domeny magnetyczne, zjawisko ferromagnetyzmu, pętla histerezy. Prawo Ohma, postać polowa i potencjałowa. Siła elektromotoryczna SEM, prawo strumienia. Indukcja elektromagnetyczna, prawo Faradaya. Prawo Lenza - uniwersalna reguła strumienia. Indukcyjność wzajemna i własna obwodów. Modyfikacja Maxwella dla prawa Ampere'a. Równania Maxwella ze źródłami w próżni i liniowym ośrodku dielektrycznym. Równania Maxwella dla potencjałów, transformacja cechowania, warunek Lorentza. Fale elektromagnetyczne w próżni i liniowym ośrodku dielektrycznym. Notacja zespolona dla fal elektromagnetycznych, równania Fresnela dla fal elektromagnetycznych na granicy dwóch ośrodków. Potencjały opóźnione w cechowaniu Lorentza. Potencjały Lienarda-Wiecherta dla ładunku punktowego. Pole elektromagnetyczne dla ładunku punktowego poruszającego się ze stałą prędkością. Promieniowanie ładunku punktowego. Promieniowanie dipola elektrycznego. Promieniowanie 1 i 2-wymiarowego rozkładu prądu elektrycznego. Promieniowanie multipolowe. Potencjał Hertza. Promieniowanie przyspieszanego ładunku elektrycznego. Promieniowanie hamowania – Bremsstrahlung. Promieniowanie cyklotronowe. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.
3. Szczególne teoria względności (wykład, konwersatorium): Wykład jest wprowadzeniem do szczególnej teorii względności. Składa się z 3ch części: kinematyka relatywistyczna (zasada względności, transformacja Lorentza, skrócenie Lorentza, dylatacja czasu i pojęcie czasu własnego, relatywistyczne prawo dodawania prędkości, aberracja światła), dynamika relatywistyczna (relatywistyczne równanie ruchu, relatywistyczny pęd i energia, czterowektor energii-pędu cząstki, zjawisko Dopplera, zasady zachowania energii i pędu i ich zastosowania – zjawisko Comptona, wiązki przeciwbieżne w akceleratorach cząstek elementarnych, kreacja par cząstka-antycząstka), geometria czasoprzestrzeni Minkowskiego (diagramy czasoprzestrzenne, stożek świetlny, niezmiennicze hiperbole).
4. Elementy mechaniki kwantowej (wykład, konwersatorium): Podstawy empiryczne. Postulaty mechaniki kwantowej. Funkcja falowa jako amplituda prawdopodobieństwa.

Zasada superpozycji. Opis stanu w ustalonej chwili. Ewolucja w czasie i równanie Schrödingera (1-wymiarowe i 3-wymiarowe równanie Schrödingera). Prąd prawdopodobieństwa. Wielkości fizyczne jako operatory. Uogólniona zasada nieoznaczoności. Przestrzeń Hilberta. Funkcje i wartości własne. Macierz rozpraszania, współczynniki przejścia i odbicia, tunelowanie. Semiklasyczna metoda WKB. Widmo ciągłe i dyskretne. Postulaty Teorii Kwantowej. Oscylator harmoniczny. Moment pędu, reguły dodawania operatorów, współczynniki Clebscha-Gordana. Częstki identyczne. Zakaz Pauliego. Atom wodoru. Notacja Diraca. Twierdzenie Ehrenfesta. Metody przybliżone. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.

MK_4 (Narzędzia informatyki)

Moduł obejmuje 315 godzin dydaktycznych, w tym 75 godzin wykładów i 240 godzin laboratoriów. Przypisano mu 26 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Narzędzia komputerowe, 2. Komputerowe metody obliczeniowe, 3. Programowanie I, 4. Programowanie II, 5. Algorytmy i struktury danych, 6. Metody numeryczne) realizowane są w semestrach 1-5.

1. Narzędzia komputerowe (wykład, laboratorium): Zajęcia wprowadzają studenta do podstawowych narzędzi komputerowych przydatnych podczas studiowania nauk ścisłych (nie tylko fizyki). Student poznaje darmowe oprogramowanie (które może też używać w domu, a nie tylko w uniwersyteckich laboratoriach) umożliwiające mu tworzenie pracy licencjackiej/dyplomowej jak też i sprawozdań, w których umieści wzory matematyczne, tabele, wykresy oraz grafikę rastrową. Poznane narzędzia pozwolą na także na zapoznanie się z podstawami tworzenia i modyfikacji grafiki rastrowej i wektorowej, szybkie tworzenie wykresów i ich analizę (np. wyliczanie błędów). Studenci poznają też system operacyjny Linux/Unix, który w późniejszych semestrach będzie wielokrotnie wykorzystywany na innych zajęciach. Celem zajęć jest także rozbudowa świadomości informatycznej studenta (usystematyzowanie pojęć informatycznych, różnic pomiędzy popularnymi systemami operacyjnymi: Windows i Linux). Wykład uzupełniony o praktyczne zajęcia w laboratorium komputerowym.
2. Komputerowe metody obliczeniowe (wykład, laboratorium): Obliczenia w środowisku algebry komputerowej, zagadnienia algebry i analizy matematycznej program Mathematica. Podstawowe informacje o pakiecie Mathematica. Liczby i zmienne. Listy, wektory i macierze. Podstawy grafiki, animacje. Rozwiązywanie zagadnień z zakresu analizy matematycznej. Elementy programowania. Rozwiązywanie równań różniczkowych pierwszego i wyższych rzędów. Rozwiązywanie układów równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. Wielomiany ortogonalne i szeregi Fouriera. Transformaty całkowite. Przykłady obliczeń numerycznych (rozwiązywanie równań, całkowanie, poszukiwanie ekstremów, aproksymacja i interpolacja). Zajęcia w laboratorium komputerowym – ściśle skorelowane z praktycznymi problemami równoległych przedmiotów.
3. Programowanie I (wykład, laboratorium): Podstawy programowania w języku wyższego poziomu: C++. Tworzenie programu w C++. Deklarowanie i użycie zmiennych. Operatory arytmetyczne. Definiowanie i użycie prostych funkcji. Typy złożone (tablice, łańcuchy, wskaźniki). Dynamiczne alokowanie pamięci. Pętle, wyrażenia relacyjne, instrukcje warunkowe i operatory logiczne. Tworzenie funkcji, rekurencja. Sortowanie. Funkcje matematyczne. Funkcje tekstowe. Odczytywanie i zapisywanie danych do plików tekstowych. Doskonalenie programowania proceduralnego poprzez programowanie prostych zagadnień informatycznych

matematycznych i fizycznych. Model pamięci, przestrzenie nazw, obiekty i klasy. Klasy i dziedziczenie. Podstawy programowania obiektowego. Wizualizacja danych: biblioteka Dislin, PLplot, MathGL.

4. Programowanie II (wykład, laboratorium): Doskonalenie sztuki programowania poprzez pracę z obiektami. Do wyboru programowanie w języku java, C++ lub programowanie robotyki w języku C/C++ (Arduino, Raspberry Pi, prosta elektronika). Programowanie obiektowe. Model pamięci, przestrzenie nazw, obiekty i klasy. Klasy i dziedziczenie. Konstruktory i destruktory. Hermetyzacja kodu. Funkcje zaprzyjaźnione. Dziedziczenie. Klasy pochodne. Funkcje wirtualne. Polimorfizm. Tworzenie aplikacji okienkowych (wxWidgets).
5. Algorytmy i struktury danych (wykład, laboratorium): Własności wybranych rozwiązań algorytmicznych oraz ich realizacja z wykorzystaniem zaawansowanych struktur danych w obiektowym języku programowania: C++ . Algorytm - sposoby zapisu. Struktury danych i algorytmy - przegląd. Tablice. Złożoność obliczeniowa. Proste algorytmy sortowania. Stosy i kolejki. List powiązane. Rekurencja. Zaawansowane algorytmy sortowania. Drzewa binarne. Sterty. Zrównoważone drzewa binarne. Drzewa niebinarne. Tablice mieszające. Grafy. Typy kontenerów biblioteki STL (C++).
6. Metody numeryczne (wykład, laboratorium): Omówienie wybranych metod analizy, algebry i probabilistyki numerycznej oraz ich implementacja z wykorzystaniem programowania w języku wyższego poziomu. Analiza numeryczna (szukanie zer funkcji jednej zmiennej metodą siecznych, bisekcji, metodą Newtona-Raphsona). Numeryczne całkowanie (kwadratury Newtona-Cotesa, kwadratury Gaussa). Minima funkcji wielu zmiennych (metoda kierunków sprzężonych, metoda gradientów sprzężonych, metoda „annealing”). Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych (metoda Eulera, metody wielokrokowe, niejawne, metoda skokowa, metoda Rungego-Kutty, stabilność algorytmu). Równania różniczkowe cząstkowe (równania eliptyczne – metoda relaksacji, równania hiperboliczne – metoda Laxa, równania paraboliczne – metoda Cranka-Nicholsona, stabilność algorytmów). Równania całkowe. Algebra numeryczna (rozwiązywanie układu równań liniowych metodą eliminacji Gaussa-Jordana, rozkład LU, metody iteracyjne). Układy równań nieliniowych (metody iteracyjne). Wartości własne i wektory własne (metoda Jacobiego dla macierzy symetrycznych). Szybka transformata Fouriera: różniczkowanie, całkowanie (splot, korelacja). Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych (metoda „split operator”). Probabilistyka numeryczna: generatory liczb pseudolosowych o rozkładzie jednostajnym, kwadratura Monte Carlo, konstrukcja generatorów liczb pseudolosowych o rozkładach innych niż jednostajny (algorytmy von Neumanna i Metropolis), metoda Monte Carlo.

MK_5 (Zastosowania fizyki)

Moduł obejmuje 75 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów i 45 godzin laboratoriów. Przypisano mu 5 punktów ECTS. Przedmiot należący do modułu (1. Elektronika) realizowany jest w semestrze 4.

1. Elektronika (wykład, laboratorium): Zapoznanie studentów z podstawowymi układami elektronicznymi: analogowymi i cyfrowymi, ich zasadą działania i wykorzystaniem w technice pomiarowej. Bierne obwody RC. Złącze p-n. Diody. Wzmacniacze tranzystorowe (bipolarne i unipolarne). Wzmacniacze operacyjne (podstawowe konfiguracje pracy). Komparator. Zasilacze i stabilizatory napięcia. Elementy techniki

cyfrowej (podstawowe układy stosowane w technice cyfrowej- bramki, przerzutniki, liczniki). Przetworniki c/a i a/c.

MK_6 (Kształcenie ogólne)

Moduł obejmuje 255 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 60 godzin ćwiczeń, 45 godzin konwersatoriów i 120 godzin lektoratów. Przypisano mu 12 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Lektorat języka angielskiego, 2. Wychowanie fizyczne, 3. Podstawy przedsiębiorczości, 4. Historia fizyki, 5. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej) realizowane są w semestrach 1-2 i 6.

1. Lektorat języka angielskiego (lektorat): Student uczestniczy w kształceniu językowym z języka angielskiego właściwym dla poziomu B2. Lektorat prowadzony przez nauczycieli Studium Praktycznej Nauki Języków Obcych UwB (SPNJO).
2. Wychowanie fizyczne (ćwiczenia): Określa Studium Wychowania Fizycznego i Sportu UwB (SWFiS). Student ma możliwość wyboru sekcji sportowej.
3. Podstawy przedsiębiorczości (wykład, konwersatorium): Celem zajęć jest charakterystyka działań przedsiębiorczych i ich uwarunkowań, określenie sposobu działań przedsiębiorcy i przedsiębiorstwa, poznanie środków i sposobów wspomagania przedsiębiorczości i przedsiębiorstw oraz przedstawienie zasad podejmowania działalności gospodarczej w ramach przedsiębiorstwa. Komercjalizacja wyników badań naukowych. W ramach zajęć seminaryjnych studenci referują wybrane problemy szczegółowe.
4. Historia fizyki (konwersatorium): Zajęcia przedstawiają zasadnicze kroki w historycznym rozwoju fizyki w powiązaniu z rozwojem cywilizacyjnym i technologicznym. Początki fizyki, astronomii i matematyki w starożytności. Fizyka średniowieczna. Renesansowy przełom w naukach ścisłych. Fizyka wieku siedemnastego. Oświeceniowe odkrycia w dziedzinie nauk ścisłych. Rozwój przyrodoznawstwa w wieku dziewiętnastym. Pojawienie się nowoczesnej fizyki na przełomie XIX i XX stulecia. Historia zaawansowanej fizyki dwudziestego wieku. Studenci wybierają tematy z listy propozycji przedstawionych przez wykładowcę do samodzielnego opracowania i referowania w trakcie zajęć konwersatoryjnych.
5. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej (wykład): Prawo w działalności naukowo-dydaktycznej, ochrona własności przemysłowej, prawo patentowe i autorskie, zasady zarządzania zasobami własności intelektualnej.

MK_7 (Podsumowanie kształcenia)

Moduł obejmuje 130 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 30 godzin laboratoriów, 30 godzin konwersatoriów i 40 godzin seminariów. Przypisano mu 24 punkty ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Elementy fizyki współczesnej, 2. Struktura fizyki, 3. Seminarium dyplomowe) realizowane są w semestrze 4 i 6.

1. Elementy fizyki współczesnej (laboratorium): Studenci zostają zapoznani z tematyką badań prowadzonych w zakładach naukowych Wydziału Fizyki. Otrzymują propozycje tematów prac dyplomowych, ustalają formę i zakres zadań objętych pracą.
2. Struktura fizyki (wykład, konwersatorium): Celem wykładu jest zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami fizyki współczesnej oraz podsumowanie zdobytej w trakcie studiów wiedzy. Podejmowane tematy dotyczą przedmiotu badań fizyki i struktury fizyki, układów fizycznych, podstawowych pojęć jak siła, energia, pęd, wektory, zasad

dynamiki Newtona, praw Keplera, sił bezwładności, mechaniki bryły sztywnej, zasad zachowania, twierdzenia Noether, więzów, zasady d’Alamberta, równań Lagrange’a, kanonicznych Hamiltona, oscylatora anharmonicznego, atraktorów, chaosu deterministycznego, diagramu Poincaré’go, transformacji Lorentza, zagadnień elektrodynamiki, fal elektromagnetycznych i materii, przewodników, półprzewodników, izolatorów, dia-, para- i ferromagnetyków, zasad termodynamiki, podstaw fizyki statystycznej, zagadnień mechaniki kwantowej, cząstek elementarnych.

3. Seminarium dyplomowe (seminarium): Przedmiot jest związany z pisanem przez studentów pracy licencjackiej. Student referuje zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej. Przedmiot jest realizowany w ścisłej współpracy z opiekunem pracy.

MK_8 (Nadobowiązkowy)

Moduł składa się z dwóch przedmiotów, które student nie musi zrealizować. Pierwszy to „Przedmiot monograficzny” Obejmuje on 30 godzin wykładów i/lub 15-30 godzin ćwiczeń/konwersatoriów w zależności od przedmiotu. Przypisano mu min. 3 punkt ECTS. Drugi to „Przedmiot na innym kierunku” realizowany na Uniwersytecie w Białymstoku. Obejmuje on 15 lub 30 godzin wykładów i/lub ćwiczeń/konwersatoriów w zależności od oferty przedstawianej Wydziałowi. Przypisano mu min. 1 punkt ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Przedmiot monograficzny, 2. Przedmiot na innym kierunku) realizowane są w semestrach 1-6.

1. Przedmiot monograficzny (wykład lub wykład+konwersatorium): Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. Zajęcia dotyczące zagadnień fizyki współczesnej (doświadczalnej lub teoretycznej). Zajęcia dla studentów ambitnych. Przykładowe proponowane przedmioty: Klasyczne i kwantowe układy z więzami, Elementy teorii solitonów, Zdegenerowane gazy atomowe, Kondensat Bosego-Einsteina, Optyka kwantowa, Informatyka kwantowa, Elementy teorii pola, Wstęp do teorii strun, Ogólna teoria względności, Procesy akrecyjne w astrofizyce, Metody transportowe w fizyce ciała stałego, Promieniowanie synchrotronowe i jego wykorzystanie w naukach przyrodniczych, Spektroskopia mössbauerowska. Metody rentgenowskie i neutronowe w medycynie, Analiza powierzchni i cienkich warstw.
2. Przedmiot na innym kierunku: Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. Lista przedmiotów jest podawana rokrocznie. Przedmioty realizowane są na przykład na wydziałach Biologiczno-Chemicznym, Filologicznym, Historyczno-Socjologicznym.

Uwaga: Następujące przedmioty z modułów 1-5, przedmioty Historia fizyki (moduł 7) oraz Struktura fizyki (moduł 8) **mogą być wybrane** przez studenta do zrealizowania w języku angielskim (o ile zbierze się odpowiednia ilość zainteresowanych studentów – co najmniej jedna grupa): Introduction to Physics, Classical Mechanics, Analysis of Experimental Uncertainty, Electricity and Magnetism, Thermodynamics, Optics and Waves, Astronomy, Structure of Matter, Introduction to Mathematics, Analysis I, Analysis II, Algebra and Geometry, Elements of Theoretical Mechanics, Elements of Classical Electrodynamics, Special Theory of Relativity, Elements of Quantum Mechanics, Computer Tools, Computer-Aided Computations, Programming I, Programming II, Algorithms and Data Structures, Numerical Methods, Electronics, History of Physics, Structure of Physics. „Przedmiot na innym kierunku” z modułu nadobowiązkowego **może** być realizowany w języku angielskim.

Przedmiot do wyboru na innym kierunku: Przedmiot na innym kierunku (z modułu nadobowiązkowego).

Przedmioty do wyboru na kierunku Fizyka: Studenci mają prawo dokonać indywidualnego wyboru przedmiotu realizowanego przez pracowników Wydziału. Po złożeniu przez studenta pisemnej deklaracji w pierwszych dwu tygodniach zajęć przedmiot zostaje umieszczony w programie studiów studenta i staje się obowiązkowy. Lista przedmiotów do wyboru znajduje się w tabeli poniżej.

LISTA PRZEDMIOTÓW DO WYBORU

Studenci mają prawo dokonać indywidualnego wyboru przedmiotu w ramach niżej określonych zasad

Rok studiów	Przedmiot/y na specjalności fizyka	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka gier komputerowych i robotów	ECTS
1	Rachunek niepewności pomiarowych – sem.2	2	Analysis of Experimental Uncertainty – sem.2	2		
	Narzędzia komputerowe – sem.2	3	Computer Tools – sem.2	3		
2	Elementy mechaniki teoretycznej – sem.3	9	Elements of Theoretical Mechanics – sem.3	9		
	Elementy elektrodynamiki klasycznej – sem.4	9	Elements of Classical Electrodynamics – sem.4	9		
	Astronomia – sem.4	3	Astronomy – sem.4	3		
3	Elementy mechaniki kwantowej – sem.5	9	Elements of Quantum Mechanics – sem.5	9		
	Struktura fizyki – sem.6	5	Structure of Physics – sem.6	5		
	Historia fizyki – sem.6	3			Historia nauki – sem.5	3
	Seminarium dyplomowe – sem.6	16	Seminarium dyplomowe – sem.6	16		

Po złożeniu przez studenta pisemnej deklaracji w pierwszych dwu tygodniach zajęć dziekan wydaje zgodę, aby przedmiot został umieszczony w programie studiów studenta i staje się obowiązkowy.