

PROGRAM STUDIÓW - Część B

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

TREŚCI PROGRAMOWE MODUŁÓW

MK_1 (Podstawy fizyki)

Moduł obejmuje 503 godziny dydaktyczne, w tym 195 godzin wykładów, 165 godzin konwersatoriów i 143 godziny laboratoriów. Przypisano mu 43 punkty ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Wstęp do fizyki, 2. Mechanika, 3. Rachunek niepewności pomiarowych, 4. Elektryczność i magnetyzm z optyką, 5. Termodynamika, 6. Astronomia, 7. Budowa materii) realizowane są w semestrach 1-5.

1. Wstęp do fizyki (wykład, konwersatorium, laboratorium): Wykład ma na celu zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami fizycznymi i naukową metodą badań fizycznych oraz podstawowymi wielkościami fizycznymi i ich jednostkami. Zasady zachowania w fizyce. Fizyka klasyczna i kwantowa. Wykład uzupełniony jest pokazami związanymi z tematyką zajęć. 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 mechaniczne o niewielkim stopniu złożoności.
3. Rachunek niepewności pomiarowych (wykład, laboratorium): Współczesne metody opracowywania wyników pomiarów i oszacowania niepewności wyników z uwzględnieniem elementów statystycznej analizy danych. Metody przedstawiania wyników pomiarów, wprowadzenie do metod testowania hipotez statystycznych. Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne z praktycznym wykorzystaniem narzędzi komputerowych.
4. Elektryczność i magnetyzm z optyką (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia oraz formalizm związany z opisem źródeł pola elektrycznego, magnetycznego i elektromagnetycznego. Podstawowe zjawiska elektromagnetyczne. Prawa przepływu prądu elektrycznego. 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. 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. Elementy fizyki statystycznej. Wstęp do fizyki przejść fazowych. Wykład uzupełniony pokazami, ćwiczenia rachunkowymi z wykorzystaniem komputerowych narzędzi obliczeniowych oraz zajęciami laboratoryjnymi.
6. Astronomia (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do astronomii współczesnej. Podstawowe pojęcia dotyczące Układu Słonecznego, planet pozasłonecznych, gwiazd, galaktyk i kosmologii. Wpływ stanu mikrogravitacji na organizm człowieka. Wykład uzupełniony pokazami oraz zajęciami praktycznymi: studenci samodzielnie przeprowadzają obserwacje astronomiczne o niewielkim stopniu złożoności oraz rozwiązują zadania rachunkowe.
7. 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 360 godzin dydaktycznych, w tym 150 godzin wykładów, 165 godzin konwersatoriów i 45 godzin laboratoriów. Przypisano mu 28 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Wstęp do matematyki, 2. Rachunek różniczkowy i całkowy I, 3. Rachunek różniczkowy i całkowy II, 4. Algebra z geometrią, 5. Statystyczna analiza danych) 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. 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. Rachunek różniczkowy i całkowy I (wykład, konwersatorium): Podstawy analizy matematycznej funkcji jednej zmiennej rzeczywistej. Zbiór liczb rzeczywistych i jego podzbiory. Ciągi i szeregi liczbowe. Liczba Eulera e . Funkcje jednej zmiennej. Granica funkcji, ciągłość, różniczkowalność. Pochodne funkcji elementarnych. Pochodna funkcji złożonej. Pochodna funkcji odwrotnej. Szereg Taylora. Ekstrema lokalne i ekstrema globalne. Badanie funkcji jednej zmiennej rzeczywistej. Obliczanie całek nieoznaczonych. Całka oznaczona (całka Riemanna). Metody przybliżone obliczania całek. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi analizy do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.

3. Rachunek różniczkowy i całkowy II (wykład, konwersatorium): Funkcje wielu zmiennych i równania różniczkowe zwyczajne. Pochodna cząstkowa i pochodna kierunkowa. Ekstrema lokalne i globalne funkcji dwóch zmiennych. Funkcje uwikłane. Podstawy teorii krzywych w przestrzeni. Krzywizna. Całki podwójne, potrójne oraz ich zastosowania. Zamiana zmiennych, jacobian. Obliczanie gradientu, rotacji, dywergencji. Całki krzywoliniowe (praca, krążenie pola wzdłuż krzywej). Całki powierzchniowe (strumień pola). Twierdzenia Greena, Gaussa i Stokesa. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Rozwiązywanie równań liniowych o stałych współczynnikach. Równania liniowe niejednorodne. Układy równań, metoda macierzowa. Zastosowania równań różniczkowych w fizyce. Podstawowe wiadomości dotyczące szeregów i transformaty Fouriera.
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 samosprzężonych – 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.
5. Statystyczna analiza danych (wykład, laboratorium): Rozszerzenie wiadomości z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej zdobytych na wstępie do matematyki. Zdarzenia losowe i prawdopodobieństwo (przestrzeń zdarzeń elementarnych, zbiór zdarzeń losowych, miara probabilistyczna, prawdopodobieństwo warunkowe, wzór Bayesa, niezależność zdarzeń). Jednowymiarowe zmienne losowe. Dystrybucja zmiennej losowej. Zmienne losowe dyskretne i ciągłe – przegląd podstawowych rozkładów. Funkcje zmiennej losowej. Wektory losowe (wielowymiarowe zmienne losowe). Wektor losowy typu dyskretnego i typu ciągłego. Rozkłady brzegowe. Funkcje wektora losowego. Kowariancja i współczynnik korelacji 2ch zmiennych losowych. Macierz kowariancji wektora losowego. Główne problemy wnioskowania statystycznego. Podstawowe pojęcia. Rozkłady prawdopodobieństwa występujące w statystyce. Estymacja punktowa. Własności estymatorów punktowych. Metody konstruowania estymatorów. Estymacja przedziałowa. Konstrukcja przedziałów ufności dla wartości oczekiwanej i wariancji. Testowanie hipotez statystycznych (weryfikacja wybranych hipotez dotyczących wartości oczekiwanej, wariancji, równości wartości oczekiwanych, wariancji dwóch rozkładów normalnych, weryfikacja hipotez dotyczących postaci rozkładu: testy zgodności chi-kwadrat i Kołmogorowa). Wykład połączony z zajęciami laboratoryjnymi, na których student rozwiązuje zadania rachunkowe oraz przeprowadza analizy symulowanych oraz prawdziwych danych za pomocą odpowiedniego oprogramowania komputerowego.

MK_3 (Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej)

Moduł obejmuje 120 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów i 60 godzin konwersatoriów. Przypisano mu 12 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Elementy elektrodynamiki klasycznej, 2. Elementy mechaniki kwantowej) realizowane są w semestrach 4-5.

1. 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. Prąd elektryczny zasada zachowania ładunku elektrycznego. Siła Lorentza. Prawo Biota-Savarta. Prawo Ampere'a w postaci różniczkowej i całkowitej. Statyczne równania Maxwella. Potencjał wektorowy pola magnetycznego. Dipole elektryczne i magnetyczne. Zjawiska paramagnetyzmu i diamagnetyzmu. Dielektryki ładunki związane. 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. Potencjały Lienarda-Wiecherta dla ładunku punktowego. Pole elektromagnetyczne dla ładunku punktowego poruszającego się ze stałą prędkością. Promieniowanie ładunku punktowego. Promieniowanie dipola elektrycznego. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.
2. Elementy mechaniki kwantowej (wykład, konwersatorium): Podstawy empiryczne. Polaryzacja fotonów i prawdopodobieństwo. Funkcja falowa jako amplituda prawdopodobieństwa. Zasada superpozycji. Opis stanu w ustalonej chwili. Ewolucja w czasie i równanie Schrödingera. Prąd prawdopodobieństwa. Wielkości fizyczne jako operatory. Przestrzeń Hilberta. Funkcje i wartości własne. Widmo ciągłe i dyskretne. Postulaty Teorii Kwantowej. Oscylator harmoniczny. Moment pędu. 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 całkowe. 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). Pętle, wyrażenia relacyjne, instrukcje warunkowe i operatory logiczne. Tworzenie funkcji, rekurencja. Model pamięci, przestrzenie nazw, obiekty i klasy. Klasy i dziedziczenie.
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).
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 (spłot, 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 Metropolisa), metoda Monte Carlo.

MK_5 (Zastosowania fizyki w medycynie i technice)

Moduł obejmuje 180 godzin dydaktycznych, w tym 105 godzin wykładów i 75 godzin laboratoriów. Przypisano mu 12 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Elektronika, 2. Fizyka w medycynie I, 3. Fizyka w medycynie II, 4. Aparatura diagnostyki i terapii medycznej) realizowane są w semestrach 4-6.

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.
2. Fizyka w medycynie I (wykład): Wykład dotyczy zagadnień fizycznych, które mają znaczenie w opisie funkcjonowania organizmu człowieka oraz w metodach diagnostyki i leczenia. Zagadnienia mechaniki ciała człowieka (siły, którym podlegają mięśnie i kości w różnych sytuacjach, zagadnienia związane ze sprężystością różnych ciał), zagadnienia przepływów w układzie krwionośnym człowieka z wykorzystaniem mechaniki ośrodków ciągłych, a także zagadnienia dyfuzji przez neutralne membrany oraz zjawisko osmozy w płynach ustrojowych. Zagadnienia elektrycznych impulsów w układzie nerwowym (procesy występowania potencjału elektrycznego komórki i jego wpływ na transport jonów w ustroju komórki) oraz elektrycznej aktywności serca (wykorzystanie techniki elektrokardiogramów do badania pracy serca) i mózgu. Detekcji słabych pól magnetycznych towarzyszących elektrycznej aktywności człowieka. Zagadnienie modelowania procesów biologicznych z wykorzystaniem równań różniczkowych. Wykładniczy wzrost i wykładniczy zanik populacji, zagadnienia sprzężenia pomiędzy różnymi procesami oraz stałe czasowe procesów biologicznych. Przykłady zastosowania metody dopasowania zależności funkcyjnych do danych doświadczalnych i uzyskiwanie informacji o wartościach parametrów charakteryzujących dane zjawiska.
3. Fizyka w medycynie II (wykład): Zagadnienia wstępne (rozwoju metod diagnostyki i terapii medycznej wykorzystujących zjawiska fizyczne. Wybrane zagadnienia fizyki jądra atomowego (własności jądra atomowego, rozpady i przemiany promieniotwórcze, przekrój czynny na oddziaływanie). Oddziaływanie promieniowania X i gamma z materią. Oddziaływanie cząstek naładowanych z materią. Obliczanie natężenia promieniowania rozproszonego i absorbowanego (X i gamma). Straty energii cząstek naładowanych na jednostkę długości jej toru. Metody diagnostyczne wykorzystujące promieniowanie X i promieniowanie jądrowe (radiografia, tomografia komputerowa, scyntygrafia, pozytronowa tomografia emisyjna). Metody terapeutyczne wykorzystujące promieniowanie X i promieniowanie jądrowe. Idea i zastosowanie magnetycznego rezonansu jądrowego w diagnostyce medycznej. Elementy fizyki zagrożeń środowiska (hałas, promieniowanie elektromagnetyczne, oświetlenie,

promieniowanie jonizujące). Nowoczesne (eksperymentalne) metody diagnostyki i terapii (promieniowanie synchrotronowe, wykorzystanie laserów).

4. Aparatura diagnostyki i terapii medycznej (wykład, laboratorium): Podstawowe testy analityki medycznej oraz zasady działania aparatury do nich wykorzystywanej (morfologia krwi, biochemia, poziom glukozy w płynach ustrojowych, wykorzystanie polarymetru i urometru). Fizyczne podstawy elektrokardiografii. Fizyczne podstawy ultrasonografii. Fizyczne podstawy rentgenodiagnostyki z dokładnym omówieniem zasad działania aparatu RTG. Podstawy działania tomografu rentgenowskiego. Pozytonowa tomografia emisyjna Wykorzystanie zjawiska rezonansu magnetycznego w obrazowaniu medycznym. W trakcie zajęć laboratoryjnych w zakładach opieki medycznej studenci zapoznają się z praktycznymi podstawowymi testami analityki medycznej, wykonaniem EKG, pomiarami ciśnienia tętniczego krwi, badaniem USG. Wykonują przykładowe zdjęcia RTG. Korzystają z aparatury rehabilitacyjnej do oceny i terapii pacjenta (ocena siły mięśniowej ręki, platforma balansowa, podoskopia). Zapoznają się z aparaturą do densytometrii kości.

MK_6 (Kształcenie praktycznie i specjalistyczne)

Moduł obejmuje 345 godzin dydaktycznych, w tym 200 godzin wykładów, 70 godzin konwersatoriów i 75 godziny laboratoriów. Przypisano mu 22 punkty ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Elementy chemii, 2. Fizjologia komórki i histologia, 3. Anatomia i fizjologia człowieka, 4. Wstęp do biofizyki, 5. Radionuklidy w medycynie, 6. Diagnostyka obrazowa, 7. Elementy histopatologii, 8. Ochrona radiologiczna) realizowane są w semestrach 1-5.

1. Elementy chemii (wykład, laboratorium): Podstawowe pojęcia i prawa chemii. Materia, pierwiastki, związki, definicja, podział, cechy, przemiany materii. Związki chemiczne, wzory sumaryczne, strukturalne, elektronowe, rezonansowe; podział i nomenklatura związków, podstawowe prawa chemiczne. Reakcje chemiczne, kinetyka reakcji chemicznych, działanie katalizatorów, enzymy. Równowagi chemiczne. Elementy termodynamiki chemicznej. Kwantowo-mechaniczny model budowy atomu. Układ okresowy pierwiastków. Klasyfikacja i charakterystyka wiązań chemicznych. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Ogólna charakterystyka pierwiastków i związków nieorganicznych. Systematyka i nomenklatura związków nieorganicznych. Właściwości chemiczne tlenków, nadtlenuki i ponadtlenuki. Struktura wody i lodu. Wodorki – podział i właściwości. Właściwości kwasów i zasad, zastosowanie wybranych kwasów oraz ich soli. Hydroliza soli. Roztwory buforowe i ich funkcja w organizmach żywych. Wykład uzupełniony jest o zajęcia w laboratorium chemicznym.
2. Fizjologia komórki i histologia (wykład, laboratorium): Budowa komórki prokariotycznej i eukariotycznej (zasadnicze cechy komórek roślinnych i zwierzęcych). Chemiczne składniki komórek (woda w komórce, właściwości cząsteczek wody, jej funkcje, jony nieorganiczne w komórce i ich znaczenie, małowcząsteczkowe związki organiczne i makrocząsteczki w komórce). Metabolizm komórkowy – reakcje kataboliczne i anaboliczne. Enzymy i zaktywowane nośniki energii – budowa i rola w regulacji procesów metabolicznych w komórce. Fotosynteza i oddychanie komórkowe jako przykłady reakcji anabolicznych i katabolicznych. Transport przez błony i w obrębie komórki. Komunikacja wewnątrz- i międzykomórkowa. Geny jako nośniki informacji. DNA i chromosomy (replikacja DNA, od DNA do białka, kod genetyczny, kontrola ekspresji genów). Cykl komórkowy i jego regulacja (podział komórek – mitozą i mejozą, starzenie się i śmierć komórek). Różnicowanie się

komórek, powstawanie tkanek, podstawowe rodzaje tkanek u ssaków. Płyny ustrojowe (krew i szpik kostny, grupy krwi, czynnik Rh). Odnowa tkanek (komórki macierzyste, klonowanie terapeutyczne). Tkanki nowotworowe. Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne.

3. Anatomia i fizjologia człowieka (wykład, konwersatorium): Tkanki, narządy, układy narządów – organizm człowieka jako całość. Podstawowe układy organizmu człowieka. Mechanizmy obronne organizmu człowieka. Wykład uzupełniony o zajęcia konwersatoryjne.
4. Wstęp do biofizyki (wykład, laboratorium): Biofizyka molekularna (przestrzenna struktura biopolimerów, siły stabilizujące ich strukturę i oddziaływania wewnątrzcząsteczkowe i międzycząsteczkowe, własności hydrodynamiczne makrocząsteczek: dyfuzja translacyjna i rotacyjna, sedimentacja, lepkość, kooperatywne oddziaływania, metody zastosowane w badaniach struktury makrocząsteczek). Biofizyka błon biologicznych (struktura i funkcje błon, podstawy organizacji struktur lipidowych, liposomy jako nośniki leków, związków kontrastujących, charakterystyka białek błonowych). Mechanizmy transportu substancji przez błony biologiczne (transport bierny i aktywny, nośniki i kanały, kanały i patologia, typy ATPaz, P-glikoproteina, ATPaza wielooporna na leki). Rola biologicznych membran w procesach detoksykacji ksenobiotyków (cytochrom P450). Fizyczne podstawy procesów biologicznych (wytwarzanie i magazynowanie energii, struktura i funkcja łańcucha oddechowego i ATP-syntazy). Postulaty teorii chemiosmotycznej (bioenergetyka komórek normalnych i nowotworowych, odbiór i przekazywanie informacji w układzie nerwowym, molekularny mechanizm przekazywania sygnałów w komórce, receptory jonotropowe, metabotropowe i z aktywnością kinaz: struktura, funkcja i regulacja, receptory śmierci i apoptoza). Wolne rodniki (WR) i ich pochodzenie w układach biologicznych (mechanizmy utlenienia biomolekuł, metody oznaczania wolnych rodników, rola wolnych rodników w patogenezie chorób, wykorzystanie substancji produkujących WR w leczeniu nowotworów). Charakterystyka promieniowania elektromagnetycznego i jego oddziaływanie z materią (typy i etapy procesów fotobiologicznych, mechanizmy migracji energii). Fizyko-chemiczne podstawy procesów fotobiologicznych (fotoreceptory, proces widzenia). Efekty promieniowania ultrafioletowego (wpływ promieniowania ultrafioletowego na lipidy, białka oraz kwasy nukleinowe, efekty śmiertelne, mutagenne i patofizjologiczne, mechanizm inicjacji apoptozy przez UV). Fotomedycyna (fotopatofizjologia i fototerapia, fotochemio terapia, zastosowanie laserów w biologii i medycynie). Bioluminescencja (biochemiluminescencja przy aktywacji fagocytów i utlenieniu lipidów, zastosowanie metody biochemiluminescencji w diagnostyce). Pole elektryczne i magnetyczne (stałe i zmienne) oraz wielkości je charakteryzujące (wpływ PEM o niskiej i wysokiej częstotliwości na organizmy, szkodliwe i korzystne efekty działania PEM, zastosowanie w medycynie). Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne.
5. Radionuklidy w medycynie (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawy zastosowania techniki radioizotopowej w medycynie (radioaktywne izotopy naturalne i sztuczne, prawo rozpadu promieniotwórczego, aktywność promieniotwórcza i jej jednostki, metody otrzymania i charakterystyka izotopów promieniotwórczych stosowanych w medycynie, detekcja promieniowania jonizującego, toksykologia radionuklidów). Diagnostyka radioizotopowa w medycynie *in vitro* (oznaczenie ilości substancji metodą rozcieńczania izotopów, metody radioimmunologiczne, analiza aktywacyjna). Diagnostyka radioizotopowa *in vivo* (mechanizmy transportu

i akumulacji radiofarmaceutyków w komórkach, technika obrazowania: planarna, tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT), pozytonowa tomografia emisyjna (PET), Charakterystyka RN stosowanych w PET i SPECT). Radioterapia (oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią, biologiczne działanie promieniowania jonizującego). Promienioczułość tkanek (prawo Bergonie-Tribondeau, narządy krytyczne, wczesne i późne efekty napromieniania, efekty stochastyczne i deterministyczne, radioliza wody, bezpośrednie i pośrednie efekty promieniowania jonizującego, utlenienie lipidów, białek, uszkodzenia kwasów nukleinowych, efekt tlenowy, cykl komórkowy i śmierć mitotyczna, śmierć apoptyczna i nekrotyczna). Dozymetria (jednostki dozymetryczne, dawki i moc dawki). Techniki radioterapii (wiązki zewnętrzne – teleradioterapia, źródła śródtkankowe – brachyterapia, źródła otwarte – terapia radioizotopowa). Charakterystyka RN stosowanych w różnych technikach radioterapii. Radioterapia konwencjonalna Radioterapia hadronowa Terapia protonowa. Terapia wychwytu neutronów (BNCT). Wykład uzupełniony o zajęcia konwersatoryjne i laboratoryjne.

6. Diagnostyka obrazowa (wykład, laboratorium): Anatomia radiologiczna i symptomatologia radiologiczna chorób. Metody obrazowe w diagnostyce wybranych układów i narządów. Procedury optymalizacji badań obrazowych. Symptomatologia radiologiczna w onkologii. Wykład uzupełniony o praktyczne zajęcia w laboratoriach diagnostyki medycznej.
7. Elementy histopatologii (wykład, konwersatorium): Techniki i metody stosowane w badaniach patomorfologicznych (np. w Zakładzie Patomorfologii w Białostockim Centrum Onkologii). Wybrane zjawiska chorobowe: zmiany wsteczne i adaptacyjne, zapalenia swoiste i nieswoiste, zaburzenia w krążeniu, Patologia ogólna nowotworów Stany przednowotworowe. Wybrane nowotwory nabłonkowe i nienabłonkowe łagodne. Wybrane nowotwory nabłonkowe złośliwe. Wybrane nowotwory nienabłonkowe złośliwe. Nowotwory układu krwiotwórczego i chłonnego. Cytodiagnostyka ginekologiczna. Cytodiagnostyka nieginekologiczna. Zajęcia wykładowe uzupełnione o zajęcia praktyczne w laboratoriach diagnostyki medycznej jednostek służby zdrowia.
8. Ochrona radiologiczna (wykład, konwersatorium): Zajęcia wykładowe i seminaryjne z zakresu procedur i przepisów prawnych ochrony radiologicznej. Prowadzi Inspektor Ochrony Radiologicznej. Zajęcia przygotowują do egzaminu na inspektora IOR. Wstęp - podstawowe pojęcia stosowane w ochronie radiologicznej. Przypomnienie wybranych zagadnień z zakresu promieniotwórczości naturalnej i sztucznej. Zasady ochrony radiologicznej pracowników (podział lokalizacji miejsc pracy, kategorie pracowników, zasady bezpiecznej pracy z promieniowaniem jonizującym, szkolenia, optymalizacja ochrony radiologicznej, nadzór medyczny, ochrona kobiet w ciąży). Kontrola środowiska pracy. Kontrola dawek indywidualnych (zasady kontroli dawek, metody kontroli dawek, dokumentacja narażenia, obserwowane poziomy narażenia zawodowego). Ekspozycja medyczna i narażenie pacjentów (dawki otrzymywane przy różnych rodzajach badań i terapii, czynniki wpływające na dawkę otrzymywaną przez pacjenta, ochrona radiologiczna pacjenta, ochrona kobiet w ciąży, dzieci i młodzieży, odpowiedzialność personelu medycznego). Warunki bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej. Testy kontroli fizycznych parametrów aparatury rentgenowskiej. System zarządzania jakością w rentgenodiagnostyce i radiologii zabiegowej. Organizacja ochrony radiologicznej w Rzeczypospolitej Polskiej i sprawowanie nadzoru. Inspektor ochrony radiologicznej (wymagania dotyczące uzyskania uprawnień, szkolenie i egzamin, obowiązki inspektora). Dyrektywy europejskie i ich wdrożenie do prawodawstwa krajowego.

MK_7 (Kształcenie ogólne)

Moduł obejmuje 255 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów, 30 godzin ćwiczeń, 45 godzin konwersatoriów i 120 godzin lektoratów. Przypisano mu 16 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Lektorat języka angielskiego, 2. Wychowanie fizyczne, 3. Etyka i prawo w medycynie, 4. Zarządzanie jakością, 5. Podstawy przedsiębiorczości, 6. Historia fizyki, 7. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej) realizowane są w semestrach 1-4 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. Etyka i prawo w medycynie (wykład): Wykład ma łączyć wybrane wątki historyczne w medycynie z jej współczesną problematyką. W trakcie wykładu studenci zapoznają się z różnymi dylematami implikowanymi postępowaniem. Systemy normatywne i ich rola w społeczeństwie; prawo a moralność. Etyka jako dział filozofii; pojęcie aksjologii, etyka opisowa, etyka normatywna, etyka stosowana, główne koncepcje etyczne. Zawody lekarskie i około-lekarskie jako zawody zaufania publicznego; normy w medycynie: podstawy prawne i pozaprawne ich wykonywania. Etos lekarza w kontekście rozważań na temat Kodeksu etyki lekarskiej - rys historyczny etyki w medycynie i współczesne standardy. Rozwój biotechnologiczny w dziedzinie medycyny oraz jego skutki z perspektywy rozważań na temat praw człowieka. Pojęcie i rodzaje eksperymentów medycznych na organizmie ludzkim. Współczesne dylematy moralno-prawne implikowane postępowaniem biotechnologicznym w zakresie medycyny.
4. Zarządzanie jakością (wykład): Celem zajęć jest zapoznanie studentów z teoretycznymi i praktycznymi aspektami zarządzania jakością ze szczególnym uwzględnieniem procedur medycznych. Omówione zostanie zastosowanie koncepcji i narzędzi zarządzania jakością, a także różne podejścia do problematyki zarządzania jakością. Poruszone również zostaną problemy zarządzania zintegrowanego.
5. 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.
6. 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 przyrodznawstwa 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.

7. 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_8 (Podsumowanie kształcenia)

Moduł obejmuje 70 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin laboratoriów i 40 godzin seminariów. Przypisano mu 19 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Elementy fizyki współczesnej, 2. 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. Seminarium dyplomowe (seminarium): Przedmiot jest związany z pisaniem 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_9 (Praktyki zawodowe)

Moduł obejmuje 120 godzin praktyk zawodowych realizowanych po semestrze 4. Praktyka ciągła w jednostkach służby zdrowia.

MK_10 (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 (wykład i/lub konwersatorium): Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. lista przedmiotów jest podawana rokrocznie. Przedmioty realizowane na przykład na wydziałach Biologiczno-Chemicznym, Filologicznym, Historyczno-Socjologicznym.

Uwaga: Następujące przedmioty z modułów 1-5 realizowane na specjalności fizyka (ogólna) w języku angielskim mogą być wybrane przez studenta i zaliczone na specjalizacji Fizyka medyczna: Wstęp do fizyki, Mechanika, Rachunek niepewności pomiarowych, Termodynamika, Astronomia, Budowa materii, Wstęp do matematyki, Algebra z geometrią, Elementy elektrodynamiki klasycznej, Elementy mechaniki kwantowej, Narzędzia komputerowe, Komputerowe metody obliczeniowe, Programowanie I, Programowanie II, Algorytmy i struktury danych, Metody numeryczne, Elektronika, Historia fizyki, Elementy fizyki współczesnej. „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 dziekan wydaje zgodę, aby przedmiot został 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 realizowanych na Wydziale Fizyki w ramach niżej określonych zasad

Rok studiów	Przedmiot/y na specjalności fizyka medyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka medyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka gier komputerowych i robotów	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka (ogólna)	ECTS
1	Rachunek różniczkowy i całkowy I – sem.1 + Rachunek różniczkowy i całkowy II – sem.2	5+6					Analiza matematyczna I – sem.1 + Analiza matematyczna II – sem.2	8+7
	Mechanika – sem.2	8					Mechanika – sem.2	10
2	Elektryczność i magnetyzm z optyką – sem.3	8					Elektryczność i magnetyzm – sem.3	10
	Termodynamika – sem.3	8					Termodynamika – sem.3	10
	Elementy elektrodynamiki klasycznej – sem.4	6					Elementy elektrodynamiki klasycznej – sem.4	9
	Astronomia – sem.4	2			Wstęp do astronomii – sem.4	2	Astronomia – sem.5	3
	Praktyki zawodowe – sem.4	4	Praktyki zawodowe – sem.4	4				
3	Budowa materii – sem.5	6					Budowa materii – sem.5	8
	Elementy mechaniki kwantowej – sem.5	6					Elementy mechaniki kwantowej – sem.5	9
	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 przedmiot staje się obowiązkowy.