

PROGRAM STUDIÓW
Kierunek studiów: Fizyka
obowiązuje od roku akademickiego: 2020/2021

Część I. Informacje ogólne.

1. Nazwa jednostki prowadzącej kształcenie: **Wydział Fizyki**
2. Poziom kształcenia: **studia drugiego stopnia**
3. Profil kształcenia: **ogólnoakademicki**
4. Liczba semestrów: **6**
5. Łączna liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:
 - i) ścieżka kształcenia (specjalność) fizyka doświadczalna: **121**
 - ii) ścieżka kształcenia (specjalność) fizyka teoretyczna: **123**
 - iii) ścieżka kształcenia (specjalność) fizyka medyczna: **125**
6. Łączna liczba godzin zajęć konieczna do ukończenia studiów:
 - i) ścieżka kształcenia (specjalność) fizyka doświadczalna: **990**
 - ii) ścieżka kształcenia (specjalność) fizyka teoretyczna: **1020**
 - iii) ścieżka kształcenia (specjalność) fizyka medyczna: **1065**
7. Zaopiniowano na radzie wydziału w dniu: **22 czerwca 2020 r.**
8. Wskazanie dyscypliny wiodącej, w której będzie uzyskiwana ponad połowa efektów uczenia się oraz procentowy udział poszczególnych dyscyplin, w ramach których będą uzyskiwane efekty uczenia się określone w programie studiów:

Nazwa dyscypliny wiodącej	Procentowy udział dyscypliny wiodącej
Nauki fizyczne	90 %
Nazwy poszczególnych dyscyplin	Procentowy udział poszczególnych dyscyplin
Nauki fizyczne	90 %
Astronomia	1 %
Językoznawstwo	3 %
Matematyka	2 %
Filozofia	1 %
Nauki medyczne	1 %
Nauki prawne	1 %
Historia	1 %
Razem:	100 %

Część II. Efekty uczenia się.

Symbol opisu charakterystyk drugiego stopnia PRK	Symbol efektu uczenia się	Opis efektu uczenia się	Dyscyplina	
WIEDZA, absolwent zna i rozumie:				
w zakresie metodologii nauk fizycznych i zastosowań fizyki				
P7S_WG	K_W01	rozumie fundamentalne znaczenie fizyki dla rozwoju technologicznego, gospodarczego i cywilizacyjnego oraz, o ile specjalność to przewiduje, jej znaczenie dla ochrony zdrowia	nauki fizyczne	
	K_W02	rozumie rolę teorii fizycznej i abstrakcyjnego opisu obiektów fizycznych oraz zjawisk fizycznych w zakresie wybranych zagadnień fizyki współczesnej i jej zastosowań, w tym, o ile specjalność to przewiduje, zastosowań medycznych	nauki fizyczne	
	K_W03	ma pogłębioną świadomość wagi eksperymentu jako sposobu weryfikacji koncepcji teoretycznych, świadomość niepewności eksperymentalnych oraz świadomość szczególnej odpowiedzialności za wyniki prowadzonych badań, w tym, o ile specjalność to przewiduje, w odniesieniu do zastosowań medycznych	nauki fizyczne	
	K_W04	zna ograniczenia stosowalności wybranych koncepcji teoretycznych oraz procedur eksperymentalnych, w tym, o ile specjalność to przewiduje, procedur pomiarowych stosowanych w fizyce medycznej	nauki fizyczne	
	K_W16	rozumie związek badań podstawowych w zakresie fizyki z zastosowaniami w praktyce, w tym, o ile specjalność to przewiduje, z zastosowaniami w praktyce medycznej	nauki fizyczne	
	w zakresie fizyki			
	K_W05	ma poszerzoną wiedzę w zakresie fizyki fazy skondensowanej , zna i rozumie podstawowe koncepcje teoretyczne, modele matematyczne wybranych zjawisk oraz zna zastosowania praktyczne, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne	
	K_W06	zna sposoby eksperymentalnej weryfikacji wybranych koncepcji z zakresu fizyki fazy skondensowanej , o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne	
	K_W07	zna budowę oraz zasady działania aparatury pomiarowej do wybranych doświadczeń z zakresu fizyki ciała stałego, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne	
	K_W08	zna metody i narzędzia komputerowego wspomaganie eksperymentu fizycznego , o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne	
K_W09	ma poszerzoną wiedzę z zakresu wybranych działów fizyki teoretycznej , zna i rozumie podstawowe koncepcje teoretyczne oraz modele matematyczne wybranych układów i zjawisk, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne		
K_W10	ma wiedzę o kierunkach badań, problemach fizyki współczesnej i najnowszych odkryciach z zakresu fizyki, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne		

K_W17	ma poszerzoną wiedzę z zakresu fizyki jądrowej zna i rozumie podstawowe koncepcje teoretyczne, modele matematyczne wybranych zjawisk oraz zna zastosowania praktyczne, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
K_W18	zna sposoby eksperymentalnej weryfikacji koncepcji z zakresu fizyki jądrowej, zna budowę oraz zasady działania aparatury pomiarowej do wybranych doświadczeń z zakresu fizyki jądrowej, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
K_W19	ma poszerzoną wiedzę w zakresie zjawisk rezonansu magnetycznego , w tym magnetycznego rezonansu jądrowego, zna i rozumie podstawowe koncepcje teoretyczne oraz zna zastosowania praktyczne, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
K_W20	rozumie podstawowe metody obrazowania z wykorzystaniem rezonansu magnetycznego, zna budowę oraz zasady działania aparatury pomiarowej wykorzystującej zjawisko magnetycznego rezonansu jądrowego, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
K_W21	ma poszerzoną wiedzę w zakresie fizyki wiązek promieniowania jonizującego , zna i rozumie podstawowe koncepcje teoretyczne oraz zastosowania praktyczne, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
K_W22	zna szczegółową budowę oraz zasady działania wybranych urządzeń wytwarzających wiązki promieniowania jonizującego oraz aparatury pomiarowej wykorzystującej promieniowanie jonizujące i urządzeń do detekcji i pomiarów promieniowania, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
w zakresie zastosowań fizyki w medycynie		
K_W23	zna budowę oraz zasady działania współczesnych diagnostycznych urządzeń medycznych , wykorzystujących promieniowanie jonizujące, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
K_W24	ma wiedzę z zakresu oddziaływania promieniowania jonizującego z materią, ze szczególnym uwzględnieniem tkanki ludzkiej, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
K_W25	zna budowę i zasady działania medycznych urządzeń terapeutycznych , wykorzystujących promieniowanie jonizujące, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
K_W26	zna zasady i procedury określania i weryfikacji dawki promieniowania jonizującego w planach leczenia, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
K_W27	zna fizyczne i matematyczne podstawy współczesnych metod obrazowania medycznego , w tym tomografii rentgenowskiej i komputerowej oraz obrazowania z wykorzystaniem metod niejonizujących, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne: 90% matematyka: 10%
K_W28	zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratoriach fizycznych oraz w środowiskach diagnostycznych i terapeutycznych zastosowań medycznych, ze szczególnym uwzględnieniem laboratoriów wykorzystujących promieniowanie jonizujące, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne: 90% nauki o bezpieczeństwie: 20%
K_W33	zna fizyczne podstawy przyspieszania cząstek naładowanych różnymi metodami oraz zjawiska promieniowania hamowania wykorzystywanych do generacji promieniowania jonizującego	
w zakresie matematyki i narzędzi informatyki		
K_W11	ma pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie matematycznych metod fizyki oraz o ile specjalność to przewiduje, z zakresu analizy transformat i analizy danych ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań w fizyce medycznej	matematyka: 80% nauki fizyczne: 20%
K_W12	zna profesjonalne, komputerowe narzędzia obliczeniowe, w tym narzędzia do obliczeń symbolicznych, o ile specjalność to przewiduje	informatyka
K_W29	zna narzędzia matematyczne do analizy danych eksperymentalnych, analizy sygnałów i obrazów, w tym medycznych obrazów diagnostycznych, o ile specjalność to przewiduje	matematyka: 80% nauki fizyczne: 20%

	K_W30	zna sposoby tworzenia obrazu , w tym obrazu cyfrowego, zna metody przetwarzania i poprawy jakości obrazów i sygnałów, o ile specjalność to przewiduje	informatyka: 80% nauki fizyczne: 20%
	K_W31	zna techniki analizy obrazów , optymalizacji oraz odzyskiwania informacji ilościowej, o ile specjalność to przewiduje	informatyka
	K_W32	zna metody otrzymywania obrazów i sygnałów diagnostycznych do zastosowań medycznych, o ile specjalność to przewiduje	informatyka
w zakresie podstaw nauk społecznych i humanistycznych			
P7S_WK	K_W34	zna koncepcję zarządzania jakością oraz charakteryzuje poszczególne metody i techniki stosowane w zarządzaniu jakością	nauka o zarządzaniu i jakości
	K_W35	zna wymagania i obowiązki prawne związane z zapewnieniem jakości w pracy (np. w radioterapii, medycynie nuklearnej, radiologii zabiegowej); zna wybrane metody i narzędzia zarządzania w obszarze jakości	nauka o zarządzaniu i jakości
P7S_WG	K_W36	posiada podstawową wiedzę na wybrany temat przedmiotu należącej do dziedziny nauk humanistycznych bądź teologicznych	historia: 50% filozofia: 50%
ponadto			
P7S_WK	K_W13	zna etyczne i prawne aspekty działalności naukowo-dydaktycznej oraz praktycznego wykorzystania osiągnięć badawczych	matematyka
	K_W14	zna zasady oraz narzędzia ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, zna zasady korzystania z zasobów informacji patentowej	nauki prawne
	K_W15	zna ogólne zasady komercjalizacji wyników badań oraz zasady przedsiębiorczości indywidualnej	nauka o zarządzaniu i jakości
w zakresie przygotowania do wykonywania zawodu nauczyciela			
P7S_WG	KP7_WG1	podstawy filozofii wychowania i aksjologii pedagogicznej, specyfikę głównych środowisk wychowawczych i procesów w nich zachodzących;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_WG2	klasyczne i współczesne teorie rozwoju człowieka, wychowania, uczenia się i nauczania lub kształcenia oraz ich wartości aplikacyjne;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_WG3	rolę nauczyciela lub wychowawcy w modelowaniu postaw i zachowań uczniów;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_WG4	normy, procedury i dobre praktyki stosowane w działalności pedagogicznej (wychowanie przedszkolne, nauczanie w szkołach podstawowych i średnich ogólnokształcących, technikach i szkołach branżowych, szkołach specjalnych i oddziałach specjalnych oraz integracyjnych, w różnego typu ośrodkach wychowawczych oraz kształceniu ustawicznym);	dziedzina nauk społecznych
	KP7_WG5	zagadnienie edukacji włączającej, a także sposoby realizacji zasady inkluzji;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_WG6	zróznicowanie potrzeb edukacyjnych uczniów i wynikające z nich zadania szkoły dotyczące dostosowania organizacji procesu kształcenia i wychowania;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_WG7	sposoby projektowania i prowadzenia działań diagnostycznych w praktyce pedagogicznej;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_WG8	podstawy funkcjonowania i patologie aparatu mowy, zasady emisji głosu, podstawy funkcjonowania narządu wzroku i równowagi;	dziedzina nauk społecznych

	KP7_WG9	treści nauczania i typowe trudności uczniów związane z ich opanowaniem;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_WG10	metody nauczania i doboru efektywnych środków dydaktycznych, w tym zasobów internetowych, wspomagających nauczanie przedmiotu lub prowadzenie zajęć, z uwzględnieniem zróżnicowanych potrzeb edukacyjnych uczniów.	dziedzina nauk społecznych
UMIEJĘTNOŚCI, absolwent potrafi:			
w zakresie metodologii nauk fizycznych i zastosowań fizyki			
P7S_UK	K_U01	umie w sposób popularny przytoczyć współczesne osiągnięcia w zakresie poznanych działów fizyki, przedstawić najnowsze rozwiązania praktyczne oparte na badaniach naukowych ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań medycznych, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U02	umie przygotować rozprawę o charakterze naukowym dotyczącą samodzielnie przeprowadzonych badań doświadczalnych lub/i teoretycznych z wykorzystaniem źródeł fachowej literatury	nauki fizyczne
w zakresie fizyki			
P7S_UW	K_U03	umie zaplanować i wykonać doświadczenia z zakresu badania strukturalnych , w tym eksperymenty z wykorzystaniem promieniowania, krytycznie przeanalizować ich wyniki oraz przedstawić je w postaci zwięzłego opracowania w zakresie przewidzianym programem specjalności	nauki fizyczne
	K_U04	umie zaplanować i przeprowadzić eksperymenty przy wykorzystaniu technik magnetycznej spektroskopii rezonansowej , krytycznie przeanalizować ich wyniki oraz przedstawić je w postaci zwięzłego opracowania w zakresie przewidzianym programem specjalności	nauki fizyczne
	K_U05	umie zinterpretować wyniki eksperymentów w oparciu o wiedzę teoretyczną w zakresie przewidzianym programem specjalności	nauki fizyczne
	K_U06	umie, ze zrozumieniem zasad działania, posługiwać się złożoną aparaturą badawczą oraz kierować zespołem eksperymentalnym w zakresie przewidzianym programem specjalności	nauki fizyczne
P7S_UW, P7S_UO	K_U07	umie ocenić narażenie związane z pracą w laboratorium , w tym z wykorzystaniem promieniowania oraz stosuje odpowiednie zasady bezpieczeństwa w zakresie przewidzianym programem specjalności	nauki fizyczne: 90% nauki o bezpieczeństwie: 10%
P7S_UW	K_U08	umie ze zrozumieniem przedstawić podstawowe koncepcje teoretyczne wybranych obszarów fizyki oraz powiązać je z eksperymentem w zakresie przewidzianym programem specjalności	nauki fizyczne
	K_U09	umie ze zrozumieniem stosować metody fizyki teoretycznej do ilościowej i jakościowej analizy wybranych układów i zjawisk fizycznych w zakresie przewidzianym programem specjalności	nauki fizyczne
	K_U10	umie ze zrozumieniem i krytycznie korzystać z fachowej literatury i zasobów Internetu - w tym źródeł w języku angielskim w odniesieniu do studiowanych problemów fizyki	nauki fizyczne
	K_U11	umie określić kierunek uczenia się i zrealizować wybrany program kształcenia w ramach studiów z fizyki w zakresie przewidzianym programem specjalności	nauki fizyczne
	K_U12	umie zastosować wiedzę z zakresu fizyki do wybranych problemów spoza dyscypliny w zakresie przewidzianym programem specjalności	nauki fizyczne
	K_U20	umie zidentyfikować typ ciała stałego na podstawie eksperymentu z wykorzystaniem rozpraszania promieniowania, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne

	K_U21	umie zaplanować i wykonać eksperyment z wykorzystaniem promieniowania, krytycznie zinterpretować jego wyniki oraz przedstawić je w postaci zwięzłego opracowania, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U22	umie wyjaśnić makroskopowe własności materii skondensowanej w oparciu o teorię mikroskopową, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U23	umie zidentyfikować rodzaj promieniowania oraz określić jego intensywność, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U24	umie wykonywać obliczenia związane z rozpadem promieniotwórczym oraz umie obliczyć dawkę promieniowania pochłoniętego przez materię, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U25	umie posługiwać się detektorami i dozymetrami stosowanymi w praktyce laboratoryjnej oraz medycznej, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U26	umie obliczyć parametry wiązki promieniowania jonizującego na podstawie parametrów źródła, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U27	potrafi przewidzieć zasięg wiązki promieniowania jonizującego w materii, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U28	potrafi określić rozkład dawki promieniowania w materii zdeponowanego przez wiązkę promieniowania jonizującego, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U29	umie wykonywać badania fizykochemiczne przy zastosowaniu aparatury wykorzystującej zjawisko magnetycznego rezonansu jądrowego , o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U30	umie dobrać metodę obrazowania z wykorzystaniem magnetycznego rezonansu jądrowego do problemu eksperymentalnego lub praktycznego, w szczególności związanego z diagnostyką medyczną , o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U31	umie ocenić narażenie związane z pracą w laboratorium z wykorzystaniem promieniowania jonizującego oraz stosuje odpowiednie zasady bezpieczeństwa, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne: 90% nauki o bezpieczeństwie: 10%
w zakresie zastosowań fizyki w medycynie			
P7S_UK	K_U32	umie komunikować się z personelem medycznym w zakresie problemów dotyczących fizyki medycznej, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
P7S_UW	K_U33	umie wyliczyć parametry wiązki terapeutycznej oraz ustalić czas ekspozycji pacjenta przy zadanych parametrach wiązki, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U34	umie wyliczyć aktywność oraz ilość izotopu podawanego pacjentowi w ramach procedur medycyny nuklearnej, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U35	umie korzystać z systemu weryfikacji zarządzania radioterapią, zna zasady konstrukcji planu leczenia, umie ocenić parametry planu leczenia, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U36	umie, ze zrozumieniem aspektów fizycznych i medycznych, posługiwać się systemem przygotowania pacjenta do radioterapii, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U37	umie samodzielnie sporządzić rozkład izodoz urządzeń terapeutycznych wykorzystujących promieniowanie jonizujące, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U38	umie ocenić narażenie personelu pracującego w otoczeniu źródeł promieniowania, potrafi ustalić parametry osłon i dopuszczalny czas przebywania człowieka w polu promieniowania, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne: 90% nauki o bezpieczeństwie: 10%

	K_U39	umie tworzyć wybrane instrukcje i procedury z zakresu fizyki medycznej i ochrony radiologicznej pacjenta, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
	K_U40	potrafi korzystać z literatury, zasobów Internetu oraz dokumentacji technicznej aparatury medycznej – w tym z dokumentacji w języku angielskim, zna podstawowe źródła informacji o bieżących problemach i osiągnięciach fizyki medycznej, o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
P7S_UU	K_U41	ma świadomość ciągłego i szybkiego rozwoju fizyki medycznej, potrafi określić kierunek swoich zainteresowań i podjąć samodzielne kształcenie , o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne
w zakresie matematyki i narzędzi informatyki			
P7S_UW	K_U13	umie stosować poznane narzędzia matematyki do formułowania i rozwiązywania wybranych problemów z fizyki i jej zastosowań praktycznych, o ile specjalność to przewiduje	matematyka
	K_U14	umie stosować poznane narzędzia informatyki , w tym narzędzia do obliczeń symbolicznych, do analizy problemów teoretycznych, o ile specjalność to przewiduje	informatyka
	K_U15	umie ze zrozumieniem korzystać z komputerowych narzędzi do analizy danych eksperymentalnych i komputerowego sterowania pomiarem	nauki fizyczne
	K_U16	umie ze zrozumieniem i krytycznie korzystać z fachowej literatury i zasobów Internetu - w tym źródeł w języku angielskim – w odniesieniu do wybranych problemów matematyki i informatyki	matematyka: 50% informatyka: 50%
	K_U17	umie, z poszanowaniem praw własności intelektualnej, korzystać z narzędzi komputerowych dostępnych w zasobach Internetu	nauki fizyczne: 90% informatyka: 10%
P7S_UU	K_U42	umie samodzielnie uzupełniać i poszerzać wiedzę matematyczną i informatyczną korzystając z literatury i zasobów Internet, o ile specjalność to przewiduje	informatyka: 10% matematyka: 50%
P7S_UW	K_U43	umie ze zrozumieniem korzystać z komputerowych narzędzi przetwarzania i analizy sygnałów , o ile specjalność to przewiduje	nauki fizyczne: 90% informatyka: 10%
	w zakresie podstaw nauk społecznych i humanistycznych		
	K_U44	potrafi zidentyfikować i przeanalizować poszczególne procesy w jednostce z uwzględnieniem wymagań jakości i bezpieczeństwa oraz zaplanować odpowiednie działania	
	K_U45	potrafi zastosować wybrane metody i narzędzia zarządzania w obszarze jakości, w tym opracować wybrane dokumenty	
ponadto			
P7S_UK	K_U18	potrafi przygotować i zrealizować wystąpienie publiczne w języku polskim lub angielskim dotyczące bieżących problemów fizyki lub fizyki medycznej, o ile specjalność to przewiduje	językoznastwo
	K_U19	umie posługiwać się językiem angielskim – zgodnie z wymaganiami poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	językoznastwo
P7S_UO	K_U46	potrafi pracować w zespole przyjmując w nim różne role, w tym w szczególności rolę kierowniczą lub koordynatora eksperymentu , potrafi przyjąć odpowiedzialność za realizowane zadanie zespołowe; jest gotów do pogłębienia umiejętności pracy w zespole laboratoryjnym	językoznastwo
w zakresie przygotowania do wykonywania zawodu nauczyciela			
P7S_UW	KP7_UW1	obserwować sytuacje i zdarzenia pedagogiczne, analizować je z wykorzystaniem wiedzy pedagogiczno-psychologicznej oraz proponować rozwiązania problemów;	dziedzina nauk społecznych

	KP7_UW2	adekwatnie dobierać, tworzyć i dostosowywać do zróżnicowanych potrzeb uczniów materiały i środki, w tym z zakresu technologii informacyjno-komunikacyjnej, oraz metody pracy w celu samodzielnego projektowania i efektywnego realizowania działań pedagogicznych, dydaktycznych, wychowawczych i opiekuńczych;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UW3	rozpoznawać potrzeby, możliwości i uzdolnienia uczniów oraz projektować i prowadzić działania wspierające integralny rozwój uczniów, ich aktywność i uczestnictwo w procesie kształcenia i wychowania oraz w życiu społecznym;	dziedzina nauk społecznych dziedzina nauk społecznych
	KP7_UW4	projektować i realizować programy nauczania z uwzględnieniem zróżnicowanych potrzeb edukacyjnych uczniów;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UW5	projektować i realizować programy wychowawczo-profilaktyczne w zakresie treści i działań wychowawczych i profilaktycznych skierowanych do uczniów, ich rodziców lub opiekunów i nauczycieli	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UW6	tworzyć sytuacje wychowawczo-dydaktyczne motywujące uczniów do nauki i pracy nad sobą, analizować ich skuteczność oraz modyfikować działania w celu uzyskania pożądaných efektów wychowania i kształcenia;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UW7	podejmować pracę z uczniami rozbudzającą ich zainteresowania i rozwijającą ich uzdolnienia, właściwie dobierać treści nauczania, zadania i formy pracy w ramach samokształcenia oraz promować osiągnięcia uczniów;	dziedzina nauk społecznych
P7S_UK	KP7_UK1	poprawnie posługiwać się językiem polskim i poprawnie oraz adekwatnie do wieku uczniów posługiwać się terminologią przedmiotu;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UK2	posługiwać się aparatem mowy zgodnie z zasadami emisji głosu;	dziedzina nauk społecznych
P7S_UO	KP7_UO1	rozwijać kreatywność i umiejętność samodzielnego, krytycznego myślenia uczniów;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UO2	skutecznie animować i monitorować realizację zespołowych działań edukacyjnych uczniów;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UO3	monitorować postępy uczniów, ich aktywność i uczestnictwo w życiu społecznym szkoły;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UO4	pracować z dziećmi ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi, w tym z dziećmi z trudnościami adaptacyjnymi związanymi z doświadczeniem migracyjnym, pochodzącymi ze środowisk zróżnicowanych pod względem kulturowym lub z ograniczoną znajomością języka polskiego;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UO5	odpowiedzialnie organizować pracę szkolną oraz pozaszkolną ucznia, z poszanowaniem jego prawa do odpoczynku;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UO6	skutecznie realizować działania wspomagające uczniów w świadomym i odpowiedzialnym podejmowaniu decyzji edukacyjnych i zawodowych; udzielać pierwszej pomocy;	dziedzina nauk społecznych
P7S_UU	KP7_UU1	wykorzystywać proces oceniania i udzielania informacji zwrotnych do stymulowania uczniów w ich pracy nad własnym rozwojem;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_UU2	samodzielnie rozwijać wiedzę i umiejętności pedagogiczne z wykorzystaniem różnych źródeł, w tym obcojęzycznych, i technologii	dziedzina nauk społecznych
KOMPETENCJE SPOŁECZNE, absolwent jest gotów do:			
P7S_KK, P7S_KR	K_K01	ma świadomość odpowiedzialności związanej z wykonywaniem zawodu , szczególnej odpowiedzialności za rzetelne prowadzenie prac badawczych i prezentacji ich wyników oraz, o ile specjalność to przewiduje, ma świadomość szczególnej	nauki fizyczne

		odpowiedzialności wobec pacjentów i personelu służby zdrowia z racji nabytej wiedzy i kompetencji z zakresu fizyki medycznej	
P7S_KO	K_K02	rozumie potrzebę stałego pogłębiania swojej wiedzy oraz potrzebę przekazywania społeczeństwu rzetelnej , opartej na dowodach, wiedzy z zakresu fizyki i jej zastosowań, w tym, o ile specjalność to przewiduje, zastosowań medycznych	nauki fizyczne
	K_K03	potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób	pedagogika
	K_K04	potrafi działać w myśl zasad przedsiębiorczości	nauki o zarządzaniu i jakości
P7S_KR	K_K05	jest gotów do wykazania dbałości o bezpieczeństwo pracy i świadomości poszanowania pracy własnej i innych osób	nauki o zarządzaniu i jakości
	K_K06	rozumie odpowiedzialność związaną z wykonywaniem obowiązków zawodowych i jest gotów do ich podejmowania	nauki o zarządzaniu i jakości
w zakresie przygotowania do wykonywania zawodu nauczyciela			
P7S_KK	P7S_KK1	Podjmowania decyzji związanych z organizacją procesu kształcenia w edukacji włączającej;	dziedzina nauk społecznych
	P7S_KK2	Pracy w zespole, pełnienia w nich różnych ról oraz współpracy z nauczycielami, pedagogami, specjalistami, rodzicami lub opiekunami uczniów i innymi członkami społeczności szkolnej i lokalnej;	dziedzina nauk społecznych
P7S_KO	KP7_KO1	porozumiewania się z osobami pochodzącymi z różnych środowisk i o różnej kondycji emocjonalnej, dialogowego rozwiązywania konfliktów oraz tworzenia dobrej atmosfery dla komunikacji w klasie szkolnej i poza nią;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_KO2	rozpoznawania specyfiki środowiska lokalnego i podejmowania współpracy na rzecz dobra uczniów i tego środowiska;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_KO3	projektowania działań zmierzających do rozwoju szkoły lub placówki systemu oświaty oraz stymulowania poprawy jakości pracy tych instytucji;	dziedzina nauk społecznych
P7S_KR	KP7_KR1	posługiwania się uniwersalnymi zasadami i normami etycznymi w działalności zawodowej, kierując się szacunkiem dla każdego człowieka;	dziedzina nauk społecznych
	KP7_KR2	budowania relacji opartej na wzajemnym zaufaniu między wszystkimi podmiotami procesu wychowania i kształcenia, w tym rodzicami lub opiekunami ucznia, oraz włączania ich w działania sprzyjające efektywności edukacyjnej;	dziedzina nauk społecznych

Objaśnienia oznaczeń:

P6, P7 – poziom PRK (6 - studia pierwszego stopnia, 7 – studia drugiego stopnia i jednolite magisterskie)

S – charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego

W – wiedza	G – głębia i zakres
	K - kontekst
U – umiejętności	W – wykorzystanie wiedzy
	K – komunikowanie się
	O – organizacja pracy

	U – uczenie się
K – kompetencje społeczne	K – krytyczna ocena
	O - odpowiedzialność
	R – rola zawodowa

Część III. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się.

Kierunek Fizyka oferuje studentom do wyboru trzy ścieżki dydaktyczne (specjalności): fizyka doświadczalna, fizyka teoretyczna, oraz fizyka medyczna. Każda z nich posiada wspólne i obowiązkowe dla wszystkich grupy zajęć (np. Podstawy fizyki fazy skondensowanej, Druga pracownia fizyczna/Specialistyczna pracownia fizyczna, Metody matematyczne fizyki, Komputerowe techniki pomiarowe, grupa - Kształcenie ogólne, grupa - Podsumowanie kształcenia jak i posiada grupy zajęć dedykowane danej ścieżce (grupa - Fizyka w praktyce medycznej, Metody eksperymentalne fizyki magnetyzmu, Podstawy fizyki jądrowej i cząstek elementarnych, Fizyka wysokich energii, Astrofizyka i kosmologia). Ustawowy wymóg zapewnienia minimum 30% zajęć do wyboru jest spełniony przez wybór specjalności. Zajęcia dedykowane danej specjalności są zaznaczone w kolumnie (27) „Harmonogramu realizacji programu studiów”. Kierunek Fizyka oferuje w ramach zajęć do wyboru, również Moduł specjalizacyjny przygotowujący do wykonywania zawodu nauczyciela. Na studiach II stopnia realizowana jest część druga zajęć (330 godz.) wymaganych przez Ustawodawcę zajęć. Część pierwsza (210 godz.) realizowana jest studiach I stopnia. Dopiero po zaliczeniu części pierwszej i drugiej zajęć oraz otrzymaniu dyplomu magistra fizyki, student nabywa uprawnień do wykonywania zawodu nauczyciela fizyki w szkołach podstawowych i ponadpodstawowych.

SYMBOLE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ PRZYPISANE DO ZAJĘĆ LUB GRUPY ZAJĘĆ.

Grupa zajęć (Fizyka doświadczalna):

K_W05-K_W08, K_W13-K_W15, K_W17-K_W22, K_W34, K_U10-K_U12, K_U20-K_U23, K_U46, K_K01, K_K02, K_K05-K_K06.

Grupa zajęć (Fizyka teoretyczna):

K_W02-K_W04, K_W09, K_U01, K_U05, K_U09-K_U12, K_K01- K_K03.

Grupa zajęć (Metody matematyczne i komputerowe):

K_W08, K_W11, K_W12, K_W29-K_W32, K_U13-K_U17, K_U42, K_U43, K_K02.

Grupa zajęć (Wybrane problemy fizyki):

K_W05-K_W08, K_W13-K_W15, K_W17-K_W22, K_W34, K_U10-K_U12, K_U20-K_U23, K_K01, K_K04- K_K06.

Grupa zajęć (Fizyka w praktyce medycznej):

K_W21-K_W28, K_W33, K_U23-K_U41, K_U46, K_K01, K_K02, K_K04- K_K06.

Grupa zajęć (Kształcenie ogólne):

K_W01, K_W13-K_W16, K_W34-K_W36, K_U01, K_U18-K_U19, K_U46, K_K01, K_K03, K_K04,

Grupa zajęć (Podsumowanie kształcenia):

K_W01-K_W04, K_W13-K_W16, K_U01, K_U02, K_U10-K_U12, K_U18-K_U19, K_K01-K_K03.

Grupa zajęć (Zajęcia nadobowiązkowe):

K_W13-K_W15, K_W34-K_W36, K_U01, K_U18, K_U44- K_U45, K_K03.

Moduł specjalizacyjny (Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela – część II):

KP7_WG1-KP7_WG10, KP7_WK3, KP7_UW2-KP7_UW7, KP7_UK1-KP7_UK2, KP7_UO1-KP7_UO2, KP7_UO5-KP7_UO6, KP7_UO6, KP7_UU1- KP7_UU2, KP7_KO3, KP7_KK1- KP7_KK2, KP7_KR1- KP7_KR2, K_W01-K_W04, K_W07, K_W013, K_W16, K_U01, K_U05, K_K01- K_K03, K_K06

TREŚCI PROGRAMOWE ZAPEWNIAJĄCE UZYSKANIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ PRZYPISANE DO ZAJĘĆ LUB GRUP ZAJĘĆ.

Treści programowe zajęć oraz skrótowe opisy (pełne znajdują się sylabusach) poszczególnych przedmiotów zostaną przedstawione z podziałem na poszczególne ścieżki dydaktyczne.

TREŚCI PROGRAMOWE GRUP ZAJĘĆ

Specjalność: Fizyka doświadczalna

Grupa zajęć_1 (Fizyka doświadczalna)

Grupa obejmuje 450 godzin dydaktycznych, w tym 165 godzin wykładów, 60 godzin konwersatoriów i 225 godzin laboratoriów. Przypisano mu 51 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-4.

1. Podstawy fizyki fazy skondensowanej (wykład, konwersatorium, laboratorium):
Na wykładzie omawiana jest mikroskopowa struktura materii skondensowanej ze szczegółowym omówieniem metod badań strukturalnych wykorzystujących zjawiska falowe, w tym z wykorzystaniem promieniowania jonizującego. Pojęcie fazy termodynamicznej. Układy strukturalnie nieporządkowane. Rozpraszanie promieniowania elektromagnetycznego przez układy nieuporządkowane. Sieć Bravais, struktura krystalograficzna, klasyfikacja sieci Bravais. Pojęcie sieci odwrotnej, jej własności geometryczne i związki z siecią rzeczywistą. Dyfrakcja promieniowania elektromagnetycznego na sieci krystalicznej, atomowy i geometryczny czynnik struktury. Konstrukcja Ewalda, warunki Lauego i Bragga dyfrakcji. Techniki badań struktur krystalicznych. Dynamika jednowymiarowego łańcucha monoatomowego i dwuatomowego. Drgania sieci krystalicznych. Pojęcie gęstości stanów fononowych, warunki brzegowe Borna von Karmana. Model Debye'a i Einsteina sieci krystalicznej. Techniki badawcze drgań sieci i informacje wynikające z eksperymentu. Własności termiczne sieci krystalicznej. Elektrycy w potencjale periodycznym, twierdzenie Blocha, kwazipęd, masa efektywna. Dynamika elektronu w paśmie, przewodnictwo elektryczne. Struktura pasmowa kryształów, metale

i półprzewodniki. Wiązania w materii skondensowanej. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe oraz zajęcia laboratoryjne obejmujące serię eksperymentów z zakresu badań strukturalnych oraz zjawisk transportu ładunku elektrycznego w materii.

2. Podstawy fizyki magnetyzmu (wykład, konwersatorium): Zajęcia obejmują następujące zagadnienia: a) **Atom w polu magnetycznym**: Hamiltonian atomu o parametrach S i L w zewnętrznym polu magnetycznym (wyraz paramagnetyczny i diamagnetyczny). Zjawisko diamagnetyzmu materii (namagnesowanie, podatność, diamagnetyzm). Paramagnetyzm w podejściu półklasycznym. Paramagnetyzm dla $J=1/2$ i uogólnienie na dowolną wartość J ; b) **Atom w polu krystalicznym**: Pochodzenie pola krystalicznego. Konfiguracja spinowa atomu $\text{Fe}^{2+}(3d^6)$. Efekt Jana Tellera. Zjawisko wygaszania orbitalnego momentu pędu; c) **Oddziaływania magnetyczne**: Dipolowe oddziaływanie magnetyczne. Oddziaływanie wymiany; d) **Ferromagnetyzm**: Model Weissa dla ferromagnetyka. Podatność magnetyczna ferromagnetyka. Model uporządkowania śrubowego. Mechanizm oddziaływania nadwymiany; e) **Antyferromagnetyzm**: Model Weissa dla antyferromagnetyka. Podatność magnetyczna antyferromagnetyka. Przejście spin flip i flop; f) **Struktura domenowa**: Wpływ zewnętrznego pola magnetycznego na proces magnesowania ferromagnetyka. Typy ścian domenowych. Szerokość ściany domenowej w przypadku istnienia oddziaływania wymiany i anizotropii; g) **Magnetyzm gazów swobodnych**: Zjawisko paramagnetyzmu Pauliego. Zjawisko spontanicznego rozszczepienia pasm (kryterium Stonera).
3. Metody eksperymentalne fizyki magnetyzmu (wykład, laboratorium): Na zajęciach są poruszane następujące tematy: a) Materiały magnetyczne w tym ultracienkie warstwy, wielowarstwy (magnetyczna anizotropia, uporządkowanie magnetyczne); b) Podstawy fizyki domen, procesy magnesowania, opis matematyczny; c) Podstawy metod magnetoptycznych w badaniach materiałów magnetycznych efekty Faradaya, Kerra, dichroizmu kołowego i liniowego, efekty nieliniowe; d) Rezonans w materiałach magnetycznych, fale spinowe; FMR, NMR, BLS/ e) Pomiar właściwości magnetycznych statycznych – magnetometria, magnetyczna anizometria; f) Wizualizacja magnetycznych struktur domenowych: metody próżniowe, magnetoptyczne, MFM (+AFM/STM); techniki elektronowe transmisyjne i odbiciowe, techniki neutronowe i synchrotronowe. Studenci będą mogli zapoznać się z większością omawianych na wykładzie tematów w trakcie laboratorium, wykorzystującego układy doświadczalne Zakładu Fizyki Magnetyków: spektrometry BLS, FMR, VNA-FMR, NMR; magnetoptyczne magnetometry (w tym wykorzystujące femtosekundowe impulsy światła) i magnetoptyczne mikroskopy, mikroskopy AFM/MFM/STM.
4. Eksperymentalne metody magnetoptyczne (wykład, laboratorium): Na zajęciach są poruszane następujące tematy: transmisyjna magnetoptyczna magnetometria i mikroskopia, odbiciowa magnetoptyczna magnetometria i mikroskopia, mikroskopia z wektorową analizą magnetyzacji, magnetoptyczne techniki synchrotronowe (spektroskopia absorpcyjna w pobliżu krawędzi absorpcji (XANES), spektroskopia absorpcyjna poza krawędzią absorpcji (EXAFS), rentgenowski magnetyczny dichroizm kołowy (XMCD)), metody wykorzystujące femtosekundowe impulsy światła (dwu-impulsowa technika „pump-probe” do badania ultraszybkiej dynamiki magnetyzacji, technika generacji drugiej harmonicznej (SHG)).

5. Druga pracownia fizyczna I i II (laboratorium): Studenci wykonują zadania eksperymentalne o różnym stopniu zaawansowania dostępne na Wydziale Fizyki UwB. Do wyboru są następujące ćwiczenia: a) Badanie termoogniwa półprzewodnikowego, b) Badanie efektu Joula-Thomsona, c) Badanie modułu Peltiera, d) Badanie charakterystyki ogniw słonecznych, e) Wyznaczanie molowego ciepła parowania, f) Badanie własności silnika Stirlinga, g) Badanie pojemności ciepłej metali, h) Badanie termicznego równania stanu i punktu krytycznego gazu SF₆, i) Badanie prawa promieniowania Stefana-Boltzmana, j) Badanie zjawiska Zeemana, k) Badanie zjawiska Faradaya, l) Badanie efektu Halla, m) Badanie efektu Mössbauera, n) Badanie dyfrakcji promieniowania X, o) Badanie zaworów spinowych, p) Optyka światła spolaryzowanego, r) Badanie rozpraszania Rutherforda, s) Badanie dyfrakcji elektronów. Zadania realizowane są w zespołach 2-3 osobowych ze zmianą koordynatora eksperymentu. Po wykonaniu ćwiczenia student zobowiązany jest dostarczyć opiekunowi opis zawierający wstęp teoretyczny, prezentacje i analizę wyników doświadczalnych, podsumowanie uzyskanych rezultatów.
6. Podstawy fizyki jądrowej i cząstek elementarnych (wykład, laboratorium): Przypomnienie podstawowych pojęć z dziedziny fizyki jądrowej (nazewnictwo). Przekrój czynny (liniowy i masowy współczynnik absorpcji). Oddziaływanie z materią cząstek naładowanych. Oddziaływanie promieniowania gamma z materią. Neutrony (ogólne własności neutronów, oddziaływanie neutronów z materią, źródła neutronów, spowalnianie neutronów, detekcja neutronów, spektrometria neutronów). Biologiczne oddziaływanie promieniowania jonizującego. Zasady działania i zastosowanie wybranych detektorów promieniowania (cechy detektorów, ogólne zasady działania detektorów, wydajność detektorów, zdolność rozdzielcza detektorów). Elementy dozymetrii. Metody wytwarzania promieniowania jądrowego (rodzaje promieniowania i główne charakterystyki). Akceleratory. Własności jąder atomowych i metody ich badania (ładunek jąder atomowych, rozmiary i kształt jąder atomowych, masa i energia wiązania jąder atomowych, deficyt masy, zależność energii wiązania od liczby masowej, liczby magiczne). Spin i moment magnetyczny jąder atomowych, parzystość jąder atomowych, statystyka jąder atomowych: Fermiego-Diraca, Bosego-Einsteina. Modele struktury jądra atomowego (model gazu Fermiego, model kropłowy, model powłokowy, modele kolektywne, model optyczny). Przemiany promieniotwórcze i prawa nimi rządzące (spontaniczne przemiany promieniotwórcze alfa, beta, gamma i ich charakterystyki, rodziny promieniotwórcze, ścieżka stabilności. Przypomnienie prawa rozpadu promieniotwórczego i podstawowych charakterystyk rozpadu, zastosowanie rozpadu promieniotwórczego. Reakcje jądrowe (podział reakcji, zasady zachowania, reakcje wprost i poprzez jądro złożone, reakcje rezonansowe). Reakcje rozszczepienia, reakcje łańcuchowe, masa krytyczna. Budowa i zasada działania reaktora jądrowego. Reakcje syntezy termojądrowej, kryterium Lawsona. Pochodzenie pierwiastków. Przegląd cząstek elementarnych („stare” i nowe liczby kwantowe, ogólny podział cząstek elementarnych). Elementy Modelu Standardowego. Leptony i kwarki.
7. Indywidualny projekt doświadczalny (laboratorium): Celem zajęć jest zapoznanie studentów i ich praca nad następującymi zagadnieniami: efekt Seebecka i Peltiera. Definicja współczynnika Peltiera i współczynnika Seebecka. Fizyczne podstawy zjawisk termoelektrycznych. Przeprowadzenie eksperymentów w układzie termogeneratorskiego półprzewodnikowego. Badanie napięcia w funkcji różnicy temperatur przy braku obciążenia prądowego. Badanie prądu zwarcia w funkcji różnicy temperatur. Badanie mocy wydzielanej na oporniku zewnętrznym.

Wyznaczenie oporności wewnętrznej termogeneratora. Oszacowanie sprawności termogeneratora.

8. Przedmiot monograficzny (wykład lub wykład+laboratorium): Zajęcia dotyczące zagadnień fizyki współczesnej. Przykładowe tematy: 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.

Grupa zajęć _2 (Metody matematyczne i komputerowe)

Grupa obejmuje 150 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów i 60 godzin laboratoriów. Przypisano mu 11 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrze 1 i 2.

1. Metody matematyczne fizyki (wykład, konwersatorium, laboratorium): Zajęcia omawiają zagadnienia wykorzystywane przez fizyków. Są to elementy geometrii różniczkowej takie jak wektory, kowektory, pochodna kowariantna, operatory różniczkowe (laplasjan, rotacja, dywergencja) w dowolnym układzie współrzędnych. Podstawy analizy zespolonej. Funkcje holomorficzne, punkty osobliwe, twierdzenie o residuach. Płaty Riemanna. Odwzorowania konforemne. Funkcja gamma Eulera. Równania różniczkowe zwyczajne drugiego rzędu o zmiennych współczynnikach: rozwiązywanie metodą Frobeniusa (szeregi), równanie Bessela, równania Fuchsa, szereg hipergeometryczny. Klasyczne wielomiany ortogonalne. Harmoniki sferyczne. Przestrzeń Hilberta. Widmo operatora. Dystrybucje. Splot. Szeregi Fouriera. Transformacja Fouriera. Podstawowe informacje o najprostszych równaniach różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu (równanie Laplace'a, równanie dyfuzji i równanie falowe): przykłady zagadnień brzegowych i początkowych, metoda rozdzielania zmiennych, funkcje Greena.
2. Komputerowe techniki pomiarowe (wykład, laboratorium): Omawiane są zasady działania stanowisk pomiarowych, czujniki, skomputeryzowane stanowiska badawcze. Pojęcia podstawowe (pomiar, eksperyment, dane, przyrządy podstawowe, układ pomiarowy). Organizacja i klasyfikacja systemów pomiarowych. Budowa i zasada działania komputerowego systemu pomiarowego (schemat funkcjonalny, charakterystyka). Podstawowe sygnały pomiarowe (klasyfikacja, charakterystyka, parametry). Cyfrowe przetwarzanie w układzie pomiarowym. Zegar w układzie pomiarowym. Generator kwarcowy, sygnały taktujące. Pomiar czasu. Standardowe komputerowe interfejsy pomiarowe. Rodzaje transmisji danych. Specjalistyczne interfejsy pomiarowe. Interfejs IEEE-488 (schemat, charakterystyka, zastosowanie). Interfejsy bazujące na standardzie VXI. Komputerowe karty pomiarowe DAQ. Przetworniki optyczne, matryce CCD, CMOS. Czujniki pomiarowe wielkości fizycznych (położenia, obrotu, przesunięcia, siły, temperatury, pojemności, światła, ciśnienia, dźwięku, pola magnetycznego). Czujniki i detektory specjalistyczne w diagnostyce medycznej. Wprowadzenie do programowania graficznego LabView (struktura, konstrukcję, obiekty, formaty danych, reprezentacja danych). Przyrządy wirtualne realizowane w oparciu o LabView. Zasada budowy internetowego eksperymentu fizycznego „on-line” (konfiguracja, schemat, transmisja, wykonanie pomiaru). Zajęcia laboratoryjne obejmują serię doświadczeń w skomputeryzowanym środowisku pomiarowym.

Grupa zajęć _3 (Fizyka teoretyczna)

Grupa obejmuje 135 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów i 75 godzin konwersatoriów. Przypisano mu 14 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrze 1 i 2.

1. Mechanika kwantowa (wykład, konwersatorium): Na zajęciach omawiane są następujące zagadnienia: Rachunek zaburzeń dla nierelatywistycznego równania Schroedingera niezależnego od czasu. Wyznaczenie struktury subtelnej poziomów energetycznych elektronu w atomie wodoru. Rachunek wariacyjny zastosowany do wyznaczania poziomu energii stanu podstawowego. Atom helu He. Postawy wiązania cząsteczkowego – jon H_2^- . Równanie Pauliego dla cząstki o spinie $\frac{1}{2}$. Zasada minimalnego sprzężenia z polem elektromagnetycznym. Sprzężenie spin-orbita. Zasada Pauliego. Atom wieloelektronowy w zewnętrznym polu elektromagnetycznym. Reżimy Paschena i Zeemana dla atomu w polu magnetycznym. Efekt diamagnetyczny. Efekt Starka w polu elektrycznym.
2. Fizyka statystyczna (wykład, konwersatorium): Wykład ma na celu zaznajomić studentów z elementami termodynamiki, kinetycznej teorii gazów oraz mechaniki statystycznej. W ramach części dotyczącej termodynamiki omówione zostaną: zasady termodynamiki, silnik Carnota, sprawność, twierdzenie Carnota, bezwzględna skala temperatury, twierdzenie Clausiusa, entropia, potencjały termodynamiczne, układy ze zmienną liczbą cząstek, potencjał chemiczny, równanie Gibbsa-Duhema, równowaga termodynamiczna, reguła faz Gibbsa, równanie Clausiusa-Clapeyrona. Następnie pojawią się niektóre zastosowania termodynamiki. Przedyskutujemy: zjawiska powierzchniowe w procesie skraplania oraz zasady termodynamiki w obecności zewnętrznego pola elektrycznego i magnetycznego. Dalsza część wykładu poświęcona będzie kinetycznej teorii gazów. Wprowadzone zostanie pojęcie jednocząstkowej funkcji rozkładu oraz wyprowadzimy równanie kinetyczne Boltzmanna. Następnie udowodnimy twierdzenie H Boltzmanna, omówimy rozkład Maxwella-Boltzmanna, mikroskopową interpretację ciśnienia oraz równowagową funkcję rozkładu w obecności zewnętrznej siły. Na koniec tej części, w ramach dyskusji zjawisk nierównowagowych, wyprowadzone zostaną równania hydrodynamiczne cieczy nielepkiej. W ostatniej, trzeciej części wykładu omówiona zostanie mechanika statystyczna. Wprowadzimy pojęcie zespołów statystycznych: mikrokanonicznego, kanonicznego oraz wielkiego kanonicznego oraz pokażemy ich równoważność w granicy termodynamicznej. Następnie przedyskutujemy wybrane zagadnienia w ramach mechaniki statystycznej. Zagadnienia te to: doskonałe gazy Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina, teoria białych karłów (relatywistyczny gaz Fermiego), diamagnetyzm Landaua (prawo Curie), zjawisko de Haasa-van Alphen, paramagnetyzm Pauliego, gaz fotonów (wzór Plancka), gaz fononów (model Debye'a ciała stałego) oraz kondensacja Bosego-Einsteina.

Grupa zajęć _4 (Kształcenie ogólne)

Grupa obejmuje 135 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów i 60 godzin lektoratów. Przypisano mu 10 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1, 3-4.

1. Lektorat języka angielskiego (lektorat): Student uczestniczy w kształceniu językowym z języka angielskiego właściwym dla poziomu B2+
2. Specjalistyczny warsztat językowy (lektorat): Przedmiot realizowany w języku angielskim. Student poznaje słownictwo, sformułowania specyficzne dla fizyki doświadczalnej. Student prezentuje po angielsku zagadnienia fizyki doświadczalnej.

3. Historia nauki (konwersatorium): Zajęcia przedstawiają zasadnicze kroki w historycznym rozwoju nauki 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. W powiązaniu z historią fizyki będzie omawiana historia matematyki i astronomii. Zajęcia będą wzbogacone o treści związane z historią początków chemii (alchemia, jatrochemia) oraz z historią chemii w osiemnastym, dziewiętnastym i dwudziestym wieku (teorie spalania, początki chemii organicznej, agrochemii i chemii farmaceutycznej, odkrycia pierwiastków, chemia elektrolitów i ogniw elektrolitycznych, chemia współczesna). Pojawią się także nawiązania do historii medycyny (historia chirurgii, historia bakteriologii). Studenci wybierają dwa tematy z listy propozycji przedstawionych przez wykładowcę do samodzielnego opracowania i referowania w trakcie konwersatoriów
4. Metodologia nauki (wykład, konwersatorium): Na wykładzie zostają przedstawione najważniejsze zagadnienia z zakresu metodologii nauk przyrodniczych oraz pokrewnych im problemów filozoficznych. Punktem wyjścia są prawa przyrody, ich znaczenie poznawcze i typologia z punktu widzenia filozoficznego. W dalszej kolejności wykład obejmuje przegląd narzędzi logicznych, które znajdują zastosowanie przy odkrywaniu oraz formułowaniu praw przyrody. Dyskutuje się różne rodzaje indukcji oraz metodę hipotetyczno-dedukcyjną, a także psychologię oraz socjologię odkrycia. Poruszane są także kwestie odnoszące się do poznawczych granic praw przyrody, takich jak metoda idealizacyjna czy faktualizacja. Wprowadzona zostaje nowa, metodologiczna klasyfikacja praw przyrody oraz nauk. Na konwersatorium studenci uczą się analizować wybrane prawa przyrody (głównie z zakresu fizyki, chemii, biologii, ale także genetyki, astronomii czy wreszcie statystyki) z metodologicznego punktu widzenia.
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.

Grupa zajęć _5 (Podsumowanie kształcenia)

Grupa obejmuje 120 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów, 15 godzin laboratoriów i 30 godzin seminariów. Przypisano mu 35 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 2-4.

1. Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej (konwersatorium): 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 fizyki współczesnej I i II (wykład): Seminarium wydziałowe. Zaproszeni naukowcy przedstawiają problemy i osiągnięcia współczesnej fizyki, referują wyniki swoich projektów, odpowiadają na zadane pytania.
3. Interdyscyplinarne aspekty fizyki (konwersatorium): Przedmiot realizowany w języku angielskim. Student, co najmniej dwukrotnie w semestrze, referuje wybrane przez siebie zagadnienie ze współczesnej fizyki. Wystąpienie opiera o angielskojęzyczne źródła literatury i/lub Internetu. Podejmuje merytoryczną dyskusję w języku

angielskim. Ocena zajęć jest średnią oceną za prezentacje. Oceniane jest czas prezentacji, jakość przygotowania slajdów, zrozumiałość języka i umiejętność dyskusji na temat przedstawiony w prezentacji. Przykładowe tematy seminaryjne: nowoczesne zastosowania technik fizycznych, np. techniki impulsowe, rozpraszanie sprężyste i niesprężyste, wykorzystanie technik neutronowych. Metody radiograficzne. Techniczne aspekty fizyki: układy samoorganizujące się, materiały klasy smart, nanostruktury, np. typu wiskersów, materiały swichowe, np. multiferroiki. Medyczne aspekty zastosowań fizyki, np. diagnostyka USG 2D, tomografia komputerowa, tomografia rezonansu magnetycznego, terapia neutronowa. Radioizotopowe metody pomiarowe, dozymetria, hormeza radiacyjna. Przemysłowe aspekty fizyki, np. energetyka jądrowa, odnawialne źródła energii, alternatywne źródła energii. Zastosowanie metod fizycznych w kryminalistyce, zastosowanie metod fizycznych w datowaniu przedmiotów. Badania współczesnych materiałów (grafen, nanowarstwy, materiały inteligentne, ...)

4. Sztuka prezentacji osiągnięć (laboratorium): Celem zajęć jest nauka prezentacji przez studenta swoich wyników osiągniętych podczas pisania pracy dyplomowej, ewentualnie wyników profesjonalnych badań naukowych (wybór zależny od prowadzącego). Każdy student jest zobowiązany do wykonania prezentacji multimedialnej w programie typu Microsoft PowerPoint, LibreOffice Impress i zaprezentowania (20-30 min.) przed grupą laboratoryjną.
5. Seminarium dyplomowe I i II (seminarium): Przedmiot jest związany z pisaniem przez studentów pracy magisterskiej. Student referuje zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej. Przedmiot jest realizowany w ścisłej współpracy z opiekunem pracy.

Grupa zajęć _6 (Nadobowiązkowy)

Grupa składa się z jednego przedmiotu, który student nie musi zrealizować. Jest 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. 2 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-4.

1. Przedmiot na innym kierunku (wykład i/lub konwersatorium): 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 1-3 **mogą** być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku angielskim (o ile zbierze się odpowiednia ilość zainteresowanych studentów – co najmniej jedna grupa): Introduction to Condensed Matter Physics, Principles of Magnetism, Experimental Methods in Physics of Magnetism, Magneto-Optical Experimental Methods, Introduction to Nuclear and Elementary Particle Physics, Individual Experimental Project, Physics Lab, Monographic lecture, Mathematical Methods in Physics, Computer Measurement Techniques, Quantum Mechanics, Statistical Physics, Selected issues of Contemporary Physics. „Przedmiot na innym kierunku” z modułu nadobowiązkowego **może** być realizowany w języku angielskim.

Następujące przedmioty z modułów 4 i 5 są realizowane w języku angielskim: Specjalistyczny warsztat językowy, Interdyscyplinarne aspekty fizyki.

TREŚCI PROGRAMOWE GRUP ZAJĘĆ

Specjalność: Fizyka teoretyczna

Grupa zajęć _1 (Fizyka doświadczalna)

Grupa obejmuje 195 godzin dydaktycznych, w tym 45 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów i 120 godzin laboratoriów. Przypisano mu 24 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-3.

1. Podstawy fizyki fazy skondensowanej (wykład, konwersatorium, laboratorium): Na wykładzie omawiana jest mikroskopowa struktura materii skondensowanej ze szczegółowym omówieniem metod badań strukturalnych wykorzystujących zjawiska falowe, w tym z wykorzystaniem promieniowania jonizującego. Pojęcie fazy termodynamicznej. Układy strukturalnie nieporządkowane. Rozpraszanie promieniowania elektromagnetycznego przez układy nieuporządkowane. Sieć Bravais, struktura krystalograficzna, klasyfikacja sieci Bravais. Pojęcie sieci odwrotnej, jej własności geometryczne i związki z siecią rzeczywistą. Dyfrakcja promieniowania elektromagnetycznego na sieci krystalicznej, atomowy i geometryczny czynnik struktury. Konstrukcja Ewalda, warunki Lauego i Bragga dyfrakcji. Techniki badań struktur krystalicznych. Dynamika jednowymiarowego łańcucha monoatomowego i dwuatomowego. Drgania sieci krystalicznych. Pojęcie gęstości stanów fononowych, warunki brzegowe Borna von Karmana. Model Debye'a i Einsteina sieci krystalicznej. Techniki badawcze drgań sieci i informacje wynikające z eksperymentu. Własności termiczne sieci krystalicznej. Elektrycy w potencjale periodycznym, twierdzenie Blocha, kwazipęd, masa efektywna. Dynamika elektronu w paśmie, przewodnictwo elektryczne. Struktura pasmowa kryształów, metale i półprzewodniki. Wiązania w materii skondensowanej. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe oraz zajęcia laboratoryjne obejmujące serię eksperymentów z zakresu badań strukturalnych oraz zjawisk transportu ładunku elektrycznego w materii.
2. Druga pracownia fizyczna I i II (laboratorium): Studenci wykonują zadania eksperymentalne o różnym stopniu zaawansowania dostępne na Wydziale Fizyki UwB. Do wyboru są następujące ćwiczenia: a) Badanie termoogniwa półprzewodnikowego, b) Badanie efektu Joula-Thomsona, c) Badanie modułu Peltiera, d) Badanie charakterystyki ogniwa słonecznych, e) Wyznaczanie molowego ciepła parowania, f) Badanie własności silnika Stirlinga, g) Badanie pojemności ciepłej metali, h) Badanie termicznego równania stanu i punktu krytycznego gazu SF₆, i) Badanie prawa promieniowania Stefana-Boltzmann, j) Badanie zjawiska Zeemana, k) Badanie zjawiska Faradaya, l) Badanie efektu Halla, m) Badanie efektu Mössbauera, n) Badanie dyfrakcji promieniowania X, o) Badanie zaworów spinowych, p) Optyka światła spolaryzowanego, r) Badanie rozpraszania Rutherforda, s) Badanie dyfrakcji elektronów. Zadania realizowane są w zespołach 2-3 osobowych ze zmianą koordynatora eksperymentu. Po wykonaniu ćwiczenia student zobowiązany jest dostarczyć opiekunowi opis zawierający wstęp teoretyczny, prezentacje i analizę wyników doświadczalnych, podsumowanie uzyskanych rezultatów.

Grupa zajęć _2 (Metody matematyczne i komputerowe)

Grupa obejmuje 150 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów i 60 godzin laboratoriów. Przypisano mu 11 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrze 1 i 2.

1. Metody matematyczne fizyki (wykład, konwersatorium, laboratorium): Zajęcia omawiają zagadnienia wykorzystywane przez fizyków. Są to elementy geometrii różniczkowej jak wektory, kowektory, pochodna kowariantna, operatory różniczkowe (laplasjan, rotacja, dywergencja) w dowolnym układzie współrzędnych. Podstawy analizy zespolonej. Funkcje holomorficzne, punkty osobliwe, twierdzenie o residuach. Płaty Riemanna. Odwzorowania konforemne. Funkcja gamma Eulera. Równania różniczkowe zwyczajne drugiego rzędu o zmiennych współczynnikach: rozwiązywanie metodą Frobeniusa (szeregi), równanie Bessela, równania Fuchsa, szereg hipergeometryczny. Klasyczne wielomiany ortogonalne. Harmoniki sferyczne. Przestrzeń Hilberta. Widmo operatora. Dystrybucje. Splot. Szeregi Fouriera. Transformacja Fouriera. Podstawowe informacje o najprostszycy równaniach różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu (równanie Laplace'a, równanie dyfuzji i równanie falowe): przykłady zagadnień brzegowych i początkowych, metoda rozdzielania zmiennych, funkcje Greena.
2. Komputerowe techniki pomiarowe (wykład, laboratorium): Omawiane są zasady działania stanowisk pomiarowych, czujniki, skomputeryzowane stanowiska badawcze. Pojęcia podstawowe (pomiar, eksperyment, dane, przyrządy podstawowe, układ pomiarowy). Organizacja i klasyfikacja systemów pomiarowych. Budowa i zasada działania komputerowego systemu pomiarowego (schemat funkcjonalny, charakterystyka). Podstawowe sygnały pomiarowe (klasyfikacja, charakterystyka, parametry). Cyfrowe przetwarzanie w układzie pomiarowym. Zegar w układzie pomiarowym. Generator kwarcowy, sygnały taktujące. Pomiar czasu. Standardowe komputerowe interfejsy pomiarowe. Rodzaje transmisji danych. Specjalistyczne interfejsy pomiarowe. Interfejs IEEE-488 (schemat, charakterystyka, zastosowanie). Interfejsy bazujące na standardzie VXI. Komputerowe karty pomiarowe DAQ. Przetworniki optyczne, matryce CCD, CMOS. Czujniki pomiarowe wielkości fizycznych (położenia, obrotu, przesunięcia, siły, temperatury, pojemności, światła, ciśnienia, dźwięku, pola magnetycznego). Czujniki i detektory specjalistyczne w diagnostyce medycznej. Wprowadzenie do programowania graficznego LabView (struktura, konstrukcję, obiekty, formaty danych, reprezentacja danych). Przyrządy wirtualne realizowane w oparciu o LabView. Zasada budowy internetowego eksperymentu fizycznego „on-line” (konfiguracja, schemat, transmisja, wykonanie pomiaru). Zajęcia laboratoryjne obejmują serię doświadczeń w skomputeryzowanym środowisku pomiarowym.

Grupa zajęć _3 (Fizyka teoretyczna)

Grupa obejmuje 420 godzin dydaktycznych, w tym 210 godzin wykładów i 210 godzin konwersatoriów. Przypisano mu 43 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-4.

1. Mechanika kwantowa (wykład, konwersatorium): Zajęcia omawiają następujące zagadnienia: Rachunek zaburzeń dla nierelatywistycznego równania Schrödingera niezależnego od czasu. Wyznaczenie struktury subtelnej poziomów energetycznych elektronu w atomie wodoru. Rachunek wariacyjny zastosowany do wyznaczania poziomu energii stanu podstawowego. Atom helu He. Postawy wiązania cząsteczkowego – jon H_2^- . Zasada Pauliego. Rachunek zaburzeń dla równania Schroedingera zależnego od czasu. Przejścia pomiędzy poziomami dla układu 2-poziomowego. Równanie Pauliego dla cząstki o spinie $\frac{1}{2}$. Zasada minimalnego sprzężenia z polem elektromagnetycznym. Transformacja cechowania. Równania Kleina-Gordona i Diraca dla elektronu – podstawowe rozwiązania, symetria, interpretacja stanów o ujemnej energii. Równanie Diraca dla elektronu w atomie

wodoru. Granica nierelatywistyczna równania Diraca. Elementy relatywistycznej mechaniki kwantowej. Atom wieloelektronowy w zewnętrznym polu elektromagnetycznym. Reżimy Paschena i Zeemana dla atomu w polu magnetycznym. Efekt diamagnetyczny. Efekt Starka w polu elektrycznym.

2. Fizyka statystyczna (wykład, konwersatorium): Wykład ma na celu zaznajomić studentów z elementami termodynamiki, kinetycznej teorii gazów oraz mechaniki statystycznej. W ramach części dotyczącej termodynamiki omówione zostaną: zasady termodynamiki, silnik Carnota, sprawność, twierdzenie Carnota, bezwzględna skala temperatury, twierdzenie Clausiusa, entropia, potencjały termodynamiczne, układy ze zmienną liczbą cząstek, potencjał chemiczny, równanie Gibbsa-Duhema, równowaga termodynamiczna, reguła faz Gibbsa, równanie Clausiusa-Clapeyrona. Następnie pojawią się niektóre zastosowania termodynamiki. Przedyskutujemy: zjawiska powierzchniowe w procesie skraplania oraz zasady termodynamiki w obecności zewnętrznego pola elektrycznego i magnetycznego. Dalsza część wykładu poświęcona będzie kinetycznej teorii gazów. Wprowadzone zostanie pojęcie jednocząstkowej funkcji rozkładu oraz wyprowadzimy równanie kinetyczne Boltzmanna. Następnie udowodnimy twierdzenie H Boltzmanna, omówimy rozkład Maxwella-Boltzmanna, mikroskopową interpretację ciśnienia oraz równowagową funkcję rozkładu w obecności zewnętrznej siły. Na koniec tej części, w ramach dyskusji zjawisk nierównowagowych, wyprowadzone zostaną równania hydrodynamiczne cieczy nielepkiej. W ostatniej, trzeciej części wykładu omówiona zostanie mechanika statystyczna. Wprowadzimy pojęcie zespołów statystycznych: mikrokanonicznego, kanonicznego oraz wielkiego kanonicznego oraz pokażemy ich równoważność w granicy termodynamicznej. Następnie przedyskutujemy wybrane zagadnienia w ramach mechaniki statystycznej. Zagadnienia te to: doskonałe gazy Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina, teoria białych karłów (relatywistyczny gaz Fermiego), diamagnetyzm Landaua (prawo Curie), zjawisko de Haasa-van Alphen, paramagnetyzm Pauliego, gaz fotonów (wzór Plancka), gaz fononów (model Debye'a ciała stałego) oraz kondensacja Bosego-Einsteina.
3. Fizyka wysokich energii (wykład, konwersatorium): Wykład zaczynamy od wstępu historycznego. Następnie omawiane są prace J.J. Thomsona i odkrycie elektronu, rozpraszanie Rutherforda - odkrycie jądra atomowego. Prace Plancka oraz Einsteina, promieniowanie ciała doskonale czarnego, katastrofa w ultrafiolecie. Rozpraszanie Comptona. Siły Yukawy wiążące jądro atomowe - „mezony” π . Powstanie relatywistycznej mechaniki kwantowej, odkrycie pozytonu. Widmo rozpadu beta - konieczność wprowadzenia neutrina. Odkrycia kolejnych rodzin leptonowych. Odkrycie cząstek dziwnych. Ośmioraka ścieżka. Dziwność. Diagramy wagowe. Model kwarkowy. Odkrycie ciężkich zapachów kwarków. Zapachowe liczby kwantowe. Supermultiplety hadronowe. Odkrycie cząstek obdarzonych ciężkimi zapachowymi liczbami kwantowymi. Bozony pośredniczące. Model Standardowy - rodziny leptonowe i kwarkowe. Typy oddziaływań elementarnych. Skale czasowe oddziaływań. Elektrodynamika kwantowa - symetria cechowania U(1), diagramy Feynmana, stała sprzężenia, typy wierzchołków, poprawki wyższego rzędu. Chromodynamika kwantowa - symetria cechowania SU(3), typy wierzchołków, nieliniowość teorii, uwięzienie koloru, asymptotyczna swoboda. Porównanie QED z QCD. Własności próżni w obu teoriach. Zależność stałych sprzężenia od energii. Własności sektora oddziaływań słabych - mechanizm Higgosa, diagramy kwarkowe, mieszanie międzygeneracyjne kwarków (macierz Cabbibo-Kobayashi-Maskawy), nieobecność prądów FCNC (mechanizm Glashowa-Illiopoulou-Maiani). Ścisłe i przybliżone prawa zachowania w fizyce cząstek elementarnych. Zasady zachowania.

Symetrie cechowania a prawa zachowania ładunków związanych z określonymi grupami cechowania. Przybliżone prawo zachowania zapachu, reguła Okubo-Zweig-Lizuki. Stany związane. Sprężenie ładunkowe, parzystość ładunkowa, parzystość wewnętrzna, parzystość kombinowana CP. Odwrócenie czasu, symetria CPT. Spektroskopia pozytonium, stany związane. Fenomenologia oddziaływań silnych: dżety, biegnąca stała sprężenia. Rozpraszanie głęboko nieelastyczne, formfaktory protonu. Model partonowy - funkcje struktury i fragmentacji, relacje Callana-Grossa, skalowanie Björkena. Łamanie skalowania. Rola gluonów w modelu partonowym. Fenomenologia oddziaływań elektroślabych - rozpady bozonów pośredniczących, niskoenergetyczne własności sektora, stała Fermiego, symetria leptokwarkowa, mieszanie K^0 - K^0 , zjawisko regeneracji, oscylacje dziwności. Fizyka hadronów - liczby kwantowe i skład walencyjny, hadrony egzotyczne. Słaby i silny hiperładunek, izospin, reguła Gell-Manna-Kleina-Nishijimy. Procesy produkcji i formacji cząstek rezonansowych. Wzbudzenia spinowe i radialne, funkcje falowe hadronów. Rozpraszanie w mechanice klasycznej i kwantowej. Przekrój czynny. Elementy teorii reakcji. Macierz rozpraszania. Złota reguła Fermiego. Szerokość połówkowa. Przestrzeń fazowa. Procesy rozpadu $1 \rightarrow 2+3+\dots$. Procesy typu $1+2 \rightarrow 3+4$. Symetria skrzyżowania. Elementarne procesy QED i QCD w rachunku zaburzeń. Diagramy Feynmana.

4. Fizyka atomu i cząsteczki (wykład, konwersatorium): Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z teoretycznymi i doświadczalnymi faktami dotyczącymi fizyki atomu i cząsteczki. Szczególny nacisk położony jest na opis teoretyczny i powiązanie go ze znanymi wynikami doświadczalnymi. Na zajęciach poruszane są następujące tematy: atom jednoelektronowy bez uwzględnienia spinu – struktura prosta, oddziaływanie atomu jednoelektronowego z promieniowaniem, wybrane zagadnienia spektroskopii, atom jednoelektronowy ze spinem – struktura subtelna, atom dwuelektronowy, atomy wieloelektronowe, oddziaływanie za stałymi polami zewnętrznymi, struktura nadsubtelna, przesunięcia izotopowe, elementy teorii cząsteczek i wiązań chemicznych.
5. Astrofizyka i kosmologia (wykład, konwersatorium): Celem wykładu jest zapoznanie studentów z teoriami dotyczącymi budowy wnętrza gwiazdowych i ewolucji gwiazd, wybranymi zagadnieniami astrofizyki relatywistycznej oraz kosmologią. Na wykładzie omawia się: twierdzenie o wiriale, ciepło właściwe gwiazd, skale czasowe, warunek równowagi hydrostatycznej, reakcje jądrowe zachodzące w jądrach gwiazd, transport energii w gwiazdach, powstawanie gwiazd, późne etapy ewolucji gwiazd, podwójne układy półrozdzielone w tym akrecję dyskową, równanie stanu materii zdegenerowanej, zakaz Pauliego, parametry białych karłów i gwiazd neutronowych, pulsar, podwójny pulsar Hulse'a i Taylora, trzęsienia gwiazd neutronowych, czarne dziury (efekty wokół nich, promieniowanie Hawkinga), fale grawitacyjne, detektory fal grawitacyjnych. W ramach kosmologii zaprezentowany zostanie model Friedmana-Lemaitre'a w tym prawo Hubble'a, teoria Wielkiego Wybuchu, wpływ ciemnej materii i energii na ewolucję Wszechświata. Wykład jest uzupełniony zajęciami konwersatoryjnymi, na których studenci rozwiązują zadania związane z przedstawionymi na wykładzie problemami.
6. Przedmiot monograficzny (wykład lub wykład+konwersatorium): Zajęcia dotyczące zagadnień fizyki współczesnej. Przykładowe proponowane przedmioty: Klasyczne i kwantowe układy z więzami, Elementy teorii solitonów, Zdegenerowane gazy atomowe, Kondensat Bosego-Einsteina, Optyka kwantowa, Elementy teorii pola, Wstęp do teorii strun, Ogólna teoria względności, Procesy akrecyjne w astrofizyce.

Grupa zajęć _4 (Kształcenie ogólne)

Grupa obejmuje 135 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów i 60 godzin lektoratów. Przypisano mu 10 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1, 3-4.

1. Lektorat języka angielskiego (lektorat): Student uczestniczy w kształceniu językowym z języka angielskiego właściwym dla poziomu B2+ .
2. Specjalistyczny warsztat językowy (lektorat): Przedmiot realizowany w języku angielskim. Student poznaje słownictwo, sformułowania specyficzne dla fizyki doświadczalnej. Prezentuje po angielsku zagadnienia fizyki doświadczalnej.
3. Historia nauki (konwersatorium): Zajęcia przedstawiają zasadnicze kroki w historycznym rozwoju nauki 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. W powiązaniu z historią fizyki będzie omawiana historia matematyki i astronomii. Zajęcia będą wzbogacone o treści związane z historią początków chemii (alchemia, jatrochemia) oraz z historią chemii w osiemnastym, dziewiętnastym i dwudziestym wieku (teorie spalania, początki chemii organicznej, agrochemii i chemii farmaceutycznej, odkrycia pierwiastków, chemia elektrolitów i ogniw elektrolitycznych, chemia współczesna). Pojawią się także nawiązania do historii medycyny (historia chirurgii, historia bakteriologii). Studenci wybierają dwa tematy z listy propozycji przedstawionych przez wykładowcę do samodzielnego opracowania i referowania w trakcie konwersatoriów
4. Metodologia nauki (wykład, konwersatorium): Na wykładzie zostają przedstawione najważniejsze zagadnienia z zakresu metodologii nauk przyrodniczych oraz pokrewnych im problemów filozoficznych. Punktem wyjścia są prawa przyrody, ich znaczenie poznawcze i typologia z punktu widzenia filozoficznego. W dalszej kolejności wykład obejmuje przegląd narzędzi logicznych, które znajdują zastosowanie przy odkrywaniu oraz formułowaniu praw przyrody. Dyskutuje się różne rodzaje indukcji oraz metodę hipotetyczno-dedukcyjną, a także psychologię oraz socjologię odkrycia. Poruszane są także kwestie odnoszące się do poznawczych granic praw przyrody, takich jak metoda idealizacyjna czy faktualizacja. Wprowadzona zostaje nowa, metodologiczna klasyfikacja praw przyrody oraz nauk. Na konwersatorium studenci uczą się analizować wybrane prawa przyrody (głównie z zakresu fizyki, chemii, biologii, ale także genetyki, astronomii czy wreszcie statystyki) z metodologicznego punktu widzenia.
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.

Grupa zajęć _5 (Podsumowanie kształcenia)

Grupa obejmuje 120 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów, 15 godzin laboratoriów i 30 godzin seminariów. Przypisano mu 35 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 2-4.

1. Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej (konwersatorium): 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 fizyki współczesnej I i II (wykład): Seminarium wydziałowe. Zaproszeni naukowcy przedstawiają problemy i osiągnięcia współczesnej fizyki, referują wyniki swoich projektów, odpowiadają na zadane pytania.
3. Interdyscyplinarne aspekty fizyki (konwersatorium): Przedmiot realizowany w języku angielskim. Student, co najmniej dwukrotnie w semestrze, referuje wybrane przez siebie zagadnienie ze współczesnej fizyki. Wystąpienie opiera o angielskojęzyczne źródła literatury i/lub Internetu. Podejmuje merytoryczną dyskusję w języku angielskim. Ocena zajęć jest średnią oceną za prezentacje. Oceniane jest czas prezentacji, jakość przygotowania slajdów, zrozumiałość języka i umiejętność dyskusji na temat przedstawiony w prezentacji. Przykładowe tematy seminaryjne: nowoczesne zastosowania technik fizycznych, np. techniki impulsowe, rozpraszanie sprężyste i niesprężyste, wykorzystanie technik neutronowych. Metody radiograficzne. Techniczne aspekty fizyki: układy samoorganizujące się, materiały klasy smart, nanostruktury, np. typu wiskersów, materiały swichowe, np. multiferroiki. Medyczne aspekty zastosowań fizyki, np. diagnostyka USG 2D, tomografia komputerowa, tomografia rezonansu magnetycznego, terapia neutronowa. Radioizotopowe metody pomiarowe, dozymetria, hormeza radiacyjna. Przemysłowe aspekty fizyki, np. energetyka jądrowa, odnawialne źródła energii, alternatywne źródła energii. Zastosowanie metod fizycznych w kryminalistyce, zastosowanie metod fizycznych w datowaniu przedmiotów. Badania współczesnych materiałów (grafen, nanowarstwy, materiały inteligentne, ...).
4. Seminarium dyplomowe I i II (semiminarium): Przedmiot jest związany z pisaniem przez studentów pracy magisterskiej. Student referuje zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej. Przedmiot jest realizowany w ścisłej współpracy z opiekunem pracy.
5. Sztuka prezentacji osiągnięć (laboratorium): Celem zajęć jest nauka prezentacji przez studenta swoich wyników osiągniętych podczas pisania pracy dyplomowej, ewentualnie wyników profesjonalnych badań naukowych (wybór zależny od prowadzącego). Każdy student jest zobowiązany do wykonania prezentacji multimedialnej w programie typu Microsoft PowerPoint, LibreOffice Impress i zaprezentowania (20-30 min.) przed grupą laboratoryjną.

Grupa zajęć _6 (Nadobowiązkowy)

Grupa składa się z jednego przedmiotu, który student nie musi zrealizować. Jest 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. 2 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-4.

1. Przedmiot na innym kierunku (wykład i/lub konwersatorium): 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 1-3 **mogą** być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku angielskim (o ile zbierze się odpowiednia ilość zainteresowanych studentów – co najmniej jedna grupa): Introduction to Condensed Matter Physics, Physics Lab, Mathematical Methods in Physics, Computer Measurement Techniques, Quantum Mechanics, Statistical Physics, High Energy Physics, Atomic and Molecular Physics, Astrophysics and Cosmology, Monographic lecture, Selected issues of Contemporary Physics. „Przedmiot na innym kierunku” z modułu nadobowiązkowego **może** być realizowany w języku angielskim. Następujące przedmioty z modułów 4 i 5 **są** realizowane w języku angielskim: Specjalistyczny warsztat językowy, Interdyscyplinarne aspekty fizyki.

TREŚCI PROGRAMOWE GRUP ZAJĘĆ

Specjalność: Fizyka medyczna

Grupa zajęć _1 (Wybrane problemy fizyki)

Grupa obejmuje 420 godzin dydaktycznych, w tym 150 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów i 225 godzin laboratoriów. Przypisano mu 49 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-3.

1. Podstawy fizyki fazy skondensowanej (wykład, konwersatorium, laboratorium): Mikroskopowa struktura materii skondensowanej ze szczegółowym omówieniem metod badań strukturalnych wykorzystujących zjawiska falowe, w tym z wykorzystaniem promieniowania jonizującego. Pojęcie fazy termodynamicznej. Układy strukturalnie nieporządkowane. Rozpraszanie promieniowania elektromagnetycznego przez układy nieuporządkowane. Sieć Bravais, struktura krystalograficzna, klasyfikacja sieci Bravais. Pojęcie sieci odwrotnej, jej własności geometryczne i związki z siecią rzeczywistą. Dyfrakcja promieniowania elektromagnetycznego na sieci krystalicznej, atomowy i geometryczny czynnik struktury. Konstrukcja Ewalda, warunki Lauego i Bragga dyfrakcji. Techniki badań struktur krystalicznych. Dynamika jednowymiarowego łańcucha monoatomowego i dwuatomowego. Drgania sieci krystalicznych. Pojęcie gęstości stanów fononowych, warunki brzegowe Borny von Karmana. Model Debye'a i Einsteina sieci krystalicznej. Techniki badawcze drgań sieci i informacje wynikające z eksperymentu. Własności termiczne sieci krystalicznej. Elektrony w potencjale periodycznym, twierdzenie Blocha, kwazipęd, masa efektywna. Dynamika elektronu w paśmie, przewodnictwo elektryczne. Struktura pasmowa kryształów, metale i półprzewodniki. Wiązania w materii skondensowanej. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe oraz zajęcia laboratoryjne obejmujące serię eksperymentów z zakresu badań strukturalnych oraz zjawisk transportu ładunku elektrycznego w materii.
2. Podstawy fizyki jądrowej (wykład, laboratorium): Podstawowe pojęcia z dziedziny fizyki jądrowej. Przekrój czynny. Oddziaływanie cząstek naładowanych z materią. Oddziaływanie promieniowania gamma z materią. Neutrony (ogólne własności neutronów, oddziaływanie neutronów z materią, źródła neutronów. Biologiczne oddziaływanie promieniowania jonizującego. Zasady działania i zastosowanie wybranych detektorów promieniowania jonizującego. Elementy dozymetrii. Metody wytwarzania promieniowania jądrowego. Własności jąder atomowych i metody ich badania. Modele struktury jądra atomowego (model gazu Fermiego, model kropłowy, model powłokowy, modele kolektywne, model optyczny). Przemiany promieniotwórcze i prawa nimi rządzące, prawo rozpadu promieniotwórczego, podstawowe charakterystyki rozpadu. Reakcje jądrowe (podział reakcji, zasady zachowania, reakcje wprost i poprzez jądro złożone, reakcje rezonansowe). Reakcje rozszczepienia. Budowa i zasada działania reaktora jądrowego. Reakcje syntezy termojądrowej, kryterium Lawsona. Pochodzenie

pierwiastków. Przegląd cząstek elementarnych („stare” i nowe liczby kwantowe, ogólny podział cząstek elementarnych). Elementy Modelu Standardowego. Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne obejmujące serię doświadczeń z zakresu fizyki jądrowej.

3. Magnetyczne metody rezonansowe (wykład, laboratorium): Fizyczne podstawy wybranych zjawisk rezonansu magnetycznego, w tym magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR). Pojęcia podstawowe w magnetyzmie. Własności magnetyczne jądra atomowego (moment dipolowy, spin, moment magnetyczny jądra). Precesja Larmora. Równania Blocha. Procesy relaksacyjne oddziaływań spinowych. Podstawy zjawiska NMR (schemat układu pomiarowego, zasada działania). Detekcja oraz analiza widm NMR. Budowa i zasada działania tomografu rezonansowego. Detekcja sygnałów pochodzących z różnych tkanek. Zasada tworzenia obrazu NMR. Zastosowania w medycynie na różnych przykładach. Zjawisko EPR, budowa spektrometru, czynnik Landego, anizotropia, detekcja sygnałów oraz analiza widm rezonansowych. Zastosowania EPR w badaniach zjawisk fizycznych. Wykład uzupełniony jest o zajęcia w laboratorium komputerowym i doświadczalnym obejmujące ćwiczenia symulacyjne i zadania eksperymentalne.
4. Specjalistyczna pracownia fizyczna I (laboratorium): Seria zadań eksperymentalnych o średnim stopniu złożoności z zakresu technik dyfrakcyjnych, promieniowania jonizującego i metod transportowych. Zadania realizowane są w zespołach 2-3 osobowych ze zmianą koordynatora eksperymentu.
5. Specjalistyczna pracownia fizyczna II (laboratorium): Seria zadań eksperymentalnych o średnim stopniu złożoności z zakresu spektroskopii optycznej, metod promieniowania laserowego, rezonansu ferromagnetycznego i akustyki ze ścisłym odniesieniem do medycznych technik diagnostycznych i terapeutycznych. Zadania realizowane są w zespołach 2-3 osobowych ze zmianą koordynatora eksperymentu.
6. Fizyka wiązek jonizujących (wykład, laboratorium): Oddziaływania elektromagnetyczne i fizyka relatywistyczna. Wiązka promieniowania jonizującego. Źródła cząstek naładowanych. Źródła promieniowania. Akceleratory cykliczne. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Akceleratory liniowe. Promieniowanie synchrotronowe. Akceleratory liniowe. Liniowe akceleratory elektronów stosowane w medycynie. Sterowanie wiązką cząstek naładowanych. Wytwarzanie wiązek jonizującego promieniowania elektromagnetycznego. Kolimacja i modyfikacja wiązek promieniowania jonizującego. Oddziaływanie wiązek jonizujących z materią. Oddziaływanie wiązek jonizujących na ciało człowieka. Izotopowe oraz inne źródła wiązek promieniowania jonizującego. Wykład uzupełniony jest o zajęcia laboratoryjne/pokazowe obejmujące pomiary parametrów wiązek jonizujących, badanie zjawisk pochłaniania i rozpraszania wiązek przez materię.
7. Metody neutronowe (wykład, konwersatorium): Charakterystyka sił jądrowych, trwałości jąder, izotopów, metod wytwarzania sztucznych źródeł, analiza rozpadów promieniotwórczych. Własności neutronów, klasyfikacja neutronów ze względu na ich energię, mechanizmy oddziaływania neutronów z materią pochłaniającą, rozpraszającą i rozszczepialną, przekrój czynny na daną reakcję. Źródła neutronów, absorbenty neutronowe, spowalnianie neutronów. Detektory neutronów, charakterystyki neutronów ze źródeł impulsowych. Radionuklidy, neutronowa analiza aktywacyjna. Aparatura i metodologia stosowana w terapii neutronowej, stanowisko do terapii borowo-neutronowej (BNCT). Sposoby polaryzacji neutronów, metody z odwracaniem spinu. Reakcje jądrowe wykorzystywane w radioterapii, przykłady zastosowania niektórych izotopów promieniotwórczych. Rozkłady izotopów neutronów o energii 50 MeV, neutronowe czynniki kerma. Zasady dozymetrii wiązek neutronowo-fotonowych, stosunek czynników kerma. Dozymetria neutronowa. Terapia protonowo-neutronowa.

Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe dotyczące obliczania parametrów dawek promieniowania, czasów emisji wiązek i ich zasięgu.

Grupa zajęć _2 (Fizyka w praktyce medycznej)

Grupa obejmuje 150 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów i 90 godzin laboratoriów. Przypisano mu 14 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 3-4.

1. Dozymetria (wykład, laboratorium): Przedmiot realizowany jest w formie wykładu uzupełnionego o zajęcia laboratoryjne. Zajęcia prowadzone są przez personel jednostek służby zdrowia np. Białostockiego Centrum Onkologii w Pracowni Dozymetrii Zakładu Fizyki Medycznej. Na wykładach studenci zapoznają się z budową i zasadą działania współczesnego akceleratora liniowego, tomografu komputerowego oraz symulatora terapeutycznego. Poznają inne nowoczesne aparaty medyczne służące do radioterapii oraz podstawy oddziaływań koniecznych do zrozumienia i opisanie wykorzystywanych w radioterapii wiązek. Poznają zasady wykonywania pomiarów oraz sprzęt potrzebny do ich przeprowadzenia. W ramach zajęć laboratoryjnych wykonują pomiary zgodnie z procedurami wykonywanymi w szpitalach np. Białostockim Centrum Onkologii i wymogami prawnymi.
2. Planowanie leczenia w radioterapii (wykład, laboratorium): Przedmiot realizowany jest w formie wykładu uzupełnionego o zajęcia laboratoryjne. Zajęcia prowadzone są przez personel jednostek służby zdrowia np. Białostockiego Centrum Onkologii w Pracowni Planowania Leczenia Zakładu Fizyki Medycznej. Na wykładach studenci zapoznają się z fizycznymi i biologicznymi podstawami radioterapii, algorytmami rozkładu dawki w radioterapii i brachyterapii. Poznają techniki napromieniania klasyczne i zaawansowane oraz specyfikę planowania brachyterapii. Dowiedzą się również o sposobach weryfikacji systemów planowania leczenia. W ramach zajęć laboratoryjnych zostanie zrealizowane zapoznanie się z systemami do planowania leczenia w teleterapii. Wykonywanie planów leczenia metodami 3D, IMRT, VMAT dla różnych lokalizacji u pacjenta: głowa-szyja, klatka piersiowa, jama brzuszna, miednica i inne. Zapoznanie z terminologią pojęć występujących w radioterapii takich jak: bolus, klin, osłony indywidualne, MLC, izodozy, targety, narządy krytyczne itp. oraz omówiony będzie podział brachyterapii ze względu na moc dawki i technikę aplikacji. Poznanie podstawowych schematów planowania brachyterapii. Specyfika i wytyczne najczęściej wykonywanych zabiegów z wykorzystaniem techniki afterloadingu. Studenci zapoznają się z warunkami pracy ze źródłem o wysokiej aktywności, kontrolą jakości, dozymetrią, ochroną radiologiczną pacjentów i pracowników. Studenci współuczestniczą w wybranych procedurach, wykonują obliczenia z wykorzystaniem rzeczywistych danych z urządzeń medycznych.
3. Wybrane procedury medycyny nuklearnej (wykład): Zajęcia prowadzone są przez personel jednostek służby zdrowia np. Białostockiego Centrum Onkologii w Pracowni Zakładu Medycyny Nuklearnej. Podejmowane tematy to: Wprowadzenie do medycyny nuklearnej. Diagnostyka nuklearna. Typy badań scyntygraficznych (np. układu kostnego technika wholebody, nerek dynamiczna i statyczna, tarczycy jodowa i technetowa, cytrynianem galu, pochodnych somatostatyny, limfoscyntygrafia, cholescyntygrafia). Tomografia emisyjna pojedynczych fotonów. Radiofarmaceutyki stosowane w medycynie nuklearnej (np. ^{99m}Tc Tektrotyd i Hynic-Tate, mIBG znakowane jodem-131 lub jodem-123, cytrynian galu, chlorek talu). Ochrona radiologiczna w badaniach radioizotopowych i terapii radioizotopowej. Badania scyntygrafii narządowej. Terapia radioizotopowa (^{131}I , ^{89}Sr , ^{153}Sm , ^{223}Ra), pozytonowa tomografia emisyjna. Podczas zajęć studenci zapoznają się z aparaturą medyczną stosowaną w medycynie nuklearnej (np. gammakamera SPECT połączona z tomografem komputerowym).

4. Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej (wykład, laboratorium): Fizyczne podstawy ochrony radiologicznej. Regulacje prawne. Oddziaływanie poszczególnych rodzajów promieniowania na organizm człowieka. Ochrona radiologiczna pracowników. Osłony przed promieniowaniem jonizującym. Wypadki w radioterapii. Postępowanie w sytuacjach awaryjnych. Opis typów urządzeń medycznych używanych klinicznie. Wykonywanie podstawowych obliczeń dozymetrycznych. Rozwiązywanie zadań rachunkowych. Prezentacja sprzętu medycznego i dozymetrycznego. Sposoby ograniczania narażenia. Przedmiot realizowany jest w formie wykładu uzupełnionego o zajęcia laboratoryjne prowadzone w pracowniach jednostek służby zdrowia (np. Białostockiego Centrum Onkologii w Zakładzie Fizyki Medycznej). Studenci wykonują praktyczne obliczenia i testy związane z ochroną radiologiczną.

Grupa zajęć _3 (Metody matematyczne i komputerowe)

Grupa obejmuje 270 godzin dydaktycznych, w tym 105 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów i 135 godzin laboratoriów. Przypisano mu 19 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-2.

1. Rachunek transformat (wykład, konwersatorium, laboratorium): Krótki wstęp do analizy zespolonej: funkcje holomorficzne, punkty osobliwe. Twierdzenie o residuach. Transformata Laplace'a i transformata Z. Szeregi Fouriera, transformacja Fouriera, transformata kosinusowa. Zasada nieoznaczoności. Dyskretna transformata Fouriera (DFT), szybka transformata Fouriera (FFT). Przestrzeń Hilberta. Bazy. Operatory. Iloczyny skalarne. Delta Diraca. Transformata falkowa. Filtry dolnoprzepustowe i górnoprzepustowe i ich rola w analizie sygnałów. Transformata Hougha i transformata Radona. Zastosowania w tomografii i analizie obrazów. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia praktyczne o charakterze problemowym i odpowiednio skorelowane zajęcia w laboratorium komputerowym z wykorzystaniem środowiska obliczeń symbolicznych.
2. Wstęp do teorii procesów stochastycznych (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do statystycznej analizy funkcji losowych i szeregów czasowych reprezentujących zjawiska losowe powszechnie występujące w różnych dziedzinach wiedzy i działalności praktycznej człowieka. Podstawowe pojęcia teorii procesów stochastycznych (pojęcie procesu stochastycznego i jego probabilistyczny opis, uśrednianie w czasie i ergodyczne procesy stochastyczne, stacjonarne procesy stochastyczne, widmowa gęstość mocy stacjonarnego procesu stochastycznego, elementy teorii układów liniowych, normalne (gaussowskie) procesy stochastyczne). Statystyczna teoria wykrywania sygnałów w szumie (testowanie hipotez i podejście Neymana-Pearsona, wykrywanie znanego sygnału w addytywnym, gaussowskim i stacjonarnym szumie — filtr dopasowany, estymacja parametrów sygnału i ich błędów — macierz Fishera). Zajęcia laboratoryjne obejmują serię zadań praktycznych przy wykorzystaniu narzędzi komputerowych.
3. Analiza sygnałów i obrazowanie (wykład, laboratorium): Fizyczne podstawy analizy sygnałów i obrazowania. Podstawowe pojęcia z zakresu przetwarzania i analizy sygnałów. Źródła, klasyfikacja i parametry sygnałów. Akwizycja i przetwarzanie sygnałów. Dyskretna reprezentacja sygnałów analogowych. Tor przetwarzania analogowo-cyfrowego. Analiza sygnałów w dziedzinie czasu. Analiza korelacyjna. Analiza częstotliwościowa sygnałów dyskretnych i jej interpretacja. Widmowa gęstość mocy. Spektrogramy. Filtracja cyfrowa. Filtry rekursywne i nierekursywne. Filtracja adaptacyjna. Algorytmy filtracji cyfrowej. Podstawowe metody cyfrowej analizy sygnału. Rozpoznawanie sygnałów fonicznych. Obraz – definicja i struktura. Rodzaje obrazów. Zasady tworzenia obrazu cyfrowego. Dyskretyzacja obrazu. Metody pozyskiwania obrazów cyfrowych. Urządzenia do pozyskiwania obrazów. Sposoby pozyskiwania różnych zobrazowań medycznych (RTG, CT, NMR, PET, USG, termowizja, obrazowania radioizotopowe). Wyświetlanie i zapisywanie obrazów,

formaty plików. Obrazy barwne, modele barw. Klasyczne metody przetwarzania obrazu. Podział i ogólna charakterystyka algorytmów. Przekształcenia bezkontekstowe obrazu (punktowe, arytmetyczne i geometryczne). Kontekstowa filtracja obrazów. Filtry liniowe i nieliniowe. Dwuwymiarowa dyskretna transformata Fouriera. Filtracja przestrzenna. Przekształcenia morfologiczne. Rodzaje i schemat wykonywania operacji morfologicznej na obrazie cyfrowym. Ogólna charakterystyka typowych i złożonych przekształceń morfologicznych. Metody przetwarzania obrazów do zastosowań medycznych: łączenie obrazów CT i NMR, rekonstrukcja obiektów trójwymiarowych. Analiza obrazów cyfrowych. Metody segmentacji i indeksacji obrazu. Pomiary na obrazach cyfrowych w tym ocena rozmiarów i kształtów obiektów, analiza tekstury, tworzenie statystyk. Rozpoznawanie obiektów w obrazie. Analiza obrazów w medycynie. Rekonstrukcja obrazu. Zajęcia laboratoryjne obejmują serię zadań praktycznych do wykonania za pomocą narzędzi komputerowych.

4. Specjalistyczne metody komputerowe (laboratorium): Środowiska programistyczne przetwarzania sygnałów i obliczeń numerycznych. Przedmiot realizowany jest w formie zajęć laboratoryjnych w pracowni komputerowej. Studenci wykonują zadania z zakresu komputerowej analizy i przetwarzania sygnałów, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań z zakresu fizyki medycznej. Obrazy cyfrowe. ImageJ i API ImageJ. Histogram obrazu. Operacje punktowe. Filtry. Wykrywanie krawędzi. Filtry morfologiczne. Obrazy kolorowe. Przekształcenia geometryczne obrazu. Dyskretna transformacja Fouriera w 2D. Dithering.
5. Komputerowe techniki pomiarowe (wykład, laboratorium): Zasady działania stanowisk pomiarowych, czujniki, specjalistyczne czujniki medyczne, skomputeryzowane stanowiska diagnostyczno-lecznicze. Pojęcia podstawowe (pomiar, eksperyment, dane, przyrządy podstawowe, układ pomiarowy). Organizacja i klasyfikacja systemów pomiarowych. Budowa i zasada działania komputerowego systemu pomiarowego (schemat funkcjonalny, charakterystyka). Podstawowe sygnały pomiarowe (klasyfikacja, charakterystyka, parametry). Cyfrowe przetwarzanie w układzie pomiarowym. Zegar w układzie pomiarowym. Generator kwarcowy, sygnały taktujące. Pomiar czasu. Standardowe komputerowe interfejsy pomiarowe. Rodzaje transmisji danych. Specjalistyczne interfejsy pomiarowe. Interfejs IEEE-488 (schemat, charakterystyka, zastosowanie). Interfejsy bazujące na standardzie VXI. Komputerowe karty pomiarowe DAQ. Przetworniki optyczne, matryce CCD, CMOS. Czujniki pomiarowe wielkości fizycznych (położenia, obrotu, przesunięcia, siły, temperatury, pojemności, światła, ciśnienia, dźwięku, pola magnetycznego). Czujniki i detektory specjalistyczne w diagnostyce medycznej. Wprowadzenie do programowania graficznego LabView (struktura, konstrukcję, obiekty, formaty danych, reprezentacja danych). Przyrządy wirtualne realizowane w oparciu o LabView. Zasada budowy internetowego eksperymentu fizycznego „on-line” (konfiguracja, schemat, transmisja, wykonanie pomiaru). Technika pomiarowa w diagnostyce medycznej – ultrasonografia oraz ultrakardiografia (zasada, schemat, przetwarzanie i analiza danych). Technika pomiarowa w diagnostyce medycznej – techniki wykorzystujące obrazowanie rezonansowe (zasada, schemat, przetwarzanie i analiza danych). Zajęcia laboratoryjne obejmują serię doświadczeń w skomputeryzowanym środowisku pomiarowym.

Grupa zajęć _4 (Kształcenie ogólne)

Grupa obejmuje 135 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów i 60 godzin lektoratów. Przypisano mu 10 punktów ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1, 3-4.

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. Specjalistyczny warsztat językowy (lektorat): Przedmiot realizowany w języku angielskim. Student poznaje słownictwo i sformułowania specyficzne dla fizyki medycznej. Student prezentuje po angielsku zagadnienia dotyczące tego działu.
3. Historia nauki (konwersatorium): Zajęcia przedstawiają zasadnicze kroki w historycznym rozwoju nauki 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. W powiązaniu z historią fizyki będzie omawiana historia matematyki i astronomii. Zajęcia będą wzbogacone o treści związane z historią początków chemii (alchemia, jatrochemia) oraz z historią chemii w osiemnastym, dziewiętnastym i dwudziestym wieku (teorie spalania, początki chemii organicznej, agrochemii i chemii farmaceutycznej, odkrycia pierwiastków, chemia elektrolitów i ogniw elektrolitycznych, chemia współczesna). Pojawia się także nawiązania do historii medycyny (historia chirurgii, historia bakteriologii). Studenci wybierają dwa tematy z listy propozycji przedstawionych przez wykładowcę do samodzielnego opracowania i referowania w trakcie konwersatoriów
4. Metodologia nauki (wykład, konwersatorium): Na wykładzie zostają przedstawione najważniejsze zagadnienia z zakresu metodologii nauk przyrodniczych oraz pokrewnych im problemów filozoficznych. Punktem wyjścia są prawa przyrody, ich znaczenie poznawcze i typologia z punktu widzenia filozoficznego. W dalszej kolejności wykład obejmuje przegląd narzędzi logicznych, które znajdują zastosowanie przy odkrywaniu oraz formułowaniu praw przyrody. Dyskutuje się różne rodzaje indukcji oraz metodę hipotetyczno-dedukcyjną, a także psychologię oraz socjologię odkrycia. Poruszane są także kwestie odnoszące się do poznawczych granic praw przyrody, takich jak metoda idealizacyjna czy faktualizacja. Wprowadzona zostaje nowa, metodologiczna klasyfikacja praw przyrody oraz nauk. Na konwersatorium studenci uczą się analizować wybrane prawa przyrody (głównie z zakresu fizyki, chemii, biologii, ale także genetyki, astronomii czy wreszcie statystyki) z metodologicznego punktu widzenia.
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.

Grupa zajęć _5 (Podsumowanie kształcenia)

Grupa obejmuje 90 godzin dydaktycznych, w tym 45 godzin konwersatoriów, 15 godzin laboratoriów i 30 godzin seminariów. Przypisano mu 33 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 2-4.

1. Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej (konwersatorium): 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. Współczesna fizyka medyczna (konwersatorium): Przedmiot realizowany w języku angielskim. Student, co najmniej dwukrotnie w semestrze, referuje wybrane przez siebie zagadnienie ze współczesnej fizyki medycznej. Wystąpienie opiera o angielskojęzyczne

źródła literatury i/lub Internetu. Podejmuje merytoryczną dyskusję w języku angielskim. Ocena zajęć jest średnią oceną za prezentacje. Oceniane jest czas prezentacji, jakość przygotowania slajdów, zrozumiałość języka i umiejętność dyskusji na temat przedstawiony w prezentacji. Przykładowe tematy seminaryjne: Lasers in medicine. Diagnostic ultrasound imaging. Diagnostic X-rays and CT scans. Images from radioactivity (radionuclide scans, SPECT and PET). Magnetic resonance imaging. Radiation therapy and radiation safety in medicine. Diagnostic, therapeutic and research involving radionuclides used in medicine. Accelerator health physics. Environmental health physics. Internal dosimetry.

3. Seminarium dyplomowe I i II (seminarium): Przedmiot jest związany z pisaniem przez studentów pracy magisterskiej. Student referuje zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej. Przedmiot jest realizowany w ścisłej współpracy z opiekunem pracy.
4. Sztuka prezentacji osiągnięć (laboratorium): Celem zajęć jest nauka prezentacji przez studenta swoich wyników osiągniętych podczas pisania pracy dyplomowej, ewentualnie wyników profesjonalnych badań naukowych (wybór zależny od prowadzącego). Każdy student jest zobowiązany do wykonania prezentacji multimedialnej w programie typu Microsoft PowerPoint, LibreOffice Impress i zaprezentowania (20-30 min.) przed grupą laboratoryjną.

Grupa zajęć _6 (Nadobowiązkowy)

Grupa składa się z trzech 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 punkty 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. 2 punkty ECTS. Przedmioty należące do grupy zajęć realizowane są w semestrach 1-4.

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 **mogą** być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku angielskim (o ile zbierze się odpowiednia ilość zainteresowanych studentów – co najmniej jedna grupa): Podstawy fizyki fazy skondensowanej, Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej. „Przedmiot na innym kierunku” z modułu nadobowiązkowego **może** być realizowany w języku angielskim.

Następujące przedmioty z modułów 4 i 5 są realizowane w języku angielskim: Specjalistyczny warsztat językowy, Współczesna fizyka medyczna.

TREŚCI PROGRAMOWE GRUP ZAJĘĆ

Moduł specjalizacyjny I (przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela – część II)

Moduł do wyboru. Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela fizyki składa się z dwóch części. Część pierwsza realizowana jest w studiach I stopnia. Część druga jest realizowana na studiach II stopnia. Obie części są obowiązkowe. Opis przedmiotów realizowanych na studiach II stopnia:

1. Podstawy dydaktyki

Usytuowanie dydaktyki w zakresie pedagogiki, a także przedmiot i zadania współczesnej dydaktyki oraz relację dydaktyki ogólnej do dydaktyk szczegółowych; zagadnienie klasy szkolnej jako środowiska edukacyjnego: style kierowania klasą, problem ładu i dyscypliny, procesy społeczne w klasie, integrację klasy szkolnej, tworzenie środowiska sprzyjającego postępowi w nauce oraz sposób nauczania w klasie zróżnicowanej pod względem poznawczym, kulturowym, statusu społecznego lub materialnego; współczesne koncepcje nauczania i cele kształcenia – źródła, sposoby ich formułowania oraz ich rodzaje; zasady dydaktyki, metody nauczania, treści nauczania i organizację procesu kształcenia oraz pracy uczniów; zagadnienie lekcji jako jednostki dydaktycznej oraz jej budowę, modele lekcji i sztukę prowadzenia lekcji, a także style i techniki pracy z uczniami; interakcje w klasie; środki dydaktyczne;

2. Emisja głosu

Zagadnienia związane z emisją głosu – budowę, działanie i ochronę narządu mowy i zasady emisji głosu; posługiwanie się aparatem emisji głosu zgodnie z zasadami; skuteczne korygowanie błędów językowych i doskonalenie aparatu emisji głosu nauczyciela; problematykę pracy z uczniami z ograniczoną znajomością języka polskiego lub zaburzeniami komunikacji językowej; znaczenie języka jako narzędzia pracy nauczyciela: metody porozumiewania się w celach dydaktycznych – sztukę wykładania i zadawania pytań, sposoby zwiększania aktywności komunikacyjnej uczniów, praktyczne aspekty wystąpień publicznych – poprawność językową, etykę języka, etykietę korespondencji tradycyjnej i elektronicznej; poprawne posługiwanie się językiem polskim

3. Dydaktyka fizyki I, Dydaktyka fizyki II

Dydaktyka szczegółowa. Konwencjonalne i niekonwencjonalne metody nauczania. Proces uczenia się przez działanie, odkrywanie lub dociekanie naukowe dla fizyki, projektowanie działań edukacyjnych dostosowanych do różnych możliwości uczniów. Wspomaganie ucznia w projektowaniu ścieżki edukacyjnej. Ocenianie i jego rodzaje. Rodzaje i sposoby przeprowadzania sprawdzianów. Zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami fizyki realizowanymi podczas edukacji. 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, zagadnień elektrodynamiki, fal elektromagnetycznych i materii, izolatorów, dia-, para- i ferromagnetyków, zasad termodynamiki, podstaw fizyki statystycznej, mechaniki kwantowej, cząstek elementarnych.

4. Praktyki zawodowe

Praktyki zawodowe są realizowane w szkole podstawowej i ponadpodstawowej w wymiarze 120 godzin dydaktycznych (lekcyjnych). Dotyczą one przedmiotu fizyka.

Wymiar (w tygodniach oraz godzinach), zasady i formę odbywania praktyk zawodowych oraz liczbę punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach tych praktyk.

Praktyki zawodowe dotyczą jedynie studentów realizujących moduł specjalistyczny „Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela”. Odbywają się w szkołach podstawowych i ponadpodstawowych. Wymiar godzinowy praktyk zawodowych to 120 godzin dydaktycznych (tj. po 45 min.). Należy je zrealizować do sesji egzaminacyjnej 4 semestru (tzn. do zakończenia drugiego roku). Okres do wykonania praktyk to 2 lata.

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia.

Sposoby sprawdzania stopnia osiągnięcia przez studentów założonych w programie efektów uczenia się zależą między innymi od form zajęć oraz kategorii kształcenia, której dotyczą.

Efekty uczenia się w kategorii wiedzy i umiejętności sprawdzane są głównie za pomocą odpowiedzi ustnych, testów zarówno pisemnych jak i ustnych, rozwiązywania zadań i problemów rachunkowych, sprawozdań, raportów, tematycznych pokazów multimedialnych. W testach stosuje się pytania zamknięte oraz otwarte. Wśród zadań testowych zaleca się stosowanie zróżnicowanych zadań, które umożliwiają sprawdzenie wiedzy uwzględniające różne efekty uczenia się: zadania na klasyfikowanie, przyporządkowywanie, porządkowanie oraz zadania wielokrotnego wyboru – jedna odpowiedź prawdziwa, jedna odpowiedź fałszywa, najlepsza odpowiedź. Wśród zadań otwartych zaleca się sprawdzanie wiedzy za pomocą krótkiej wypowiedzi. Przydatnym narzędziem do gromadzenia informacji na ten temat są sprawozdania studenta.

Efekty uczenia się w kategorii kompetencji społecznych są sprawdzane za pomocą obserwacji na podstawie aktywności studenta na zajęciach oraz pracy w grupie. Szczegółowe sposoby weryfikacji efektów uczenia się w poszczególnych grupach zajęć określone są w sylabusach zatwierdzonych wraz z programem przez Senat Uniwersytetu w Białymstoku.

Wśród form zaliczenia zajęć proponuje się m.in.:

- ✓ Egzamin pisemny
- ✓ Kolokwium pisemne
- ✓ Odpowiedź ustna
- ✓ Sprawozdanie
- ✓ Wejściówka
- ✓ Prezentacja multimedialna
- ✓ Referat
- ✓ Projekt
- ✓ Opinia (dotyczy min. praktyk studenckich, pracy w grupie)

Szczegółowe zasady zaliczania przedmiotów i roku określają przepisy Rozdziału V Regulaminu studiów Uniwersytetu w Białymstoku. Przyjmuje się, że oceny wyliczane na podstawie średniej ustala się według zasady:

3,0 – 3,40 – dostateczny (3,0)

3,41 – 3,80 – dostateczny plus (3,5)

3,81 – 4,20 – dobry (4,0)

4,21 – 4,60 – dobry plus (4,5)

4,61 – 5,0 – bardzo dobry (5,0)

Dla wybranych form zaliczenia przedmiotu ustalone zostały przykładowe kryteria oceniania:

Odpowiedź ustna

Kryterium 1: udzielenie poprawnej odpowiedzi

Kryterium 2: stopień wyczerpania tematu

Kryterium 3: samodzielność i kreatywność w proponowaniu rozwiązań

Spełnienie kryterium 1: 3,0 lub 3,5

Spełnienie kryteriów 1+2: 4,0 lub 4,5

Spełnienie kryteriów 1+2+3: 5,0

Laboratoria

Warunki uzyskania zaliczenia zajęć laboratoryjnych:

1. Wykonanie wszystkich przewidzianych programem ćwiczeń laboratoryjnych zgodnie z harmonogramem.
2. Terminowe opracowanie sprawozdań oraz uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.
3. Zdanie wejściówek obejmujących wiedzę teoretyczną, przebieg wykonania części eksperymentalnej oraz opracowanie wyników.
4. W przypadku nieobecności (usprawiedliwionej) na zajęciach student odpracowuje zajęcia laboratoryjne w ustalonym terminie. Zajęcia można odpracować za zgodą prowadzącego ćwiczenia w innej grupie ćwiczeniowej – realizującej równoległy program. Dodatkowo ustala się jeden termin pod koniec semestru, w którym możliwe jest wykonanie zaległych ćwiczeń.

Ocenie punktowej podlegają:

1. Wykonanie części eksperymentalnej.
2. Opracowanie sprawozdania pozytywnie ocenionego przez prowadzącego zajęcia, brak sprawozdania powoduje niezaliczenie ćwiczeń.
3. Aktywność na zajęciach.

Ocena końcowa

Na pierwszych ćwiczeniach laboratoryjnych z danego przedmiotu prowadzący podaje studentom maksymalną do uzyskania ilość punktów. Na podstawie maksymalnej ilości punktów oraz ilości punktów uzyskanych przez studenta wystawiona zostaje ocena końcowa z ćwiczeń.

Prezentacja multimedialna

Ocena/kategoria	słaba	zadowalająca	wyróżniająca
<i>Uzasadnienie wyboru tematu prezentacji</i>	W uzasadnieniu wykorzystano podstawowe, pojedyncze argumenty potwierdzające wybór tematu. Brak argumentów potwierdzających wiedze merytoryczną.	W uzasadnieniu częściowo wykorzystano argumenty świadczące o atrakcyjności tematu, poparte wiedzą merytoryczną .	W uzasadnieniu w pełni wykorzystano argumenty świadczące o atrakcyjności tematu poparte wiedzą merytoryczną .
<i>Określenie celu prezentacji</i>	Cel zbyt ogólny, nie adekwatny do	Cel określony prawidłowo,	Cel rozbudowany, poparty

	prezentowanych treści	występują drobne uchybienia.	prezentowanymi treściami.
<i>Zawartość merytoryczna prezentacji (zgodność z tematem, odpowiedni dobór informacji, samodzielność opracowania).</i>	Duża pobieżność w opracowanym materiale. Błędy ortograficzne i stylistyczne.	Informacje poprawne merytorycznie, ale nie wyczerpujące tematu.	Zadanie wykonane w pełni, informacje poprawne merytorycznie, właściwy dobór materiału.
<i>Forma graficzna prezentacji (oryginalność, pomysłowość, estetyka).</i>	Prezentacja mało estetyczna, szablonowa, zły dobór czcionki, kolorów, uboga lub brak grafiki, niespójna kompozycja.	Prezentacja wykonana estetycznie i starannie. Dobry dobór czcionek, kolorystyki i grafiki. Spójna kompozycja, nie stosownie dobrane rozwiązania animacji. Drobne niedociągnięcia.	Prezentacja wykonana estetycznie i starannie, Oryginalna prezentacja treści. Dobra grafika. Przemysłana i spójna kompozycja. Stosownie dobrane rozwiązania animacji. Prezentacja uporządkowana i zrozumiała dla słuchaczy.
<i>Podsumowanie i wnioski</i>	Brak lub częściowe podsumowanie, niespójne wnioski.	Drobne uchybienia w podsumowaniu prezentacji, nie wszystkie wnioski prawidłowo sformułowane.	Wyraźne podsumowanie prezentacji, prawidłowo sformułowane wnioski.
<i>Bibliografia</i>	Wykorzystanie tylko literatury podstawowej, większość treści ze stron internetowych.	Dobór literatury prawidłowy, prezentacja oparta głównie na literaturze polskojęzycznej.	Dobór literatury prawidłowy, prezentacja oparta również na literaturze obcojęzycznej.

Referat

Referaty opracowuje 1-2 osoby (w zależności od liczby studentów w grupie). Zagadnienie i literaturę wskazuje prowadzący, formę wybiera student: prezentacja multimedialna lub tradycyjna – wygłoszenie referatu. Prowadzący otrzymuje kopię referatu. Prezentacja referatu powinna trwać nie dłużej niż 15-20 min.

Kryteria oceny referatu:

- ✓ poziom merytoryczny referatu,
- ✓ określenie czytelnego celu,
- ✓ umiejętność odpowiedzi na pytania,
- ✓ umiejętność rozplanowania referatu,
- ✓ kreatywność prezentacji,
- ✓ umiejętność przekazania wiedzy w sposób urozmaicony, interesujący i zrozumiały,

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się Odnośnie do modułu specjalistycznego 1 (Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela):

1. Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się wymaga zastosowania zróżnicowanych form sprawdzania, adekwatnych do kategorii wiedzy, umiejętności albo kompetencji społecznych, których te dotyczą.
2. Osiągnięte efekty uczenia się w kategorii wiedzy można weryfikować za pomocą egzaminów pisemnych w formie zadań otwartych lub zamkniętych lub egzaminów ustnych, a także w oparciu o analizę opracowanych konspektów i obserwację ich praktycznej realizacji.
3. Egzamin pisemny lub ustny jest ukierunkowany na sprawdzenie wiedzy na poziomie wyższym niż sama znajomość zagadnień i nie może ograniczać się do znajomości faktów. Egzamin pisemny lub ustny w szczególności służy sprawdzaniu poziomu zrozumienia zagadnienia, umiejętności analizy i syntezy informacji oraz rozwiązywania problemów.
4. Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się w kategorii umiejętności wymaga bezpośredniej obserwacji studenta albo uczestnika studiów podyplomowych w czasie wykonywania działań właściwych dla danego zadania zawodowego (dydaktycznego, wychowawczego i opiekuńczego) wynikającego z roli nauczyciela.

Warunki ukończenia studiów oraz uzyskiwany tytuł zawodowy.

Warunkiem ukończenia studiów jest:

1. Uzyskanie co najmniej 121 punktów ECTS na specjalności fizyka doświadczalna lub 123 punktów ECTS na specjalności fizyka teoretyczna lub 125 punktów ECTS na specjalności fizyka medyczna, oraz b) zdanie egzaminu dyplomowego (magisterskiego),
2. Zasady dopuszczania do egzaminu dyplomowego: zdanie egzaminów i uzyskanie zaliczenia grup zajęć przewidzianych programów studiów, napisanie pracy dyplomowej,
3. Zakres i sposób przeprowadzenia egzaminu dyplomowego określony odrębną uchwałą Rady Wydziału Prawa UwB w sprawie zasad przeprowadzania egzaminu dyplomowego.
4. Absolwent kierunku Fizyka uzyskuje tytuł zawodowy magistra po spełnieniu wymogów określonych w pkt. 1-3.

Harmonogram realizacji programu studiów.

Forma studiów: Stacjonarne

Specjalność: Fizyka doświadczalna

L.P.	NAZWA GRUPY ZAJĘĆ/ NAZWA ZAJĘĆ	KOD ZAJĘĆ USOS	punkty ECTS	Egzamin po semestrze	Zaliczenie po semestrze	Liczba godzin zajęć								I rok				II rok				Punkty ECTS uzyskiwane w ramach zajęć:					
						RAZEM	WYKŁADY	ĆWICZENIA	KONWERSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	1 sem.		2 sem.		3 sem.		4 sem.		do wyboru	z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów	z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych*	związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla studiów o profilu ogólnoakademickim	kształtujących umiejętności praktyczne, dla studiów o profilu praktycznym	
														WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	27	28	29	30	31	
Grupa Zajęć 1 (Fizyka doświadczalna)																											
1	Podstawy fizyki fazy skondensowanej / <i>Introduction to Condensed Matter Physics</i> *		10	1	1	105	45		30	30				45	60									6		10	
2	Podstawy fizyki magnetyzmu / <i>Principles of Magnetism</i> *		3	1	1	45	15		30					15	30							3		2,5		3	
3	Metody eksperymentalne fizyki magnetyzmu / <i>Experimental Methods in Physics of Magnetism</i> *		3		2	30	15			15						15	15					3		2		3	
4	Eksperymentalne metody magnetoptyczne / <i>Magneto-Optical Experimental Methods</i> *		6	2	2	60	30			30						30	30					6		4		6	
5	Druga pracownia fizyczna I / <i>2nd Physics Lab I</i> *		7		2	45				45							45							3		7	
5	Druga pracownia fizyczna II / <i>2nd Physics Lab II</i> *		7		3	45				45									45					3		7	
6	Podstawy fizyki jądrowej i cząstek elementarnych / <i>Introduction to Nuclear and Elementary Particle Physics</i> *		7	3	3	60	30			30								30	30			7		4		7	
7	Indywidualny projekt doświadczalny / <i>Individual Experimental Project</i> *		5		3	30				30									30			5		2		5	
8	Przedmiot monograficzny / <i>Monographic lecture</i> * #		3	4	4	30	30													30		3		2,5		3	
RAZEM			51			450	165		60	225				60	90	45	90	30	105	30		27	29		51		
Grupa Zajęć 2 (Metody matematyczne i komputerowe)																											
1	Metody matematyczne fizyki / <i>Mathematical Methods in Physics</i> *		7	1	1	90	30		30	30				30	60									5,5		7	
2	Komputerowe techniki pomiarowe / <i>Computer Measurement Techniques</i> *		4		2	60	30			30						30	30							3		4	
RAZEM			11			150	60		30	60				30	60	30	30							8,5		11	

Specjalność: Fizyka doświadczalna

L.P.	NAZWA GRUPY ZAJĘĆ/ NAZWA ZAJĘĆ	KOD ZAJĘĆ USOS	punkty ECTS	Egzamin po semestrze	Zaliczenie po semestrze	Liczba godzin zajęć								I rok		II rok		Punkty ECTS uzyskiwane w ramach zajęć:																			
						RAZEM	WYKLADY	ĆWICZENIA	KONWERSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	1 sem.		2 sem.		do wyboru	z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów	z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych*	związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla studiów o profilu ogóln akademickim	kształtujących umiejętności praktyczne, dla studiów o profilu praktycznym															
														WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT						3 sem.	4 sem.													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	27	28	29	30	31											
Moduł specjalizacyjny I (Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela - część II)																																					
Grupa Zajęć 7a (Podstawy dydaktyki oraz emisja głosu)																																					
1	Podstawy dydaktyki		2	2		30	15	15								15	15						2														
2	Emisja głosu		1		3	30		30											30				1														
Grupa Zajęć 7b (Dydaktyka przedmiotu nauczania oraz praktyki zawodowe)																																					
1	Dydaktyka fizyki I		4		1	75	30			45				30	45								4														
2	Dydaktyka fizyki II		4		2	75	30			45						30	45						4														
3	Praktyki zawodowe		7		4	120							120									7															
RAZEM			18			330	75	45		90			120	30	45	45	60		30		120	18															
OGÓLEM bez modułu specjalizacyjnego I			121			990	345		255	300	60	30		120	210	105	180	45	180	75	75	63	66	6	111												
OGÓLEM z modulem specjalizacyjnym I			139			1320	420	45	255	390	60	30	120	150	255	150	240	45	210	75	195	81	66	6	111												

liczba egz./zal.	5	5	2	6	1	7	1	7
liczba egz./zal.	5	6	3	7	1	8	1	8

(liczona bez modułu specjalizacyjnego 1)

(liczona z modulem specjalizacyjnym 1)

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim.

** Przedmiot realizowany w języku angielskim.

Przedmiot monograficzny: ostateczna ilość punktów ECTS (min. 3), ilość i rodzaj zajęć (wykład lub wykład+konwersatoria/laboratoria), rodzaj zaliczenia przedmiotu są uwarunkowane jego ofertą.

a Ilość punktów ECTS, rodzaj i termin zajęć, rodzaj zaliczenia są uwarunkowane ofertą przedmiotu i zapotrzebowaniem studentów.

Liczbę punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych, nie mniejszą niż 5 punktów ECTS – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.

Specjalność: Fizyka doświadczalna

L.P.	NAZWA GRUPY ZAJĘĆ/ NAZWA ZAJĘĆ	KOD ZAJĘĆ USOS	punkty ECTS	Egzamin po semestrze	Zaliczenie po semestrze	Liczba godzin zajęć								I rok		II rok		Punkty ECTS uzyskiwane w ramach zajęć:									
						RAZEM	WYKLADY	ĆWICZENIA	KONWERSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	1 sem.		2 sem.							3 sem.	4 sem.			
														WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	27	28	29	30	31	
Procentowy udział liczby punktów ECTS każdej z dyscyplin, do których jest przyporządkowany kierunek studiów, w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, ze wskazaniem dyscypliny wiodącej.																							nauki fizyczne (dyscyplina wiodąca): 91 % matematyka: 2 % językoznawstwo: 3 % historia: 2 % nauki prawne: 1 % filozofia: 1 %				
Procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć do wyboru w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.																							52,1				
Procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze nie mniejszym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.																							54,5				
Dla studiów o profilu ogólnoakademickim – procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.																							91,7				
Dla studiów o profilu praktycznym – procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć kształtujących umiejętności praktyczne w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.																											

Harmonogram realizacji programu studiów.

Forma studiów: Stacjonarne

Specjalność: Fizyka medyczna

L.P.	NAZWA GRUPY ZAJĘĆ/ NAZWA ZAJĘĆ	KOD ZAJĘĆ USOS	punkty ECTS	Egzamin po semestrze	Zaliczenie po semestrze	Liczba godzin zajęć								I rok		II rok		Punkty ECTS uzyskiwane w ramach zajęć:												
						RAZEM	WYKLADY	ĆWICZENIA	KONWERSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	1 sem.		2 sem.		3 sem.		4 sem.		do wyboru	z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów	z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych*	związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla studiów o profilu ogólnoakademickim	kształtujących umiejętności praktyczne, dla studiów o profilu praktycznym				
														WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	27	28	29	30	31				
Grupa Zajęć 1 (Wybrane problemy fizyki)																														
1	Podstawy fizyki fazy skondensowanej / <i>Introduction to Condensed Matter Physics</i> *		10	1	1	105	45		30	30				45	60									6			10			
2	Podstawy fizyki jądrowej		9	1	1	75	30			45				30	45								9	5			9			
3	Magnetyczne metody rezonansowe		7	2	2	60	30			30						30	30						7	4			7			
5	Fizyka wiązek jonizujących		7	2	2	60	30			30						30	30						7	4			7			
4	Specjalistyczna pracownia fizyczna I		7		2	45				45							45						7	2,5			7			
6	Metody neutronowe		2	3	3	30	15		15									15	15				2	1,5			2			
7	Specjalistyczna pracownia fizyczna II		7		3	45				45									45				7	2,5			7			
RAZEM			49			420	150		45	225				75	105	60	105	15	60			39	25,5			49				
Grupa Zajęć 2 (Fizyka w praktyce medycznej)																														
1	Dozymetria / Dosymetric		4	3	3	45	15			30								15	30				4	3			4			
2	Planowanie leczenia w radioterapii / RT treatment planing		4	3	3	45	15			30								15	30				4	3			4			
3	Wybrane procedury medycyny nuklearnej / Elements of nuclear medicine		1		4	15	15													15			1	1			1			
4	Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej/ Radiation Protection in Medicine		5	4	4	45	15			30										15	30		5	4			5			
RAZEM			14			150	60			90								30	60	30	30	14	11			14				
Grupa Zajęć 3 (Metody matematyczne i komputerowe)																														
1	Rachunek transformat		5	1	1	75	30		30	15				30	45								5	4			5			
2	Wstęp do teorii procesów stochastycznych		2	1	1	30	15			15				15	15								2	1,5			2			
3	Analiza sygnałów i obrazowanie		4	2	2	60	30			30						30	30						4	3			4			
4	Specjalistyczne metody komputerowe		4		2	45				45							45						4	2,5			4			
5	Komputerowe techniki pomiarowe		4		2	60	30			30						30	30							3			4			
RAZEM			19			270	105		30	135				45	60	60	105					15	14			19				
Grupa Zajęć 4 (Kształcenie ogólne)																														
1	Lektorat języka angielskiego		2	1	1	30							30											2						

Specjalność: Fizyka medyczna

L.P.	NAZWA GRUPY ZAJĘĆ/ NAZWA ZAJĘĆ	KOD ZAJĘĆ USOS	punkty ECTS	Egzamin po semestrze	Zaliczenie po semestrze	Liczba godzin zajęć								I rok		II rok		Punkty ECTS uzyskiwane w ramach zajęć:												
						RAZEM	WYKLADY	ĆWICZENIA	KONWERSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.	z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów	z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych*	związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla studiów o profilu ogólnoakademickim	kształtujących umiejętności praktyczne, dla studiów o profilu praktycznym									
														WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT					WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	27	28	29	30	31				
Moduł specjalizacyjny 1 (Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela - część II)																														
Grupa Zajęć 7a (Podstawy dydaktyki oraz emisja głosu)																														
1	Podstawy dydaktyki		2	2		30	15	15								15	15						2							
2	Emisja głosu		1		3	30		30													30		1							
Grupa Zajęć 7b (Dydaktyka przedmiotu nauczania oraz praktyki zawodowe)																														
1	Dydaktyka fizyki I		4		1	75	30			45				30	45								4							
2	Dydaktyka fizyki II		4		2	75	30			45						30	45						4							
3	Praktyki zawodowe		7		4	120							120									120	7							
RAZEM			18			330	75	45		90			120	30	45	45	60		30		120	18								
OGÓLEM bez modułu specjalizacyjnego 1			125			1065	345		165	465	60	30		120	195	120	225	45	195	60	105	98	68,5	6	115					
OGÓLEM z modulem specjalizacyjnym 1			143			1395	420	45	165	555	60	30	120	150	240	165	285	45	225	60	225	116	68,5	6	115					

liczba egz./zal.	5	5	3	7	3	7	1	7
liczba egz./zal.	5	6	4	8	3	8	1	8

(liczona bez modułu specjalizacyjnego 1)

(liczona z modulem specjalizacyjnym 1)

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim.

** Ilość punktów ECTS, rodzaj i termin zajęć, rodzaj zaliczenia są uwarunkowane ofertą przedmiotu.

Przedmiot monograficzny: ostateczna ilość punktów ECTS (min. 3), ilość i rodzaj zajęć (wykład lub wykład+konwersatoria/laboratoria), rodzaj zaliczenia przedmiotu są uwarunkowane jego ofertą.

a Ilość punktów ECTS, rodzaj i termin zajęć, rodzaj zaliczenia są uwarunkowane ofertą przedmiotu i zapotrzebowaniem studentów.

Liczbę punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych, nie mniejszą niż 5 punktów ECTS – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.

Specjalność: Fizyka medyczna

L.P.	NAZWA GRUPY ZAJĘĆ/ NAZWA ZAJĘĆ	KOD ZAJĘĆ USOS	punkty ECTS	Egzamin po semestrze	Zaliczenie po semestrze	Liczba godzin zajęć								I rok		II rok		Punkty ECTS uzyskiwane w ramach zajęć:								
						RAZEM	WYKLADY	ĆWICZENIA	KONWERSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.	do wyboru	z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów	z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych*	związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla studiów o profilu ogólnoakademickim	kształtujących umiejętności praktyczne, dla studiów o profilu praktycznym				
														WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT						WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKLADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	27	28	29	30	31
<p>Procentowy udział liczby punktów ECTS każdej z dyscyplin, do których jest przyporządkowany kierunek studiów, w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, ze wskazaniem dyscypliny wiodącej.</p>																						<p>nauki fizyczne (dyscyplina wiodąca): 87% matematyka: 4% nauki medyczne: 3% językoznawstwo: 3% historia: 1% nauki prawne: 1% filozofia: 1%</p>				
<p>Procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć do wyboru w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.</p>																						78,4				
<p>Procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze nie mniejszym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.</p>																						54,8				
<p>Dla studiów o profilu ogólnoakademickim – procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.</p>																						92,0				
<p>Dla studiów o profilu praktycznym – procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć kształtujących umiejętności praktyczne w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.</p>																										

Harmonogram realizacji programu studiów.

Forma studiów: Stacjonarne

Specjalność: Fizyka teoretyczna

L.P.	NAZWA GRUPY ZAJĘĆ/ NAZWA ZAJĘĆ	KOD ZAJĘĆ USOS	punkty ECTS	Egzamin po semestrze	Zaliczenie po semestrze	Liczba godzin zajęć														I rok				II rok				Punkty ECTS uzyskiwane w ramach zajęć:				
						RAZEM	WYKŁADY	ĆWICZENIA	KONWERSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	1 sem.		2 sem.		3 sem.		4 sem.		do wyboru	z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów	z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych*	związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla studiów o profilu ogólnokadembickim	kształtujących umiejętności praktyczne, dla studiów o profilu praktycznym						
														WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SiP/ZT											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	27	28	29	30	31						
Grupa Zajęć 1 (Fizyka doświadczalna)																																
1	Podstawy fizyki fazy skondensowanej / <i>Introduction to Condensed Matter Physics</i> *		10	1	1	105	45		30	30				45	60												6		10			
2	Druga pracownia fizyczna I / <i>2nd Physics Lab I</i> *		7		2	45				45							45										3		7			
3	Druga pracownia fizyczna II / <i>2nd Physics Lab II</i> *		7		3	45				45									45								3		7			
RAZEM			24			195	45		30	120				45	60		45		45							12		24				
Grupa Zajęć 2 (Metody matematyczne i komputerowe)																																
1	Metody matematyczne fizyki / <i>Mathematical Methods in Physics</i> *		7	1	1	90	30		30	30				30	60												5,5		7			
2	Komputerowe techniki pomiarowe / <i>Computer Measurement Techniques</i> *		4		2	60	30			30						30	30										3		4			
RAZEM			11			150	60		30	60				30	60	30	30										8,5		11			
Grupa Zajęć 3 (Fizyka teoretyczna)																																
1	Mechanika kwantowa / <i>Quantum Mechanics</i> *		9	1	1	90	45		45					45	45										9	5		9				
2	Fizyka statystyczna / <i>Statistical Physics</i> *		8	2	2	75	30		45							30	45									4,5		8				
3	Fizyka wysokich energii / <i>High Energy Physics</i> *		9		2	90	45		45							45	45								9	5		9				
4	Astrofizyka i kosmologia / <i>Astrophysics and Cosmology</i> *		6	2	2	60	30		30							30	30							6	4		6					
5	Fizyka atomu i cząsteczki / <i>Anatomic and Molecular Physics</i> *		8	3	3	75	30		45									30	45					8	4,5		8					
6	Przedmiot monograficzny / <i>Monographic lecture</i>		3	4	4	30	30													30			3	2,5		3						
RAZEM			43			420	210		210					45	45	105	120	30	45	30		35	25,5		43							
Grupa Zajęć 4 (Kształcenie ogólne)																																
1	Lektorat języka angielskiego		2	1	1	30					30				30											2						
2	Specjalistyczny warsztat językowy **		2		2	30					30								30							2						
3	Historia nauki		3		3	30			30										30						2	3						

Specjalność: Fizyka teoretyczna

L.P.	NAZWA GRUPY ZAJĘĆ/ NAZWA ZAJĘĆ	KOD ZAJĘĆ USOS	punkty ECTS	Egzamin po semestrze	Zaliczenie po semestrze	Liczba godzin zajęć														I rok				II rok				Punkty ECTS uzyskiwane w ramach zajęć:				
						RAZEM	WYKŁADY	ĆWICZENIA	KONWERSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	1 sem.		2 sem.		3 sem.		4 sem.		do wyboru	z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów	z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych*	związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla studiów o profilu ogólnoakademickim	kształtujących umiejętności praktyczne, dla studiów o profilu praktycznym						
														WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	27	28	29	30	31						
4	Metodologia nauki		2		4	30	15		15											15	15		2	2								
5	Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej		1		4	15	15													15			1	1								
RAZEM			10			135	30		45		60			30					60	30	15		9	6								
Grupa Zajęć 5 (Podsumowanie kształcenia)																																
1	Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej / Selected issues of Contemporary Physics *		1		2	15			15								15						1			1						
2	Seminarium fizyki współczesnej I		1		3	15	15												15				1			1						
3	Seminarium fizyki współczesnej II		1		4	15	15														15		1			1						
4	Interdyscyplinarne aspekty fizyki **		4		4	30			30												30	4	2,5			4						
5	Seminarium dyplomowe I		13		3	15						15								15		13	2			13						
6	Seminarium dyplomowe II		13		4	15						15									15	13	2			13						
7	Sztuka prezentacji osiągnięć		2		4	15				15											15		1			2						
RAZEM			35			120	30		45	15		30					15	15	15	15	60	30	10,5			35						
Grupa Zajęć 6 (Zajęcia nadobowiązkowe)																																
1	Przedmiot na innym kierunku *		a																				a									
RAZEM																																
Moduł specjalizacyjny 1 (Przygotowanie do wykonywania zawodu nauczyciela - część II)																																
Grupa Zajęć 7a (Podstawy dydaktyki oraz emisja głosu)																																
1	Podstawy dydaktyki		2	2		30	15	15								15	15									2						
2	Emisja głosu		1		3	30		30													30		1									
Grupa Zajęć 7b (Dydaktyka przedmiotu nauczania oraz praktyki zawodowe)																																
1	Dydaktyka fizyki I		4		1	75	30			45				30	45											4						
2	Dydaktyka fizyki II		4		2	75	30			45					30	45										4						
3	Praktyki zawodowe		7		4	120							120												120	7						
RAZEM			18			330	75	45		90			120	30	45	45	60			30		120	18									
OGÓLEM bez modułu specjalizacyjnego 1			123			1020	375		360	195	60	30		120	195	135	210	45	165	75	75	65	65,5	6		113						
OGÓLEM z modulem specjalizacyjnym 1			141			1350	450	45	360	285	60	30	120	150	240	180	270	45	195	75	195	83	65,5	6		113						

Specjalność: Fizyka teoretyczna

L.P.	NAZWA GRUPY ZAJĘĆ/ NAZWA ZAJĘĆ	KOD ZAJĘĆ USOS	punkty ECTS	Egzamin po semestrze	Zaliczenie po semestrze	Liczba godzin zajęć								I rok		II rok		Punkty ECTS uzyskiwane w ramach zajęć:								
						RAZEM	WYKŁADY	ĆWICZENIA	KONWERSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.	do wyboru	z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów	z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych*	związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla studiów o profilu ogólnoakademickim	kształtujących umiejętności praktyczne, dla studiów o profilu praktycznym				
														WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT						WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT	WYKŁADY	Ć/K/L/LEK/SIP/ZT
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	27	28	29	30	31

liczba egz./zal.	4	4	2	7	1	5	1	7
liczba egz./zal.	4	5	3	8	1	6	1	8

(liczona bez modułu specjalizacyjnego 1)

(liczona z modułem specjalizacyjnym 1)

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim.

** Przedmiot realizowany w języku angielskim.

Przedmiot monograficzny: ostateczna ilość punktów ECTS (min. 3), ilość i rodzaj zajęć (wykład lub wykład+konwersatoria/laboratoria), rodzaj zaliczenia przedmiotu są uwarunkowane jego ofertą.

a Ilość punktów ECTS, rodzaj i termin zajęć, rodzaj zaliczenia są uwarunkowane ofertą przedmiotu i zapotrzebowaniem studentów.

Liczbę punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych, nie mniejszą niż 5 punktów ECTS – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.

Procentowy udział liczby punktów ECTS każdej z dyscyplin, do których jest przyporządkowany kierunek studiów, w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, ze wskazaniem dyscypliny wiodącej.	<p>nauki fizyczne (dyscyplina wiodąca): 91 %</p> <p>matematyka: 2%</p> <p>astronomia: 1%</p> <p>językoznawstwo: 3%</p> <p>historia: 1%</p> <p>nauki prawne: 1%</p> <p>filozofia: 1%</p>
--	--

Procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć do wyboru w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.	52,8
Procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze nie mniejszym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.	53,3
Dla studiów o profilu ogólnoakademickim – procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.	91,9
Dla studiów o profilu praktycznym – procentowy udział liczby punktów ECTS w ramach zajęć kształtujących umiejętności praktyczne w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów, w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów.	