



Uchwała nr 2365
Senatu Uniwersytetu w Białymstoku
z dnia 27 marca 2019 r.

*w sprawie ustalenia programów studiów
dla kierunku fizyka,
obowiązujących od roku akademickiego 2019/2020*

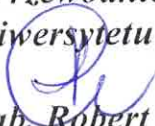
Na podstawie art. 28 ust. 1 pkt 11 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.) w związku z art. 268 ust. 2 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. *Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669 z późn. zm.) Senat Uniwersytetu w Białymstoku uchwała, co następuje:

§ 1

1. Senat Uniwersytetu w Białymstoku ustala, obowiązujące od roku akademickiego 2019/2020, programy studiów dla kierunku *fizyka* na poziomie studiów pierwszego i drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim.
2. Programy studiów stanowią odpowiednio Załącznik nr 1 i nr 2 do niniejszej Uchwały.

§ 2

Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący
Senatu Uniwersytetu w Białymstoku

Prof. dr hab. Robert W. Ciborowski

K_W15	nauki fizyczne	
K_W16	nauki fizyczne	
K_W17	nauki fizyczne	
K_W18	astronomia	
K_W19	nauki fizyczne	
K_W21	nauki fizyczne	
K_W22	nauki fizyczne	
K_W23	informatyka	
K_W24	informatyka	
K_W25	informatyka	
K_W26	nauki fizyczne: 30% informatyka: 70%	
K_W27	nauki fizyczne: 50% automatyka, elektronika i elektrotechnika: 50%	
K_W28	nauki fizyczne: 80% automatyka, elektronika i elektrotechnika: 20%	
K_W29	nauki o bezpieczeństwie	
K_W33	nauki fizyczne	
K_W34	nauki fizyczne	
K_W35	nauki fizyczne	
K_W36	nauki fizyczne: 80% informatyka: 20%	
K_W37	nauki fizyczne	
K_W40	nauki fizyczne	
K_W41	nauki fizyczne	
K_W42	nauki fizyczne	
K_W43	nauki fizyczne	
K_W44	nauki fizyczne	
K_W45	nauki chemiczne	
K_W46	nauki chemiczne	
K_W47	nauki biologiczne	
K_W48	nauki biologiczne	
K_W49	nauki biologiczne	
K_W50	nauki biologiczne	
K_W51	nauki biologiczne	

				historia: 50% filozofia: 50% językoznanstwo nauki o kulturze fizycznej nauki o kulturze fizycznej
P6S_WK	fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji podstawowe ekonomiczne, prawnicze, etyczne i inne uwarunkowania różnych rodzajów działalności zawodowej związanej z kierunkiem studiów, w tym podstawowe pojęcia i zasady zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości.	K_W54		nauki fizyczne
		K_W55		nauki prawne
		K_W56		nauki prawne
		K_W57		nauki o zarządzaniu i jakości
		K_W38		nauki o zarządzaniu i jakości
		K_W30		
		K_W39		
		K_W31		
		K_W52		
		K_W53		
P6S_UW	UMIEJĘTNOŚCI, absolwent potrafi: wykorzystywać posiadaną wiedzę - formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz wykonywać zadania w warunkach nie w pełni przewidywalnych przez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy i syntezy tych informacji, - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych	Patrz tabela 2		
		K_U03		matematyka
		K_U04		matematyka
		K_U05		matematyka: 50% informatyka: 50%
		K_U06		nauki fizyczne
		K_U08		nauki fizyczne
		K_U10		nauki fizyczne
		K_U12		nauki fizyczne
		K_U14		nauki fizyczne
		K_U15		nauki fizyczne
		K_U16		astronomia
		K_U17		nauki fizyczne
		K_U21		nauki fizyczne
		K_U27		nauki fizyczne: 20% automatyka, elektronika i elektrotechnika: 80%
		K_U18		nauki fizyczne
		K_U19		nauki fizyczne
		K_U20		nauki fizyczne
		K_U22		informatyka
		K_U23		informatyka
		K_U24		informatyka
K_U25		informatyka		
K_U30		nauki fizyczne		
K_U32		nauki fizyczne		
K_U33		nauki fizyczne: 90%		

				nauki o bezpieczeństwie: 10% nauki fizyczne nauki fizyczne: 90% nauki o bezpieczeństwie: 10% nauki fizyczne nauki fizyczne nauki fizyczne nauki fizyczne nauki chemiczne nauki chemiczne nauki chemiczne nauki biologiczne nauki biologiczne nauki chemiczne: 50% nauki biologiczne: 50% nauki o zarządzaniu i jakości nauki o zarządzaniu i jakości nauki o kulturze fizycznej nauki fizyczne nauki fizyczne nauki fizyczne nauki fizyczne językoznawstwo językoznawstwo nauki fizyczne
			K_U35 K_U36 K_U38 K_U39 K_U40 K_U41 K_U42 K_U43 K_U44 K_U45 K_U46 K_U47 K_U48 K_U49 K_U50 K_U01 K_U02 K_U31 K_U37 K_U28 K_U29 K_K04 K_K06 K_U07 K_U09 K_U11 K_U13 K_U26 K_U34 K_K02 K_U04 K_K01	
P6S_UK	komunikować się z otoczeniem z użyciem specjalistycznej terminologii brać udział w debacie - przedstawiać i oceniać różne opinie i stanowiska oraz dyskutować o nich posługiwać się językiem obcym na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego przygotować typowe prace pisemne i wystąpienia ustne, dotyczące zagadnień szczegółowych związanych z kierunkiem studiów, z wykorzystaniem podstawowych ujęć teoretycznych i różnych źródeł planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych (także o charakterze interdyscyplinarnym)			
P6S_UO				
P6S_UU	samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie			
				nauki prawne nauki fizyczne nauki fizyczne nauki fizyczne nauki fizyczne nauki fizyczne: 20% automatyka, elektronika i elektrotechnika: 80% nauki fizyczne nauki fizyczne matematyka nauki fizyczne

		KOMPETENCJE SPOŁECZNE, absolwent jest gotów do:		K_K05	nauki fizyczne: 90%
				K_K51	językoznawstwo: 10%
				nauki o kulturze fizycznej	
P6S_KK	krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści		Patrz tabela 2		
	uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnie rozwiązaniem problemu	K_K01			nauki fizyczne
P6S_KO	wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego				
	inicjonowania działań na rzecz interesu publicznego	K_K07			nauki o zarządzaniu i jakości
	myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy				
P6S_KR	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych w tym:	K_K03			nauki prawne
	- przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych,	K_K06			nauki prawne
	- dbałość o dorobek i tradycje zawodu	K_K08			nauki o zarządzaniu i jakości
		K_K09			nauki o zarządzaniu i jakości

Tabela 2

Symbol	OPIS KIERUNKOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ
	Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia na kierunku
	<i>fizyka</i> absolwent:
	WIEDZA
	w zakresie struktury fizyki i metodologii nauk fizycznych
K_W01	rozumie fundamentalne znaczenie fizyki dla rozwoju technologicznego, gospodarczego i cywilizacyjnego oraz, o ile specjalność to przewiduje, jej znaczenie dla ochrony zdrowia
K_W02	rozumie rolę modelu ilościowego i abstrakcyjnego opisu obiektu fizycznego oraz zjawiska fizycznego w zakresie nauk fizycznych
K_W03	uzyskuje świadomość wagi eksperymentu jako sposobu weryfikacji koncepcji teoretycznych oraz świadomość niepewności eksperymentalnych
K_W04	rozumie strukturę fizyki jako dyscypliny naukowej, uzyskuje świadomość powiązań poszczególnych dziedzin i teorii, zna przykłady błędnych hipotez fizycznych i błędnych teorii fizycznych
K_W05	zna ograniczenia stosowalności wybranych teorii fizycznych, modeli obiektów fizycznych i opisu zjawisk fizycznych

w zakresie narzędzi matematyki	
K_W06	ma wiedzę z matematyki, w tym z zakresu rachunku różniczkowego i całkowego, algebry oraz rachunku prawdopodobieństwa i statystyki, niezbędną do opisu praw fizyki, modelowania i badania wybranych układów fizycznych oraz analizy danych eksperymentalnych
K_W07	rozumie formalną strukturę podstawowych teorii fizycznych, potrafi użyć odpowiednich narzędzi matematycznych do ilościowego opisu zjawisk z wybranych działów fizyki.
w zakresie podstaw fizyki	
K_W08	ma wiedzę w zakresie podstawowych pojęć i formalizmu mechaniki klasycznej , praw mechaniki oraz teoretycznych modeli wybranych układów mechanicznych, rozumie fundamentalny charakter praw Newtona
K_W09	zna sposoby eksperymentalnej weryfikacji praw i koncepcji fizycznych, zna budowę oraz zasady działania aparatury pomiarowej do wybranych doświadczeń z zakresu mechaniki
K_W10	zna i rozumie podstawowe pojęcia oraz wybrane zjawiska dotyczące elektryczności i magnetyzmu - rozumie treść równań Maxwella
K_W11	zna sposoby eksperymentalnej weryfikacji praw i koncepcji fizycznych, zna budowę oraz zasady działania aparatury pomiarowej do wybranych doświadczeń z zakresu elektryczności i magnetyzmu
K_W12	ma wiedzę w zakresie podstawowych pojęć, zjawisk i formalizmu termodynamiki , praw termodynamiki oraz teoretycznych modeli wybranych układów termodynamicznych,
K_W13	zna budowę oraz zasady działania aparatury pomiarowej do wybranych doświadczeń z zakresu termodynamiki
K_W14	ma wiedzę w zakresie podstawowych pojęć i formalizmu optyki oraz fizyki elektromagnetycznych zjawisk falowych a także teoretycznych modeli wybranych układów optycznych i falowych, zna i rozumie granice ich stosowalności
K_W32	ma podstawową wiedzę z zakresu teorii promieniowania elektromagnetycznego , zna teoretyczne podejście do wybranych zagadnień z zakresu teorii promieniowania oraz wybrane narzędzia matematyczne do ich analizy w zakresie przewidzianym programem wybranej specjalności
K_W15	zna sposoby eksperymentalnej weryfikacji praw i koncepcji fizycznych, zna budowę oraz zasady działania aparatury pomiarowej do wybranych doświadczeń z zakresu optyki i fizyki elektromagnetycznych zjawisk falowych
K_W16	ma podstawową wiedzę w zakresie fizyki atomu, cząsteczki, fizyki ciała stałego, fizyki jądra atomowego, cząstek elementarnych i podstawowych oddziaływań w przyrodzie
K_W17	zna sposoby eksperymentalnej weryfikacji praw i koncepcji fizycznych, zna budowę oraz zasady działania aparatury pomiarowej do wybranych doświadczeń z zakresu fizyki mikroświata
K_W18	ma podstawową wiedzę z zakresu astronomii i zna zasady wykonywania obserwacji astronomicznych w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_W19	rozumie strukturę fizyki jako dyscypliny naukowej, uzyskuje świadomość powiązań poszczególnych dziedzin fizyki i teorii fizycznych w zakresie przewidzianym programem specjalności
w zakresie elementów fizyki teoretycznej	
K_W20	ma podstawową wiedzę z zakresu mechaniki teoretycznej , zna teoretyczne podejście do wybranych problemów mechaniki i rozumie rolę teoretycznego sformułowania mechaniki w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_W21	ma podstawową wiedzę z zakresu elektrodynamiki klasycznej , zna teoretyczne podejście do wybranych zagadnień z zakresu elektrodynamiki oraz wybrane narzędzia matematyczne do ich analizy, w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_W22	ma wiedzę z zakresu podstaw mechaniki kwantowej , formalizmu i probabilistycznej interpretacji teorii, zna teoretyczny opis oraz narzędzia matematyczne do analizy wybranych układów kwantowych, w zakresie przewidzianym programem specjalności
w zakresie narzędzi informatyki	
K_W23	zna zasady użytkowania systemów operacyjnych oraz pakiet wybranych specjalistycznych programów aplikacyjnych – w tym środowisko do analizy danych i obliczeń symbolicznych
K_W24	ma podstawową wiedzę z zakresu algorytmiki i struktur danych

K_W25	zna podstawy programowania w wybranym języku wyższego poziomu
K_W26	zna podstawy metod numerycznych stosowanych do zagadnień fizyki oraz problemów techniki
w zakresie zastosowań fizyki	
K_W27	zna budowę i rozumie fizyczne podstawy działania wybranych podzespołów elektroniki analogowej i cyfrowej, w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_W28	zna budowę wybranych elektronicznych przyrządów pomiarowych i rozumie zasady ich działania, w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_W33	ma podstawową wiedzę w zakresie fizyki i dyscyplin pokrewnych niezbędną do zastosowań objętych programem wybranej specjalności
K_W34	zna budowę i zasady działania wybranych urządzeń pomiarowych i aparatury diagnostycznej właściwych dla wybranej specjalności w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_W35	zna podstawowe zasady metrologii i jej zastosowania w zakresie przewidzianym programem wybranej specjalności
K_W36	ma wiedzę umożliwiającą modelowanie i symulacje wybranych zjawisk fizycznych oraz właściwości fizycznych ciał w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_W37	zna zasady nadzoru nad współczesną aparaturą wykorzystywaną w laboratoriach badawczych oraz związanymi z wybranymi zastosowaniami fizyki w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_W40	zna rozkład sił w układzie ruchowym człowieka oraz zna fizyczne aspekty mechanizmu działania układu kostnego i mięśniowego
K_W41	zna procesy fizyczne związane z przepływem cieczy oraz procesów dyfuzji w odniesieniu do układu krwionośnego człowieka
K_W42	zna przyczyny powstawania różnic potencjałów w komórkach i procesy propagacji impulsów elektromagnetycznych w układzie nerwowym człowieka,
K_W43	uzyskuje rozszerzoną wiedzę w zakresie ochrony radiologicznej, dozymetrii i przepisów prawnych; zna zasady ochrony radiologicznej, zna obowiązujące w Polsce przepisy prawne
K_W44	zna rodzaje promieniowania jonizującego i wie jak to promieniowanie oddziałuje z materią; zna podstawowe pojęcia dawek promieniowania jonizującego oraz wie jakimi wielkościami fizycznymi opisujemy dawki promieniowania
w zakresie podstaw nauk chemicznych i biologicznych	
K_W45	zna terminologię i nomenklaturę chemiczną; zna podstawowe właściwości pierwiastków, związków nieorganicznych oraz organicznych
K_W46	rozumie wpływ zmian parametrów układu na stan równowagi chemicznej
K_W47	zna i charakteryzuje budowę i funkcje organeli komórkowych
K_W48	zna i charakteryzuje podstawowe tkanki
K_W49	zna w stopniu podstawowym anatomię człowieka; rozumie zasady działania oraz fizjologii człowieka
K_W50	zna i charakteryzuje strukturę, dynamikę i oddziaływania makrocząsteczek biologicznych
K_W51	zna podstawy fizyko-chemicznych metod stosowanych w badaniach biofizycznych; zna podstawy fizyko-chemicznych procesów biologicznych, wykorzystując najważniejsze prawa matematyczne, chemiczne i fizyczne
w zakresie podstaw nauk społecznych i humanistycznych	
K_W50	zna etyczne i prawne aspekty działalności naukowo-dydaktycznej oraz praktycznego wykorzystania osiągnięć badawczych, w tym zarys prawa patentowego, w zakresie przewidzianym w programie specjalności
K_W31	zna prawa ochrony wynalazków, ogólne zasady komercjalizacji wyników badań oraz zasady przedsiębiorczości indywidualnej
K_W39	ma podstawową wiedzę z zakresu etycznych i prawnych uwarunkowań związanych z praktycznymi zastosowaniami fizyki w produkcji przemysłowej, w tym zasady poufności i ochrony przed konkurencją, w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_W52	zna koncepcję zarządzania jakością oraz charakteryzuje poszczególne metody i techniki stosowane w zarządzaniu jakością

K_W53	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
K_W54	posiada podstawową wiedzę na wybrany temat przedmiotu należący do dziedziny nauk humanistycznych
ponadto	
K_W29	zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratoriach fizycznych właściwych dla wybranej specjalności
K_W38	zna zasady ochrony wybranych urządzeń przed niepożądanym oddziaływaniem środowiska i zasady ochrony środowiska przed oddziaływaniem urządzeń, w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_W55	zna język angielski na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego
K_W56	posiada podstawową wiedzę na temat głównych indywidualnych i zespołowych dyscyplin sportu, gier i zabaw oraz innych form aktywności ruchowej, kładzie nacisk na ochronę i promocję zdrowia poprzez zdrowy styl życia uwarunkowany na ruch
K_W57	ma elementarną wiedzę dotyczącą terminologii nauk o zdrowiu i kulturze fizycznej w zakresie niezbędnym
UMIEJĘTNOŚCI	
w zakresie struktury fizyki i metodologii nauk fizycznych	
K_U01	umie w sposób popularny przytoczyć podstawowe fakty z poznanych działów fizyki, zarysować strukturę fizyki jako dyscypliny naukowej oraz przedstawić wpływ wybranych odkryć w dziedzinie fizyki na rozwój technologii, gospodarki i rozwój cywilizacyjny
K_U02	umie przygotować opracowanie, w tym także adresowane do masowego odbiorcy, dotyczące poznanych działów fizyki, wykorzystując uzyskaną wiedzę oraz literaturę i zasoby Internetu
w zakresie narzędzi matematyki	
K_U03	umie stosować poznane narzędzia matematyki do formułowania i rozwiązywania wybranych problemów z zakresu fizyki teoretycznej i doświadczalnej w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U04	umie samodzielnie uzupełniać i poszerzać wiedzę matematyczną
K_U05	umie korzystać z komputerowych narzędzi do obliczeń symbolicznych w zakresie przewidzianym programem specjalności
w zakresie podstaw fizyki	
K_U06	umie analizować problemy z zakresu mechaniki, znajdować i przedstawiać ich rozwiązania w oparciu o zdobytą wiedzę oraz przy wykorzystaniu poznanych narzędzi matematyki wykonywać analizy ilościowe i wyciągać wnioski jakościowe
K_U07	umie planować i wykonywać proste doświadczenia z zakresu mechaniki, krytycznie analizować ich wyniki oraz je prezentować
K_U08	umie analizować problemy z zakresu elektryczności i magnetyzmu, znajdować i przedstawiać ich rozwiązania w oparciu o zdobytą wiedzę oraz przy wykorzystaniu poznanych narzędzi matematyki wykonywać analizy ilościowe i wyciągać wnioski jakościowe
K_U09	umie planować i wykonywać proste doświadczenia z zakresu elektryczności i magnetyzmu, krytycznie analizować ich wyniki oraz je prezentować
K_U10	umie analizować problemy z zakresu termodynamiki, znajdować i przedstawiać ich rozwiązania w oparciu o zdobytą wiedzę oraz przy wykorzystaniu poznanych narzędzi matematyki wykonywać analizy ilościowe i wyciągać wnioski jakościowe
K_U11	umie planować i wykonywać proste doświadczenia z zakresu termodynamiki, krytycznie analizować ich wyniki oraz je prezentować
K_U12	umie analizować problemy z zakresu optyki i fizyki zjawisk falowych, znajdować i przedstawiać ich rozwiązania w oparciu o zdobytą wiedzę oraz przy wykorzystaniu poznanych narzędzi matematyki wykonywać analizy ilościowe i wyciągać wnioski jakościowe

K_U13	umie planować i wykonywać proste doświadczenia z zakresu optyki i fizyki zjawisk falowych , krytycznie analizować ich wyniki oraz je prezentować
K_U14	umie analizować proste problemy dotyczące mikroskopowej budowy materii , przedstawiać ich rozwiązania w oparciu o zdobytą wiedzę oraz przy wykorzystaniu poznanych narzędzi matematyki wykonywać analizy ilościowe i wyciągać wnioski jakościowe
K_U15	umie wykonywać wybrane doświadczenia z zakresu fizyki mikroświata , krytycznie analizować ich wyniki oraz je prezentować
K_U16	umie ze zrozumieniem przedstawić podstawowe problemy z zakresu astronomii i astrofizyki , wykonać podstawowe obserwacje astronomiczne i zinterpretować ich wyniki w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U17	umie ze zrozumieniem i krytycznie korzystać z literatury i zasobów Internetu w odniesieniu do problemów z podstaw fizyki
w zakresie elementów fizyki teoretycznej	
K_U18	umie przedstawić teoretyczne sformułowanie wybranych zagadnień mechaniki oraz używając odpowiednich narzędzi matematycznych przeprowadzić teoretyczną analizę wybranych układów mechanicznych w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U19	umie przedstawić teoretyczne sformułowanie wybranych zagadnień elektrodynamiki klasycznej oraz używając odpowiednich narzędzi matematycznych przeprowadzić teoretyczną analizę wybranych zjawisk z zakresu elektrodynamiki w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U20	umie przedstawić teoretyczne sformułowanie wybranych zagadnień mechaniki kwantowej oraz używając odpowiednich narzędzi matematycznych przeprowadzić teoretyczną analizę wybranych układów kwantowych w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U21	umie ze zrozumieniem i krytycznie korzystać z literatury i zasobów Internetu w odniesieniu do problemów fizyki teoretycznej w zakresie przewidzianym programem specjalności
w zakresie narzędzi informatyki	
K_U22	umie pracować w środowisku różnych systemów operacyjnych oraz korzystać z wybranych programów aplikacyjnych
K_U23	umie napisać prosty program komputerowy w wybranym języku programowania, skompilować go i uruchomić
K_U24	umie wykorzystywać narzędzia komputerowe do rozwiązywania problemów matematyki i fizyki, w tym środowiska informatyczne do analizy danych, obliczeń numerycznych i symbolicznych
K_U25	umie wyszukiwać i wykorzystywać specjalistyczne oprogramowanie komputerowe w zasobach Internetu z poszanowaniem własności intelektualnej oraz zasad użytkowania
w zakresie zastosowań fizyki	
K_U26	umie planować i wykonywać proste doświadczenia z zakresu elektroniki , krytycznie analizować ich wyniki oraz je prezentować w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U27	umie ze zrozumieniem i krytycznie korzystać z literatury i zasobów Internetu w odniesieniu do zagadnień elektroniki w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U30	umie analizować wybrane problemy z zakresu wybranych zastosowań fizyki w oparciu o wiedzę z fizyki i dyscyplin pokrewnych w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U31	potrafi porozumiewać się i współpracować z personelem podmiotu gospodarczego współpracującego w kształceniu w zakresie wybranych zagadnień dotyczących jego działalności w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U32	umie podać zasady działania i zidentyfikować oraz ocenić zagrożenia związane z wykorzystaniem wybranych urządzeń laboratoryjnych oraz diagnostycznych w zakresie przewidzianym programie specjalności
K_U33	potrafi zidentyfikować i wyeliminować zdarzenia potencjalnie niebezpieczne dla urządzeń laboratoryjnych i diagnostycznych w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U34	potrafi zaplanować oraz wykonać podstawowe pomiary wielkości charakterystycznych dla wybranych zjawisk oraz własności fizycznych wybranych ciał w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U35	potrafi optymalnie dobrać zestaw przyrządów do zadania pomiarowego w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U36	umie zidentyfikować i przeanalizować zagrożenia środowiska dla wybranych urzędzeń oraz odpowiednio zagrożenia dla środowiska w zakresie przewidzianym programem specjalności

K_U38	potrafi przeanalizować dane medyczne i wyznaczać ilościowe parametry w ramach danej hipotezy.
K_U39	potrafi analizować proste problemy z zakresu ochrony radiologicznej oraz znajdować ich rozwiązania w oparciu o uzyskaną wiedzę, wykonywać stosowne analizy ilościowe oraz formułować wnioski jakościowe
K_U40	potrafi objaśnić zasadę działania wybranych zestawów pomiarowych z zakresu dozimetrii i kontroli bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego,
K_U41	potrafi przygotować i kontrolować w jednostce organizacyjnej procedury ochrony radiologicznej, a także przygotować i nadzorować w jednostce organizacyjnej dokumentację; potrafi przeprowadzić kontrolę dozymetryczną
K_U37	umie przeanalizować wybrany problem z zakresu zastosowań fizyki w oparciu o zasoby literatury i Internetu oraz przedstawić propozycje jego rozwiązania w formie zwięzłego opracowania w zakresie przewidzianym programem specjalności
w zakresie podstaw nauk chemicznych i biologicznych	
K_U42	potrafi posługiwać się terminologią i nomenklaturą chemiczną
K_U43	potrafi wyjaśnić równowagi ustalające się w roztworach kwasów, zasad i soli oraz ich znaczenie dla układów żywych
K_U44	potrafi posługiwać się pojęciami kinetyki i równowagi chemicznej w celu wyjaśnienia zjawisk związanych z przebiegiem reakcji chemicznych
K_U45	potrafi rozpoznać podstawowe tkanki
K_U46	potrafi posługiwać się terminologią i nomenklaturą biologiczną
K_U47	potrafi opisać metody i techniki stosowane w badaniach laboratoryjnych w chemii i biologii; nabiera praktycznej umiejętności pracy z podstawową aparaturą stosowaną w badaniach laboratoryjnych w chemii i biologii
w zakresie podstaw nauk społecznych i humanistycznych	
K_U48	potrafi zidentyfikować i przeanalizować poszczególne procesy w jednostce z uwzględnieniem wymagań jakości i bezpieczeństwa oraz zaplanować odpowiednie działania
K_U49	potrafi zastosować wybrane metody i narzędzia zarządzania w obszarze jakości, w tym opracować wybrane dokumenty
ponadto	
K_U28	potrafi posługiwać się językiem angielskim na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego
K_U29	umie korzystać ze źródeł wiedzy w języku angielskim w zakresie nauk fizycznych i ich zastosowań
K_U50	potrafi wykonywać, prezentować ćwiczenia ruchowe, zachowując zasady bezpieczeństwa
K_U51	potrafi samodzielnie planować samokształcenie i udoskonalanie swoje umiejętności poprzez doszkalanie, podtrzymywanie sprawności fizycznej i ruchowej
KOMPETENCJE SPOLECZNE	
K_K01	zna ograniczenia swojej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia, podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych
K_K02	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
K_K03	rozumie znaczenie własności i uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób
K_K04	rozumie potrzebę dzielenia się wiedzą, w tym potrzebę popularnego przedstawiania osiągnięć fizyki
K_K05	potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze i zasobach Internetu , także w językach obcych
K_K06	potrafi formułować opinie na temat podstawowych zagadnień fizyki i jej zastosowań, rozumie społeczne aspekty zastosowań fizyki oraz związaną z tym odpowiedzialność
K_K07	potrafi działać w myśl zasad przedsiębiorczości

K_K08	jest gotów do wykazania dbałości o bezpieczeństwo pracy i świadomości poszanowania pracy własnej i innych osób
K_K09	jest gotów do podejmowania odpowiedzialności związanej z wykonywaniem obowiązków zawodowych

Objaśnienia oznaczeń

P6S_WG – symbol opisu charakterystyk II stopnia PRK

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

S – charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego

W – wiedza (kategoria opisowa)

G – głębia i zakres

K – kontekst

U – umiejętności (kategoria opisowa)

W – wykorzystanie wiedzy

K – komunikowanie się

O – organizacja pracy

U – uczenie się

K – kompetencje społeczne (kategoria opisowa)

K – krytyczna ocena

O – odpowiedzialność

R – rola zawodowa

K_W01 – symbol efektu kierunkowego

K – kierunkowe efekty uczenia się

W – wiedza (kategoria opisowa)

U – umiejętności (kategoria opisowa)

K – kompetencje społeczne (kategoria opisowa)

MK_3 (Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej)	K_W02 K_W03 K_W04 K_W05 K_W06 K_W07 K_W20 K_W21 K_W22 K_U03 K_U05 K_U18 K_U19K_U20 K_W04 K_W05 K_K01 K_K05 K_K06	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i /lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Elementy mechaniki teoretycznej / <i>Elements of Theoretical Mechanics*</i>	9,0	4,8	9,0	0,0				9,0
MK_4 (Narzędzia Informatyki)	K_W23 K_W24 K_W25 K_W26 K_U03 K_U22 K_U23 K_U24 K_U25 K_U26 K_K03 K_W29 K_K01 K_K03 K_K05	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i /lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Narzędzia komputerowe / <i>Computer Tools*</i> Komputerowe metody obliczeniowe / <i>Computer-Aided Computations*</i> Programowanie I / <i>Programming I*</i> Programowanie II / <i>Programming II*</i> Algorytmy i struktury danych / <i>Algorithms and Data Structures*</i> Metody numeryczne / <i>Numerical Methods*</i>	30,0 3,0 3,0 5,0 5,0 5,0 5,0	16,8 2,4 1,8 3,6 3,6 3,6	30,0 3,0 3,0 5,0 5,0 5,0	0,0 1,2 1,2 1,8 1,8 1,8	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	27,0 3,0 3,0 1,8 1,8 1,8
MK_5 (Zastosowania fizyki)	K_W01 K_W27 K_W28 K_W29 K_U26 K_U27 K_K02 K_K05	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i /lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Elektronika / <i>Electronics*</i>	26,0	18,6	26,0	9,6	0,0	0,0	0,0	3,0
MK_6 (Kształcenie ogólne)	K_W25, K_W27, K_W32, K_U22, K_U24, K_U32, K_U33, K_K01, K_K05, K_K03 K_K07	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i /lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Lektorat języka angielskiego Wychowanie fizyczne Podstawy przedsiębiorczości Historia fizyki / <i>History of Physics*</i> Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej	5,0 6,0 0,0 2,0 3,0 1,0	3,6 4,8 0,0 2,0 1,8 1,0	5,0 6,0 0,0 2,0 3,0 1,0	1,8 1,8 0,0 2,0 3,0 1,0	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	0,0 6,0 0,0 2,0 3,0 1,0	0,0 0,0 0,0 0,0 3,0 0,0
Podsumowanie (Kierunek)	K_W01 K_W04 K_W05 K_W07 K_U01 K_U02 K_U27 K_U28 K_U29 K_K01 K_K04, K_K03 K_K05, K_K06	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i /lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Elementy fizyki współczesnej Struktura fizyki / <i>Structure of Physics*</i> Seminarium dyplomowe	12,0 3,0 5,0 16,0	9,6 1,8 3,6 3,2	12,0 3,0 5,0 16,0	0,0 1,2 0,0 12,8	6,0 6,0 0,0 0,0	6,0 6,0 0,0 0,0	6,0 6,0 0,0 0,0	3,0 3,0 5,0 16,0
MK_6 (Nadobowiazkowy)		Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i /lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Przedmiot monograficzny* Przedmiot na innym kierunku*	α α	α α	α α	α α	α α	α α	α α	α α
ŁĄCZNA LICZBA punktów ECTS ZE WSZYSTKICH MODUŁÓW				186,0	116,0	186,0	32,6	6,0	6,0	6,0	59,0

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim.

** dotyczy kierunków, które nie są przypisane do obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

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

III WSKAŹNIKI PROCENTOWE

1. Procentowy udział punktów ECTS za zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	62,4%
2. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów/przedmiotów do wyboru (min. 30 %):	32%
3. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji zajęć w języku obcym (w łącznej liczbie punktów ECTS przewidzianych programem studiów): a) zajęć obowiązkowych, które mogą być realizowane w języku obcym	a) 85%
4. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć kształtujących umiejętności praktyczne, dla kierunków o profilu praktycznym (powyżej 50 %):	nie dotyczy
5. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie/dyscyplinach do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla kierunków o profilu ogólnoakademickim (powyżej 50 %):	72,7%
6. Procentowy udział punktów ECTS uzyskanych w skutek realizacji modułów zajęć związanych z poszczególnymi dyscyplinami naukowymi, do których odnosi się program studiów:	72,7%
a) nauki fizyczne	0,9%
b) astronomia	1,3%
c) automatyka, elektronika i elektrotechnika	11,6%
d) matematyka	7,9%
e) informatyka	0,5%
f) nauki prawne	0,9%
g) nauki o zarządzaniu i jakości	0,2%
h) nauki o bezpieczeństwie	0,0%
i) nauki o kulturze fizycznej	3,2%
j) językoznawstwo	0,8%
k) historia	

IV WARUNKI UKOŃCZENIA STUDIÓW ORAZ UZYSKIWANY TYTUŁ ZAWODOWY

Uzyskanie co najmniej 186 punktów ECTS, zdanie egzaminu licencjackiego. Absolwent uzyskuje tytuł zawodowy licencjata.

PROGRAM STUDIÓW - Część B

1. Nazwa kierunku: Fizyka
2. Poziom kształcenia: studia pierwszego stopnia
3. Profil kształcenia: ogólnoakademicki
4. Specjalność: fizyka

TREŚCI PROGRAMOWE MODUŁÓW

MK_1 (Podstawy fizyki)

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

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

Biota-Savarta i Ampera, Prawa przepływu prądu elektrycznego, efekt Halla, równania Maxwella, obwody prądu zmiennego, drgania wymuszone, pole elektryczne i magnetyczne w materii. Wykład uzupełniony jest pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.

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

MK_2 (Narzędzia matematyki)

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

1. Wstęp do matematyki (wykład, konwersatorium): Wybrane zagadnienia matematyki elementarnej: działania i relacje w zbiorach liczbowych, podstawy logiki i teorii mnogości – metodologia rozumowań matematycznych. Przestrzeń wektorowa i afiniczna. Elementy geometrii analitycznej. Liczby zespolone. Elementy kombinatoryki. Elementarny wstęp do rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe: studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej, wykształceniu krytycznego myślenia i samodzielnego formułowania problemów.

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

MK_3 (Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej)

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

1. Elementy mechaniki teoretycznej (wykład, konwersatorium): Celem wykładu jest zapoznanie studentów m.in. z lagranżowskim i hamiltonowskim formalizmem opisu dynamiki układów punktów materialnych. Podejmowane tematy dotyczą opisu ruchu w układach inercjalnych i nieinercjalnych, praw Newtona, układów jednowymiarowych, układów z więzami, zasady d'Alemberta, równań Lagrange'a I i II rodzaju, rachunku wariacyjnego, zasady Hamiltona, praw zachowań i twierdzenia Noether, formalizmu kanonicznego Hamiltona. Student pozna zagadnienia związane

z ruchem w polu siły centralnej, małymi drganiami oraz dynamiką bryły sztywnej. Celem konwersatorium jest nabycie praktycznych umiejętności analizy ruchu klasycznych układów mechanicznych

2. Elementy elektrodynamiki klasycznej (wykład, konwersatorium): Prawo Coulomba dla ładunków punktowych i ciągłych rozkładów ładunku elektrycznego. Prawo Gaussa w próżni w postaci różniczkowej i całkowej. Potencjał elektrostatyczny. Praca i energia w elektrostatyce. Własności przewodników w ramach elektrostatyki. Dipole elektryczne. Polaryzacja dielektryczna. Prawo Gaussa w dielektryku, ładunki swobodne. Dielektryki liniowe, energia układu dielektryków. Równanie ciągłości prądu elektrycznego, prawo zachowania ładunku elektrycznego. Siła Lorentza. Prawo Biot-Savarta. Prawo Ampere'a w postaci różniczkowej i całkowej. Statyczne równania Maxwella. Potencjał wektorowy pola magnetycznego. Dipole magnetyczne. Zjawiska paramagnetyzmu i diamagnetyzmu. Magnetyzacja, indukowane prądy związane. Prawo Ampere'a w materiałach magnetycznych. Domeny magnetyczne, zjawisko ferromagnetyzmu, pętla histerezy. Prawo Ohma, postać polowa i potencjałowa. Siła elektromotoryczna SEM, prawo strumienia. Indukcja elektromagnetyczna, prawo Faradaya. Prawo Lenza - uniwersalna reguła strumienia. Indukcyjność wzajemna i własna obwodów. Modyfikacja Maxwella dla prawa Ampere'a. Równania Maxwella ze źródłami w próżni i liniowym ośrodku dielektrycznym. Równania Maxwella dla potencjałów, transformacja cechowania, warunek Lorentza. Fale elektromagnetyczne w próżni i liniowym ośrodku dielektrycznym. Notacja zespolona dla fal elektromagnetycznych, równania Fresnela dla fal elektromagnetycznych na granicy dwóch ośrodków. Potencjały opóźnione w cechowaniu Lorentza. Potencjały Lienarda-Wiecherta dla ładunku punktowego. Pole elektromagnetyczne dla ładunku punktowego poruszającego się ze stałą prędkością. Promieniowanie ładunku punktowego. Promieniowanie dipola elektrycznego. Promieniowanie 1 i 2-wymiarowego rozkładu prądu elektrycznego. Promieniowanie multipolowe. Potencjał Hertza. Promieniowanie przyspieszanego ładunku elektrycznego. Promieniowanie hamowania – Bremsstrahlung. Promieniowanie cyklotronowe. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.
3. Szczególne teoria względności (wykład, konwersatorium): Wykład jest wprowadzeniem do szczególnej teorii względności. Składa się z 3ch części: kinematyka relatywistyczna (zasada względności, transformacja Lorentza, skrócenie Lorentza, dylatacja czasu i pojęcie czasu własnego, relatywistyczne prawo dodawania prędkości, aberracja światła), dynamika relatywistyczna (relatywistyczne równanie ruchu, relatywistyczny pęd i energia, czterowektor energii-pędu cząstki, zjawisko Dopplera, zasady zachowania energii i pędu i ich zastosowania – zjawisko Comptona, wiązki przeciwbieżne w akceleratorach cząstek elementarnych, kreacja par cząstka-antycząstka), geometria czasoprzestrzeni Minkowskiego (diagramy czasoprzestrzenne, stożek świetlny, niezmiennicze hiperbole).
4. Elementy mechaniki kwantowej (wykład, konwersatorium): Podstawy empiryczne. Postulaty mechaniki kwantowej. Funkcja falowa jako amplituda prawdopodobieństwa. Zasada superpozycji. Opis stanu w ustalonej chwili. Ewolucja w czasie i równanie Schrödingera (1-wymiarowe i 3-wymiarowe równanie Schrödingera). Prąd prawdopodobieństwa. Wielkości fizyczne jako operatory. Uogólniona zasada nieoznaczoności. Przestrzeń Hilberta. Funkcje i wartości własne. Macierz rozpraszania, współczynniki przejścia i odbicia, tunelowanie. Semiklasyczna metoda WKB. Widmo ciągłe i dyskretne. Postulaty Teorii Kwantowej. Oscylator harmoniczny. Moment pędu, reguły dodawania operatorów, współczynniki Clebscha-Gordana. Cząstki identyczne.

Zakaz Pauliego. Atom wodoru. Notacja Diraca. Twierdzenie Ehrenfesta. Metody przybliżone. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.

MK_4 (Narzędzia informatyki)

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

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

Konstruktory i destruktory. Hermetyzacja kodu. Funkcje zaprzyjaźnione. Dziedziczenie. Klasy pochodne. Funkcje wirtualne. Polimorfizm. Tworzenie aplikacji okienkowych (wxWidgets).

5. Algorytmy i struktury danych (wykład, laboratorium): Własności wybranych rozwiązań algorytmicznych oraz ich realizacja z wykorzystaniem zaawansowanych struktur danych w obiektowym języku programowania: C++ . Algorytm - sposoby zapisu. Struktury danych i algorytmy - przegląd. Tablice. Złożoność obliczeniowa. Proste algorytmy sortowania. Stosy i kolejki. List powiązane. Rekurencja. Zaawansowane algorytmy sortowania. Drzewa binarne. Sterty. Zrównoważone drzewa binarne. Drzewa niebinarne. Tablice mieszające. Grafy. Typy kontenerów biblioteki STL (C++).
6. Metody numeryczne (wykład, laboratorium): Omówienie wybranych metod analizy, algebry i probabilistyki numerycznej oraz ich implementacja z wykorzystaniem programowania w języku wyższego poziomu. Analiza numeryczna (szukanie zer funkcji jednej zmiennej metodą siecznych, bisekcji, metodą Newtona-Raphsona). Numeryczne całkowanie (kwadratury Newtona-Cotesa, kwadratury Gaussa). Minima funkcji wielu zmiennych (metoda kierunków sprzężonych, metoda gradientów sprzężonych, metoda „annealing”). Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych (metoda Eulera, metody wielokrokowe, niejawne, metoda skokowa, metoda Rungego-Kutty, stabilność algorytmu). Równania różniczkowe cząstkowe (równania eliptyczne – metoda relaksacji, równania hiperboliczne – metoda Laxa, równania paraboliczne – metoda Cranka-Nicholsona, stabilność algorytmów). Równania całkowe. Algebra numeryczna (rozwiązywanie układu równań liniowych metodą eliminacji Gaussa-Jordana, rozkład LU, metody iteracyjne). Układy równań nieliniowych (metody iteracyjne). Wartości własne i wektory własne (metoda Jacobiego dla macierzy symetrycznych). Szybka transformata Fouriera: różniczkowanie, całkowanie (splot, korelacja). Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych (metoda „split operator”). Probabilistyka numeryczna: generatory liczb pseudolosowych o rozkładzie jednostajnym, kwadratura Monte Carlo, konstrukcja generatorów liczb pseudolosowych o rozkładach innych niż jednostajny (algorytmy von Neumanna i Metropolisa), metoda Monte Carlo.

MK_5 (Zastosowania fizyki)

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

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

MK_6 (Kształcenie ogólne)

Moduł obejmuje 255 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 60 godzin ćwiczeń, 45 godzin konwersatoriów i 120 godzin lektoratów. Przypisano mu 12 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Lektorat języka angielskiego, 2. Wychowanie fizyczne,

3. Podstawy przedsiębiorczości, 4. Historia fizyki, 5. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej) realizowane są w semestrach 1-2 i 6.

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

MK_7 (Podsumowanie kształcenia)

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

1. Elementy fizyki współczesnej (laboratorium): Studenci zostają zapoznani z tematyką badań prowadzonych w zakładach naukowych Wydziału Fizyki. Otrzymują propozycje tematów prac dyplomowych, ustalają formę i zakres zadań objętych pracą.
2. Struktura fizyki (wykład, konwersatorium): Celem wykładu jest zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami fizyki współczesnej oraz podsumowanie zdobytej w trakcie studiów wiedzy. Podejmowane tematy dotyczą przedmiotu badań fizyki i struktury fizyki, układów fizycznych, podstawowych pojęć jak siła, energia, pęd, wektory, zasad dynamiki Newtona, praw Keplera, sił bezwładności, mechaniki bryły sztywnej, zasad zachowania, twierdzenia Noether, więzów, zasady d'Alamberta, równań Lagrange'a, kanonicznych Hamiltona, oscylatora anharmonicznego, atraktorów, chaosu deterministycznego, diagramu Poincaré'go, transformacji Lorentza, zagadnień elektrodynamiki, fal elektromagnetycznych i materii, przewodników, półprzewodników, izolatorów, dia-, para- i ferromagnetyków, zasad termodynamiki, podstaw fizyki statystycznej, zagadnień mechaniki kwantowej, cząstek elementarnych.

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

MK_8 (Nadobowiązkowy)

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

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

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

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

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

LISTA PRZEDMIOTÓW DO WYBORU

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

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

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

L.P.	NAZWA MODUŁU/ NAZWA PRZEDMIOTU	KOD przedmiotu tytuł	punkty ECTS	Egz. no sem.	Zal. no sem.	Liczba godzin zajęć																									
						I rok			II rok			III rok																			
						1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.	5 sem.	6 sem.	1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.	5 sem.	6 sem.														
MODUŁ 4 (Narzędzia informatyki)																															
1	Narzędzia komputerowe / Computer Tools*	0900-FX1-1NKO	3	1	45	15	30	3																							
3	Programowanie I / Programming I*	0900-FS12PRO1	5	2	60	15	45	5																							
2	Komputerowe metody obliczeniowe / Computer-Aided Computations*	0900-FX1-1KMO	3	3	30			30	3																						
4	Programowanie II / Programming II*	0900-FS1-2PRO2	5	4	60	15	45	5																							
5	Algorytmy i struktury danych / Algorithms and Data Structures*	0900-FX1-3ASD	5	5	60	15	45	5																							
6	Metody numeryczne / Numerical Methods*	0900-FX1-3MNU	5	5	60	15	45	5																							
RAZEM						315	75	240				30	3	15	45	5	30	90	10												
MODUŁ 5 (Zastosowania fizyki)																															
1	Elektronika / Electronics*	0900-FS1-2ELE	5	4	75	30	45	5																							
RAZEM						75	30	45																							
MODUŁ 6 (Kształcenie ogólne)																															
1	Lektorat języka angielskiego		6	2	1,2	120						60	3																		
2	Wychowanie fizyczne		0	2,4	60		60					30	0																		
3	Podstawy przedsiębiorczości		2	6	30	15															15	15	2								
4	Historia fizyki / History of Physics*	0900-FX1-3HF	3	6	30		30															30	3								
5	Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej		1	6	15	15																15	1								
RAZEM						255	30	60	45	120		60	3									30	45	6							
MODUŁ 7 (Podsumowanie kształcenia)																															
1	Elementy fizyki współczesnej		3	4	30		30																								
2	Struktura fizyki / Structure of Physics*	0900-FS1-3STF	5	6	60	30																30	3								
3	Seminarium dyplomowe		16	6	40		40																40								
RAZEM						130	30	30	40													30	3	70	21						
MODUŁ 8 (Nadobowiązkowy)																															
1	Przedmiot monograficzny / Monographic lecture #		a																												
2	Przedmiot na innym kierunku*		a																												
OGÓŁEM						186	2125	720	60	690	495	120	40	135	255	29	150	315	33	105	225	32	135	285	35	135	210	30	60	115	27

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim.

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

Minimalna ilość punktów ECTS przedmiotu monograficznego to 3. Preferowany termin zajęć to sem. 4 lub 6.

liczba egz./zal.

suma kontrolna 1 2125
suma kontrolna 2 2125

MK_3 (Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej)	K_W10, K_W12, K_W17, K_W18, K_W20, K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U14, K_U15, K_U17, K_K02,	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Elementy elektrodynamiki klasycznej / Elements of Classical Electrodynamics *	6,0	3,6	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
MK_4 (Narzędzia Informatyki)	K_W14, K_W15, K_W16, K_U17, K_U19, K_U20, K_K01, K_K04	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	<p>suma</p> <p>Narzędzia komputerowe / Computer Tools *</p> <p>Komputerowe metody obliczeniowe / Computer-Aided Computations*</p> <p>Programowanie I / Programming I*</p> <p>Programowanie II / Programming II*</p> <p>Algorytmy i struktury danych / Algorithms and Data Structures*</p> <p>Metody numeryczne / Numerical Methods*</p>	12,0	7,2	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0
MK_5 (Zastosowania fizyki w)	K_W11, K_U01, K_U02, K_U12, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01, K_K03	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	<p>suma</p> <p>Elektronika / Electronics *</p> <p>Fizyka w medycynie I</p> <p>Fizyka w medycynie II</p> <p>Aparatura diagnostyki i terapii medycznej</p>	26,0	15,6	26,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MK_6 (Kształcenie praktyczne i specjalistyczne)	K_W01, K_W21, K_W22, K_W23, K_W24, K_U21, K_U22, K_U23, K_U25, K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K06	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	<p>suma</p> <p>Elementy chemii</p> <p>Fizjologia komórki i histologia</p> <p>Anatomia i fizjologia człowieka</p> <p>Wstęp do biofizyki</p> <p>Radionuklidy w medycynie</p> <p>Diagnostyka obrazowa</p> <p>Elementy histopatologii</p> <p>Ochrona radiologiczna</p>	12,0	9,2	12,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MK_7 (Kształcenie ogólne)	K_W25, K_W27, K_W32, K_U22, K_U24, K_U32, K_U33, K_K01, K_K05, K_K03, K_K07	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	<p>suma</p> <p>Lektorat języka angielskiego</p> <p>Wychowanie fizyczne</p> <p>Etyka i prawo w medycynie</p> <p>Zarządzanie jakością</p> <p>Podstawy przedsiębiorczości</p> <p>Historia fizyki / History of Physics*</p> <p>Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej</p>	22,0	18,0	22,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
				6,0	4,8	6,0		6,0					0,0
				0,0	0,0	0,0							0,0
				1,0	1,0	1,0		1,0					
				1,0	1,0	1,0		1,0					
				2,0	2,0	2,0		2,0					
				3,0	1,8	3,0		3,0					3,0
				1,0	1,0	1,0		1,0					
				14,0	11,6	14,0	0,0	8,0	6,0	0,0	0,0	0,0	3,0

Podsumowanie (MK.8)	K_W01_K_W04_K_U01_K_U02, K_K01 K_K04, K_K03, K_K05, K_K06	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Elementy fizyki współczesnej	3,0	1,8	3,0	1,2			
Praktyki zawodowe (MK.9)		Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Seminarium dyplomowe	16,0	3,2	16,0	12,8			16,0
			suma	19,0	5,0	19,0	14,0	0,0	0,0	16,0
Nadobowiązkowy (MK.10)		Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Praktyki zawodowe	4,0	4,0	4,0	4,0		4,0	4,0
			suma	4,0	4,0	4,0	4,0	0,0	0,0	4,0
		Przedmiot monograficzny *		a	a					a
		Przedmiot na innym kierunku		a						a
		suma	ŁĄCZNA LICZBA punktów ECTS ZE WSZYSTKICH MODUŁÓW	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
				180,0	120,1	180,0	41,1	8,0	6,0	4,0
										78,0

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. Zajęcia po angielsku z modułów 1-7 mogą być realizowane na specjalności "Fizyka".

** Dotyczy kierunków, które nie są przypisane do obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

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

Przedmioty z modułów 1-7 mogą być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku polskim albo w języku angielskim na specjalności fizyka (ogólna).

III WSKAŹNIKI PROCENTOWE

1. Procentowy udział punktów ECTS za zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	67%
2. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów / przedmiotów do wyboru (min. 30 %):	43%
3. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji zajęć w języku obcym (w łącznej liczbie punktów ECTS przewidzianych programem studiów): a) zajęć obligatoryjnych, które mogą być realizowane w języku obcym	a) 50%
4. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć kształtujących umiejętności praktyczne, dla kierunków o profilu praktycznym (powyżej 50 %):	nie dotyczy
5. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie/dyscyplinach do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla kierunków o profilu ogólnoakademickim (powyżej 50 %):	62,0%
6. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych w skutek realizacji modułów zajęć związanych z poszczególnymi dyscyplinami naukowymi, do których odnosi się program studiów:	62,0%
a) nauki fizyczne	
b) astronomia	0,6%
c) automatyka, elektronika i elektrotechnika	1,4%
d) matematyka	12,4%
e) informatyka	8,9%
f) nauki biologiczne	3,6%
g) nauki chemiczne	1,7%
h) nauki medyczne	2,6%
i) nauki prawne	1,1%
j) nauki o zarządzaniu i jakości	1,3%
k) nauki o bezpieczeństwie	0,3%
l) nauki o kulturze fizycznej	0,0%
m) językoznawstwo	3,3%
n) historia	0,8%

IV WARUNKI UKOŃCZENIA STUDIÓW ORAZ UZYSKIWANY TYTUŁ ZAWODOWY

Uzyskanie co najmniej 180 punktów ECTS, zdanie egzaminu licencjackiego. Absolwent uzyskuje tytuł zawodowy licencjata.

PROGRAM STUDIÓW - Część B

1. Nazwa kierunku: Fizyka
2. Poziom kształcenia: studia pierwszego stopnia
3. Profil kształcenia: ogólnoakademicki
4. Specjalność: fizyka medyczna

TREŚCI PROGRAMOWE MODUŁÓW

MK_1 (Podstawy fizyki)

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

1. Wstęp do fizyki (wykład, konwersatorium, laboratorium): Wykład ma na celu zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami fizycznymi i naukową metodą badań fizycznych oraz podstawowymi wielkościami fizycznymi i ich jednostkami. Zasady zachowania w fizyce. Fizyka klasyczna i kwantowa. Wykład uzupełniony jest pokazami związanymi z tematyką zajęć. Na zajęciach laboratoryjnych studenci przeprowadzają proste doświadczenia i przygotowują raporty z analizą niepewności pomiarowych.
2. Mechanika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia, zasady i teorie fizyczne funkcjonujące na gruncie fizyki klasycznej (formalizm mechaniki punktu materialnego i bryły sztywnej, podstawowe zasady zachowania w przyrodzie, oddziaływania grawitacyjne, statyka i dynamika płynów, fale sprężyste). Zrozumienie znaczenia eksperymentu fizycznego jako sposobu weryfikacji koncepcji teoretycznych. Wykład uzupełniony jest pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi, na których studenci samodzielnie przeprowadzają doświadczenia mechaniczne o niewielkim stopniu złożoności.
3. Rachunek niepewności pomiarowych (wykład, laboratorium): Współczesne metody opracowywania wyników pomiarów i oszacowania niepewności wyników z uwzględnieniem elementów statystycznej analizy danych. Metody przedstawiania wyników pomiarów, wprowadzenie do metod testowania hipotez statystycznych. Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne z praktycznym wykorzystaniem narzędzi komputerowych.
4. Elektryczność i magnetyzm z optyką (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia oraz formalizm związany z opisem źródeł pola elektrycznego, magnetycznego i elektromagnetycznego. Podstawowe zjawiska elektromagnetyczne. Prawa przepływu prądu elektrycznego. Powstawanie obrazu optycznego z uwzględnieniem konsekwencji falowej natury światła: odbicia, załamania, spójności, interferencji, dyfrakcji, polaryzacji, rozpraszania i innych oddziaływań światła z materią. Podstawowe elementy optyczne wraz z ich wykorzystaniem w przyrządach optycznych. Transformacje optyczne – teoria powstawania obrazu w mikroskopie. Holografia. Wykład uzupełniony jest pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
5. Termodynamika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Formalizm opisu i metody jakościowej i ilościowej analizy układów wielu ciał. Zasady termodynamiki. Elementy fizyki statystycznej. Wstęp do fizyki przejść fazowych. Wykład uzupełniony pokazami,

ćwiczenia rachunkowymi z wykorzystaniem komputerowych narzędzi obliczeniowych oraz zajęciami laboratoryjnymi.

6. Astronomia (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do astronomii współczesnej. Podstawowe pojęcia dotyczące Układu Słonecznego, planet pozasłonecznych, gwiazd, galaktyk i kosmologii. Wpływ stanu mikrogravitacji na organizm człowieka. Wykład uzupełniony pokazami oraz zajęciami praktycznymi: studenci samodzielnie przeprowadzają obserwacje astronomiczne o niewielkim stopniu złożoności oraz rozwiązują zadania rachunkowe.
7. Budowa materii (wykład, konwersatorium, laboratorium): Wprowadzenie do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych (podstawowe wiadomości o jądrach atomowych, wybrane modele struktury jądra atomowego, przemiany i reakcje jądrowe, promieniotwórczość, pochodzenie pierwiastków, elementy Modelu Standardowego), fizyki atomu i cząsteczki (funkcje falowe atomu wodoru, moment magnetyczny atomu, struktura atomów wieloelektronowych), fizyki ciała stałego (pasma energetyczne, nadprzewodnictwo, wiązania chemiczne, własności magnetyczne ciał stałych) oraz podstawowych oddziaływań w przyrodzie. Wykład uzupełniony pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi.

MK_2 (Narzędzia matematyki)

Moduł obejmuje 360 godzin dydaktycznych, w tym 150 godzin wykładów, 165 godzin konwersatoriów i 45 godzin laboratoriów. Przypisano mu 28 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Wstęp do matematyki, 2. Rachunek różniczkowy i całkowy I, 3. Rachunek różniczkowy i całkowy II, 4. Algebra z geometrią, 5. Statystyczna analiza danych) realizowane są w semestrach 1-3.

1. Wstęp do matematyki (wykład, konwersatorium): Wybrane zagadnienia matematyki elementarnej: działania i relacje w zbiorach liczbowych, podstawy logiki i teorii mnogości – metodologia rozumowań matematycznych. Elementy geometrii analitycznej. Liczby zespolone. Elementy kombinatoryki. Elementarny wstęp do rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe: studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej, wykształceniu krytycznego myślenia i samodzielnego formułowania problemów.
2. Rachunek różniczkowy i całkowy I (wykład, konwersatorium): Podstawy analizy matematycznej funkcji jednej zmiennej rzeczywistej. Zbiór liczb rzeczywistych i jego podzbiory. Ciągi i szeregi liczbowe. Liczba Eulera e . Funkcje jednej zmiennej. Granica funkcji, ciągłość, różniczkowalność. Pochodne funkcji elementarnych. Pochodna funkcji złożonej. Pochodna funkcji odwrotnej. Szereg Taylora. Ekstrema lokalne i ekstrema globalne. Badanie funkcji jednej zmiennej rzeczywistej. Obliczanie całek nieoznaczonych. Całka oznaczona (całka Riemanna). Metody przybliżone obliczania całek. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi analizy do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.
3. Rachunek różniczkowy i całkowy II (wykład, konwersatorium): Funkcje wielu zmiennych i równania różniczkowe zwyczajne. Pochodna cząstkowa i pochodna kierunkowa. Ekstrema lokalne i globalne funkcji dwóch zmiennych. Funkcje uwikłane. Podstawy teorii krzywych w przestrzeni. Krzywizna. Całki podwójne, potrójne oraz ich zastosowania. Zamiana zmiennych, jacobian. Obliczanie gradientu, rotacji, dywergencji. Całki krzywoliniowe (praca, krążenie pola wzdłuż krzywej). Całki

powierzchniowe (strumień pola). Twierdzenia Greena, Gaussa i Stokesa. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Rozwiązywanie równań liniowych o stałych współczynnikach. Równania liniowe niejednorodne. Układy równań, metoda macierzowa. Zastosowania równań różniczkowych w fizyce. Podstawowe wiadomości dotyczące szeregów i transformaty Fouriera.

4. Algebra z geometrią (wykład, konwersatorium): Podstawowe konstrukcje i problemy algebry liniowej ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań w zagadnieniach praktycznych. Przestrzeń macierzy i algebra macierzy rzeczywistych i zespolonych. Podstawowe operacje i własności. Klasy macierzy. Wyznacznik i odwracalność macierzy. Układy równań liniowych, klasyfikacja i metody rozwiązywania. Interpretacja geometryczna rozwiązań. Przestrzenie liniowe, liniowa niezależność, baza, wymiar. Współrzędne wektora w bazie. Transformacje współrzędnych przy zamianie baz. Odwzorowania liniowe i ich macierze. Własności odwzorowań liniowych. Przestrzenie Euklidesowe i unitarne. Ortogonalizacja bazy przestrzeni wektorowej. Diagonalizacja odwzorowań samosprzężonych – rzuty ortogonalne i rozkład spektralny odwzorowania. Przestrzeń dualna, odwzorowania wieloliniowe, podstawy rachunku tensorowego – matematyczne podstawy rachunku Diraca. Wybrane zastosowania algebry: homomorfizm $SU(2)$, $SO(3)$. Algebra CCR. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi algebraicznych do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.
5. Statystyczna analiza danych (wykład, laboratorium): Rozszerzenie wiadomości z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej zdobytych na wstępie do matematyki. Zdarzenia losowe i prawdopodobieństwo (przestrzeń zdarzeń elementarnych, zbiór zdarzeń losowych, miara probabilistyczna, prawdopodobieństwo warunkowe, wzór Bayesa, niezależność zdarzeń). Jednowymiarowe zmienne losowe. Dystrybuanta zmiennej losowej. Zmienne losowe dyskretne i ciągłe – przegląd podstawowych rozkładów. Funkcje zmiennej losowej. Wektory losowe (wielowymiarowe zmienne losowe). Wektor losowy typu dyskretnego i typu ciągłego. Rozkłady brzegowe. Funkcje wektora losowego. Kowariancja i współczynnik korelacji 2ch zmiennych losowych. Macierz kowariancji wektora losowego. Główne problemy wnioskowania statystycznego. Podstawowe pojęcia. Rozkłady prawdopodobieństwa występujące w statystyce. Estymacja punktowa. Własności estymatorów punktowych. Metody konstruowania estymatorów. Estymacja przedziałowa. Konstrukcja przedziałów ufności dla wartości oczekiwanej i wariancji. Testowanie hipotez statystycznych (weryfikacja wybranych hipotez dotyczących wartości oczekiwanej, wariancji, równości wartości oczekiwanych, wariancji dwóch rozkładów normalnych, weryfikacja hipotez dotyczących postaci rozkładu: testy zgodności chi-kwadrat i Kołmogorowa). Wykład połączony z zajęciami laboratoryjnymi, na których student rozwiązuje zadania rachunkowe oraz przeprowadza analizy symulowanych oraz prawdziwych danych za pomocą odpowiedniego oprogramowania komputerowego.

MK_3 (Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej)

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

1. Elementy elektrodynamiki klasycznej (wykład, konwersatorium): Prawo Coulomba dla ładunków punktowych i ciągłych rozkładów ładunku elektrycznego. Prawo Gaussa w próżni w postaci różniczkowej i całkowitej. Potencjał elektrostatyczny. Praca i energia w elektrostatyce. Własności przewodników w ramach elektrostatyki. Prąd elektryczny zasada zachowania ładunku elektrycznego. Siła Lorentza. Prawo Biota-Savarta. Prawo Ampere'a w postaci różniczkowej i całkowitej. Statyczne równania Maxwella. Potencjał wektorowy pola magnetycznego. Dipole elektryczne i magnetyczne. Zjawiska paramagnetyzmu i diamagnetyzmu. Dielektryki ładunki związane. Magnetyzacja, indukowane prądy związane. Prawo Ampere'a w materiałach magnetycznych. Domeny magnetyczne, zjawisko ferromagnetyzmu, pętla histerezy. Prawo Ohma, postać polowa i potencjałowa. Siła elektromotoryczna SEM, prawo strumienia. Indukcja elektromagnetyczna, prawo Faradaya. Prawo Lenza –uniwersalna reguła strumienia. Indukcyjność wzajemna i własna obwodów. Modyfikacja Maxwella dla prawa Ampere'a. Równania Maxwella ze źródłami w próżni i liniowym ośrodku dielektrycznym. Równania Maxwella dla potencjałów, transformacja cechowania, warunek Lorentza. Fale elektromagnetyczne w próżni i liniowym ośrodku dielektrycznym. Potencjały Lienarda-Wiecherta dla ładunku punktowego. Pole elektromagnetyczne dla ładunku punktowego poruszającego się ze stałą prędkością. Promieniowanie ładunku punktowego. Promieniowanie dipola elektrycznego. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.
2. Elementy mechaniki kwantowej (wykład, konwersatorium): Podstawy empiryczne. Polaryzacja fotonów i prawdopodobieństwo. Funkcja falowa jako amplituda prawdopodobieństwa. Zasada superpozycji. Opis stanu w ustalonej chwili. Ewolucja w czasie i równanie Schrödingera. Prąd prawdopodobieństwa. Wielkości fizyczne jako operatory. Przestrzeń Hilberta. Funkcje i wartości własne. Widmo ciągłe i dyskretne. Postulaty Teorii Kwantowej. Oscylator harmoniczny. Moment pędu. Atom wodoru. Notacja Diraca. Twierdzenie Ehrenfesta. Metody przybliżone. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe z możliwością wykorzystania komputerowych narzędzi obliczeniowych.

MK_4 (Narzędzia informatyki)

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

1. Narzędzia komputerowe (wykład, laboratorium): Zajęcia wprowadzają studenta do podstawowych narzędzi komputerowych przydatnych podczas studiowania nauk ścisłych (nie tylko fizyki). Student poznaje darmowe oprogramowanie (które może też używać w domu, a nie tylko w uniwersyteckich laboratoriach) umożliwiające mu tworzenie pracy licencjackiej/dyplomowej jak też i sprawozdań, w których umieści wzory matematyczne, tabele, wykresy oraz grafikę rastrową. Poznane narzędzia pozwolą na także na zapoznanie się z podstawami tworzenia i modyfikacji grafiki rastrowej i wektorowej, szybkie tworzenie wykresów i ich analizę (np. wyliczanie błędów). Studenci poznają też system operacyjny Linux/Unix, który w późniejszych semestrach będzie wielokrotnie wykorzystywany na innych zajęciach. Celem zajęć jest także rozbudowa świadomości informatycznej studenta (usystematyzowanie pojęć

informatycznych, różnic pomiędzy popularnymi systemami operacyjnymi: Windows i Linux). Wykład uzupełniony o praktyczne zajęcia w laboratorium komputerowym.

2. Komputerowe metody obliczeniowe (wykład, laboratorium): Obliczenia w środowisku algebry komputerowej, zagadnienia algebry i analizy matematycznej program Mathematica. Podstawowe informacje o pakiecie Mathematica. Liczby i zmienne. Listy, wektory i macierze. Podstawy grafiki, animacje. Rozwiązywanie zagadnień z zakresu analizy matematycznej. Elementy programowania. Rozwiązywanie równań różniczkowych pierwszego i wyższych rzędów. Rozwiązywanie układów równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. Wielomiany ortogonalne i szeregi Fouriera. Transformaty całkowe. Przykłady obliczeń numerycznych (rozwiązywanie równań, całkowanie, poszukiwanie ekstremów, aproksymacja i interpolacja). Zajęcia w laboratorium komputerowym – ściśle skorelowane z praktycznymi problemami równoległych przedmiotów.
3. Programowanie I (wykład, laboratorium): Podstawy programowania w języku wyższego poziomu: C++. Tworzenie programu w C++. Deklarowanie i użycie zmiennych. Operatory arytmetyczne. Definiowanie i użycie prostych funkcji. Typy złożone (tablice, łańcuchy, wskaźniki). Pętle, wyrażenia relacyjne, instrukcje warunkowe i operatory logiczne. Tworzenie funkcji, rekurencja. Model pamięci, przestrzenie nazw, obiekty i klasy. Klasy i dziedziczenie.
4. Programowanie II (wykład, laboratorium): Doskonalenie sztuki programowania poprzez pracę z obiektami. Do wyboru programowanie w języku java, C++ lub programowanie robotyki w języku C/C++ (Arduino, Raspberry Pi, prosta elektronika).
5. Algorytmy i struktury danych (wykład, laboratorium): Własności wybranych rozwiązań algorytmicznych oraz ich realizacja z wykorzystaniem zaawansowanych struktur danych w obiektowym języku programowania: C++ . Algorytm - sposoby zapisu. Struktury danych i algorytmy - przegląd. Tablice. Złożoność obliczeniowa. Proste algorytmy sortowania. Stosy i kolejki. List powiązane. Rekurencja. Zaawansowane algorytmy sortowania. Drzewa binarne. Sterty. Zrównoważone drzewa binarne. Drzewa niebinarne. Tablice mieszające. Grafy. Typy kontenerów biblioteki STL (C++).
6. Metody numeryczne (wykład, laboratorium): Omówienie wybranych metod analizy, algebry i probabilistyki numerycznej oraz ich implementacja z wykorzystaniem programowania w języku wyższego poziomu. Analiza numeryczna (szukanie zer funkcji jednej zmiennej metodą siecznych, bisekcji, metodą Newtona-Raphsona). Numeryczne całkowanie (kwadratury Newtona-Cotesa, kwadratury Gaussa). Minima funkcji wielu zmiennych (metoda kierunków sprzężonych, metoda gradientów sprzężonych, metoda „annealing”). Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych (metoda Eulera, metody wielokrokowe, niejawne, metoda skokowa, metoda Rungego-Kutty, stabilność algorytmu). Równania różniczkowe cząstkowe (równania eliptyczne – metoda relaksacji, równania hiperboliczne – metoda Laxa, równania paraboliczne – metoda Cranka-Nicholsona, stabilność algorytmów). Równania całkowe. Algebra numeryczna (rozwiązywanie układu równań liniowych metodą eliminacji Gaussa-Jordana, rozkład LU, metody iteracyjne). Układy równań nieliniowych (metody iteracyjne). Wartości własne i wektory własne (metoda Jacobiego dla macierzy symetrycznych). Szybka transformata Fouriera: różniczkowanie, całkowanie (splot, korelacja). Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych (metoda „split operator”). Probabilistyka numeryczna: generatory liczb pseudolosowych o rozkładzie jednostajnym, kwadratura Monte Carlo, konstrukcja generatorów liczb pseudolosowych o rozkładach innych niż jednostajny (algorytmy von Neumanna i Metropolisa), metoda Monte Carlo.

MK_5 (Zastosowania fizyki w medycynie i technice)

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

1. Elektronika (wykład, laboratorium): Zapoznanie studentów z podstawowymi układami elektronicznymi: analogowymi i cyfrowymi, ich zasadą działania i wykorzystaniem w technice pomiarowej. Bierne obwody RC. Złącze p-n. Diody. Wzmacniacze tranzystorowe (bipolarne i unipolarne). Wzmacniacze operacyjne (podstawowe konfiguracje pracy). Komparator. Zasilacze i stabilizatory napięcia. Elementy techniki cyfrowej (podstawowe układy stosowane w technice cyfrowej- bramki, przerzutniki, liczniki). Przetworniki c/a i a/c.
2. Fizyka w medycynie I (wykład): Wykład dotyczy zagadnień fizycznych, które mają znaczenie w opisie funkcjonowania organizmu człowieka oraz w metodach diagnostyki i leczenia. Zagadnienia mechaniki ciała człowieka (siły, którym podlegają mięśnie i kości w różnych sytuacjach, zagadnienia związane ze sprężystością różnych ciał), zagadnienia przepływów w układzie krwionośnym człowieka z wykorzystaniem mechaniki ośrodków ciągłych, a także zagadnienia dyfuzji przez neutralne membrany oraz zjawisko osmozy w płynach ustrojowych. Zagadnienia elektrycznych impulsów w układzie nerwowym (procesy występowania potencjału elektrycznego komórki i jego wpływ na transport jonów w ustroju komórki) oraz elektrycznej aktywności serca (wykorzystanie techniki elektrokardiogramów do badania pracy serca) i mózgu. Detekcji słabych pól magnetycznych towarzyszących elektrycznej aktywności człowieka. Zagadnienie modelowania procesów biologicznych z wykorzystaniem równań różniczkowych. Wykładniczy wzrost i wykładniczy zanik populacji, zagadnienia sprzężenia pomiędzy różnymi procesami oraz stałe czasowe procesów biologicznych. Przykłady zastosowania metody dopasowania zależności funkcyjnych do danych doświadczalnych i uzyskiwanie informacji o wartościach parametrów charakteryzujących dane zjawiska.
3. Fizyka w medycynie II (wykład): Zagadnienia wstępne (rozwoju metod diagnostyki i terapii medycznej wykorzystujących zjawiska fizyczne. Wybrane zagadnienia fizyki jądra atomowego (własności jądra atomowego, rozpady i przemiany promieniotwórcze, przekrój czynny na oddziaływanie). Oddziaływanie promieniowania X i gamma z materią. Oddziaływanie cząstek naładowanych z materią. Obliczanie natężenia promieniowania rozproszonego i absorbowanego (X i gamma). Straty energii cząstek naładowanych na jednostkę długości jej toru. Metody diagnostyczne wykorzystujące promieniowanie X i promieniowanie jądrowe (radiografia, tomografia komputerowa, scyntygrafia, pozytronowa tomografia emisyjna). Metody terapeutyczne wykorzystujące promieniowanie X i promieniowanie jądrowe. Idea i zastosowanie magnetycznego rezonansu jądrowego w diagnostyce medycznej. Elementy fizyki zagrożeń środowiska (hałas, promieniowanie elektromagnetyczne, oświetlenie, promieniowanie jonizujące). Nowoczesne (eksperymentalne) metody diagnostyki i terapii (promieniowanie synchrotronowe, wykorzystanie laserów).
4. Aparatura diagnostyki i terapii medycznej (wykład, laboratorium): Podstawowe testy analityki medycznej oraz zasady działania aparatury do nich wykorzystywanej (morfologia krwi, biochemia, poziom glukozy w płynach ustrojowych, wykorzystanie polarymetru i urometru). Fizyczne podstawy elektrokardiografii. Fizyczne podstawy ultrasonografii. Fizyczne podstawy rentgenodiagnostyki z dokładnym omówieniem zasad działania aparatu RTG. Podstawy działania tomografu rentgenowskiego.

Pozytonowa tomografia emisyjna Wykorzystanie zjawiska rezonansu magnetycznego w obrazowaniu medycznym. W trakcie zajęć laboratoryjnych w zakładach opieki medycznej studenci zapoznają się z praktycznymi podstawowymi testami analityki medycznej, wykonaniem EKG, pomiarami ciśnienia tętniczego krwi, badaniem USG. Wykonują przykładowe zdjęcia RTG. Korzystają z aparatury rehabilitacyjnej do oceny i terapii pacjenta (ocena siły mięśniowej ręki, platforma balansowa, podoskopia). Zapoznają się z aparaturą do densytometrii kości.

MK_6 (Kształcenie praktycznie i specjalistyczne)

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

1. Elementy chemii (wykład, laboratorium): Podstawowe pojęcia i prawa chemii. Materia, pierwiastki, związki, definicja, podział, cechy, przemiany materii. Związki chemiczne, wzory sumaryczne, strukturalne, elektronowe, rezonansowe; podział i nomenklatura związków, podstawowe prawa chemiczne. Reakcje chemiczne, kinetyka reakcji chemicznych, działanie katalizatorów, enzymy. Równowagi chemiczne. Elementy termodynamiki chemicznej. Kwantowo-mechaniczny model budowy atomu. Układ okresowy pierwiastków. Klasyfikacja i charakterystyka wiązań chemicznych. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Ogólna charakterystyka pierwiastków i związków nieorganicznych. Systematyka i nomenklatura związków nieorganicznych. Właściwości chemiczne tlenków, nadtlenki i ponadtlenki. Struktura wody i lodu. Wodorki – podział i właściwości. Właściwości kwasów i zasad, zastosowanie wybranych kwasów oraz ich soli. Hydroliza soli. Roztwory buforowe i ich funkcja w organizmach żywych. Wykład uzupełniony jest o zajęcia w laboratorium chemicznym.
2. Fizjologia komórki i histologia (wykład, laboratorium): Budowa komórki prokariotycznej i eukariotycznej (zasadnicze cechy komórek roślinnych i zwierzęcych). Chemiczne składniki komórek (woda w komórce, właściwości cząsteczek wody, jej funkcje, jony nieorganiczne w komórce i ich znaczenie, małowcząsteczkowe związki organiczne i makrowcząsteczki w komórce). Metabolizm komórkowy – reakcje kataboliczne i anaboliczne. Enzymy i zaktywowane nośniki energii – budowa i rola w regulacji procesów metabolicznych w komórce. Fotosynteza i oddychanie komórkowe jako przykłady reakcji anabolicznych i katabolicznych. Transport przez błony i w obrębie komórki. Komunikacja wewnątrz- i międzykomórkowa. Geny jako nośniki informacji. DNA i chromosomy (replikacja DNA, od DNA do białka, kod genetyczny, kontrola ekspresji genów). Cykl komórkowy i jego regulacja (podział komórek – mitozą i mejozą, starzenie się i śmierć komórek). Różnicowanie się komórek, powstawanie tkanek, podstawowe rodzaje tkanek u ssaków. Płyny ustrojowe (krew i szpik kostny, grupy krwi, czynnik Rh). Odnowa tkanek (komórki macierzyste, klonowanie terapeutyczne). Tkanki nowotworowe. Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne.
3. Anatomia i fizjologia człowieka (wykład, konwersatorium): Tkanki, narządy, układy narządów – organizm człowieka jako całość. Podstawowe układy organizmu człowieka. Mechanizmy obronne organizmu człowieka. Wykład uzupełniony o zajęcia konwersatoryjne.

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

Dozymetria (jednostki dozymetryczne, dawki i moc dawki). Techniki radioterapii (wiązki zewnętrzne – teleradioterapia, źródła źródłkowe – brachyterapia, źródła otwarte – terapia radioizotopowa). Charakterystyka RN stosowanych w różnych technikach radioterapii. Radioterapia konwencjonalna Radioterapia hadronowa Terapia protonowa. Terapia wychwytu neutronów (BNCT). Wykład uzupełniony o zajęcia konwersatoryjne i laboratoryjne.

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

MK_7 (Kształcenie ogólne)

Moduł obejmuje 285 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów, 60 godzin ćwiczeń, 45 godzin konwersatoriów i 120 godzin lektoratów. Przypisano mu 14 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Lektorat języka angielskiego, 2. Wychowanie fizyczne, 3. Etyka i prawo w medycynie, 4. Zarządzanie jakością, 5. Podstawy przedsiębiorczości, 6. Historia fizyki, 7. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej) realizowane są w semestrach 1-4 i 6.

1. Lektorat języka angielskiego (lektorat): Student uczestniczy w kształceniu językowym z języka angielskiego właściwym dla poziomu B2. Lektorat prowadzony przez nauczycieli Studium Praktycznej Nauki Języków Obcych UwB (SPNJO).
2. Wychowanie fizyczne (ćwiczenia): Określa Studium Wychowania Fizycznego i Sportu UwB (SWFiS). Student ma możliwość wyboru sekcji sportowej.
3. Etyka i prawo w medycynie (wykład): Wykład ma łączyć wybrane wątki historyczne w medycynie z jej współczesną problematyką. W trakcie wykładu studenci zapoznają się z różnymi dylematami implikowanymi postępowaniem. Systemy normatywne i ich rola w społeczeństwie; prawo a moralność. Etyka jako dział filozofii; pojęcie aksjologii, etyka opisowa, etyka normatywna, etyka stosowana, główne koncepcje etyczne. Zawody lekarskie i około-lekarskie jako zawody zaufania publicznego; normy w medycynie: podstawy prawne i pozaprawne ich wykonywania. Etos lekarza w kontekście rozważań na temat Kodeksu etyki lekarskiej - rys historyczny etyki w medycynie i współczesne standardy. Rozwój biotechnologiczny w dziedzinie medycyny oraz jego skutki z perspektywy rozważań na temat praw człowieka. Pojęcie i rodzaje eksperymentów medycznych na organizmie ludzkim. Współczesne dylematy moralno-prawne implikowane postępowaniem biotechnologicznym w zakresie medycyny.
4. Zarządzanie jakością (wykład): Celem zajęć jest zapoznanie studentów z teoretycznymi i praktycznymi aspektami zarządzania jakością ze szczególnym uwzględnieniem procedur medycznych. Omówione zostanie zastosowanie koncepcji i narzędzi zarządzania jakością, a także różne podejścia do problematyki zarządzania jakością. Poruszone również zostaną problemy zarządzania zintegrowanego.
5. Podstawy przedsiębiorczości (wykład, konwersatorium): Celem zajęć jest charakterystyka działań przedsiębiorczych i ich uwarunkowań, określenie sposobu działań przedsiębiorcy i przedsiębiorstwa, poznanie środków i sposobów wspomagania przedsiębiorczości i przedsiębiorstw oraz przedstawienie zasad podejmowania działalności gospodarczej w ramach przedsiębiorstwa. Komercjalizacja wyników badań naukowych. W ramach zajęć seminaryjnych studenci referują wybrane problemy szczegółowe.
6. Historia fizyki (konwersatorium): Zajęcia przedstawiają zasadnicze kroki w historycznym rozwoju fizyki w powiązaniu z rozwojem cywilizacyjnym i technologicznym. Początki fizyki, astronomii i matematyki w starożytności. Fizyka średniowieczna. Renesansowy przełom w naukach ścisłych. Fizyka wieku siedemnastego. Oświeceniowe odkrycia w dziedzinie nauk ścisłych. Rozwój przyrodoznawstwa w wieku dziewiętnastym. Pojawienie się nowoczesnej fizyki na przełomie XIX i XX stulecia. Historia zaawansowanej fizyki dwudziestego wieku. Studenci wybierają tematy z listy propozycji przedstawionych przez wykładowcę do samodzielnego opracowania i referowania w trakcie zajęć konwersatoryjnych.
7. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej (wykład): Prawo w działalności naukowo-dydaktycznej, ochrona własności przemysłowej, prawo patentowe i autorskie, zasady zarządzania zasobami własności intelektualnej.

MK_8 (Podsumowanie kształcenia)

Moduł obejmuje 70 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin laboratoriów i 40 godzin seminariów. Przypisano mu 19 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Elementy fizyki współczesnej, 2. Seminarium dyplomowe) realizowane są w semestrze 4 i 6.

1. Elementy fizyki współczesnej (laboratorium): Studenci zostają zapoznani z tematyką badań prowadzonych w zakładach naukowych Wydziału Fizyki. Otrzymują propozycje tematów prac dyplomowych, ustalają formę i zakres zadań objętych pracą.
2. Seminarium dyplomowe (seminarium): Przedmiot jest związany z pisaniem przez studentów pracy licencjackiej. Student referuje zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej. Przedmiot jest realizowany w ścisłej współpracy z opiekunem pracy.

MK_9 (Praktyki zawodowe)

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

MK_10 (Nadobowiązkowy)

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

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

Uwaga: Następujące przedmioty z modułów 1-5 realizowane na specjalności fizyka (ogólna) w języku angielskim mogą być wybrane przez studenta i zaliczone na specjalizacji Fizyka medyczna: Wstęp do fizyki, Mechanika, Rachunek niepewności pomiarowych, Termodynamika, Astronomia, Budowa materii, Wstęp do matematyki, Algebra z geometrią, Elementy elektrodynamiki klasycznej, Elementy mechaniki kwantowej, Narzędzia komputerowe, Komputerowe metody obliczeniowe, Programowanie I, Programowanie II, Algorytmy i struktury danych, Metody numeryczne, Elektronika, Historia fizyki, Elementy fizyki współczesnej. „Przedmiot na innym kierunku” z modułu nadobowiązkowego **może** być realizowany w języku angielskim.

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

Przedmioty do wyboru na kierunku Fizyka: Studenci mają prawo dokonać indywidualnego wyboru przedmiotu realizowanego przez pracowników Wydziału. Po złożeniu przez studenta pisemnej deklaracji w pierwszych dwóch tygodniach dziekan wydaje zgodę, aby przedmiot został umieszczony w programie studiów studenta i staje się obowiązkowy. Lista przedmiotów do wyboru znajduje się w tabeli poniżej.

LISTA PRZEDMIOTÓW DO WYBORU

Studenci mają prawo dokonać indywidualnego wyboru przedmiotu realizowanych na Wydziale Fizyki w ramach niżej określonych zasad

Rok studiów	Przedmiot/y na specjalności fizyka medyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka medyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka gier komputerowych i robotów	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka (ogólna)	ECTS
1	Rachunek różniczkowy i całkowy I – sem.1 + Rachunek różniczkowy i całkowy II – sem.2	5+6					Analiza matematyczna I – sem.1 + Analiza matematyczna II – sem.2	8+7
	Mechanika – sem.2	8					Mechanika – sem.2	10
2	Elektryczność i magnetyzm z optyką – sem.3	8					Elektryczność i magnetyzm – sem.3	10
	Termodynamika – sem.3	8					Termodynamika –	10
	Elementy elektrodynamiki klasycznej – sem.4	6					Elementy elektrodynamiki klasycznej – sem.4	9
	Astronomia – sem.4	2			Wstęp do astronomii – sem.4	2	Astronomia – sem.5	3
	Praktyki zawodowe – sem.4	4	Praktyki zawodowe – sem.4	4				
3	Budowa materii – sem.5	6					Budowa materii – sem.5	8
	Elementy mechaniki kwantowej – sem.5	6					Elementy mechaniki kwantowej – sem.5	9
	Historia fizyki – sem.6	3			Historia nauki – sem.5	3		
	Seminarium dyplomowe – sem.6	16	Seminarium dyplomowe – sem.6	16				

Po złożeniu przez studenta pisemnej deklaracji w pierwszych dwu tygodniach zajęć przedmiot staje się obowiązkowy.

PROGRAM STUDIÓW - Część A

I INFORMACJE OGÓLNE

1. Umiejscowienie kierunku w dyscyplinach naukowych, do których odnoszą się efekty uczenia się: nauki fizyczne, astronomia, automatyka, elektronika i elektrotechnika, matematyka, informatyka, nauki prawne, nauki o zarządzaniu i jakości, nauki o bezpieczeństwie, nauki o kulturze fizycznej, językoznawstwo, historia.

2. Nazwa kierunku: Fizyka

3. Oferowane specjalności: Fizyka gier komputerowych i robotów

4. Poziom kształcenia: Studia pierwszego stopnia

5. Profil kształcenia: Ogólnoakademicki

6. Forma studiów: Stacjonarne

7. Liczba semestrów: 6

8. Łączna liczba punktów ECTS konieczna do uzyskania kwalifikacji odpowiadających poziomowi kształcenia: 184

9. Łączna liczba godzin dydaktycznych: 2185

10. Program uchwalony na posiedzeniu RW w dniu 25/02/2019, obowiązujący od roku akademickiego: 2019/2020

II MODUŁY KSZTAŁCENIA

Moduł (kod modułu, nazwa modułu:)	Efekty uczenia się Wiedza Umiejetności Kompetencje społeczne (symbole)	Metody kształcenia oraz Sposoby weryfikacji	Przedmioty/moduły	WSKAŹNIKI ILOŚCIOWE - Punkty ECTS w ramach zajęć:									
				liczba punktów ECTS za przedmiot/moduł	wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	z zakresu nauk podstawowych właściwych dla danego kierunku studiów, do których odnoszą się efekty uczenia się dla danego kierunku, poziomu i profilu kształcenia	zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie/dyscyplinach do których przyporządkowany jest kierunek studiów	z obszarów nauk humanistycznych i nauk społecznych (min. 5 pkt ECTS)	- dla kierunków z innych obszarów nauk **	z języka obcego (lektorat)	z praktyk zawodowych	do wyboru	
MK_1 (Podstawy fizyki)	K_W01,K_W02, K_W03 K_W04, K_W05, K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_W12, K_W13, K_W14,K_W15, K_W16, K_W17, K_W18, K_W19, K_W20, K_W29, K_U01, K_U02, K_U06, K_U07,K_U08, K_U09,K_U10, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14, K_U15,K_U16, K_U17, K_U18, K_U1, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Wstęp do fizyki / Introduction to Physics *	8,0	5,4	8,0	1,2					8,0	
			Mechanika / Classical Mechanics *	8,0	5,4	8,0	1,2						8,0
			Elektrodynamiczność i magnetyzm / Electricity and Magnetism*	8,0	5,4	8,0	1,2						8,0
			Termodynamika / Thermodynamics *	6,0	3,6	6,0	0,6						6,0
			Dynamika układów złożonych	5,0	4,2	5,0	0,6						
			Wstęp do astronomii / Introduction to Astronomy	2,0	1,8	2,0	0,6						2,0
			Optyka i fale	6,0	4,2	6,0	1,2						
			Budowa materii	6,0	4,2	6,0	0,6						6,0
			Obliczeniowa dynamika płynów	6,0	3,6	6,0	1,2						
			suma	55,0	37,8	55,0	8,4			0,0	0,0	0,0	0,0

MK_2 (Narzędzia matematyki)	K_W06, K_W07, K_W23, K_W24, K_W26, K_U03, K_U04, K_U05, K_U22, K_U24, K_U25, K_K01, K_K03, K_K05	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i /lub pisemnej	Wstęp do matematyki / Introduction to Mathematics*										5,0	3,6	5,0	0,0					
			Rachunek różniczkowy i całkowy I										5,0	4,2	5,0	0,6					5,0
			Rachunek różniczkowy i całkowy II										6,0	4,8	6,0	0,6					6,0
			Algebra / Algebra and Geometry*										6,0	4,8	6,0	0,6					6,0
			Metody numeryczne i algorytmy										6,0	4,2	6,0	1,8					
			suma										28,0	21,6	28,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0
			Systemy operacyjne										4,0	2,4	4,0	1,2					
			Programowanie strukturalne										4,0	2,4	4,0	1,2					
			Programowanie obiektowe										4,0	2,4	4,0	1,2					
			Modelowanie 3D										3,0	1,8	3,0	1,2					
Programowanie równoległe										3,0	2,4	3,0	1,2								
suma										18,0	11,4	18,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
MK_3 (Narzędzia informatyki)	K_W23, K_W24, K_W25, K_W26, K_U22, K_U23, K_U24, K_U25, K_K01, K_K02, K_K03	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i /lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Grafika komputerowa 2D										2,0	1,8	2,0	1,2					
			Programowanie skryptowe										5,0	3,0	5,0	1,8					
			Wstęp do elektroniki										4,0	3,0	4,0	1,8					4,0
			Wizualizacja danych										2,0	1,8	2,0	1,2					
			Programowanie mikroprocesorów										4,0	2,4	4,0	1,2					
			Programowanie gier 2D										3,0	2,4	3,0	1,8					
			Programowanie grafiki 3D										5,0	3,0	5,0	1,8					
			Obliczeniowa fizyka gier										5,0	3,0	5,0	1,8					
			Komputery SBC										5,0	3,0	5,0	1,8					
			Programowanie LabView										3,0	2,4	3,0	0,6					
MK_4 (Kształcenie praktyczne i specjalistyczne)	K_W01, K_W23, K_W24, K_W25, K_W26, K_W27, K_W28, K_U22, K_U23, K_U24, K_U25, K_U26, K_U27, K_K01, K_K02, K_K03	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i /lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Sygnały i systemy										4,0	3,0	4,0	1,8					
			Projektowanie i druk 3D										3,0	2,4	3,0	1,2					
			Programowanie gier 3D										3,0	2,4	3,0	1,8					
			Internet rzeczy (IoT)										2,0	1,8	2,0	1,8					
			suma										50,0	35,4	50,0	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0

MK ₅ (Kształcenie ogólne)	K_W30, K_W31, K_U28, K_U29, K_K02, K_K03, K_07	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy	Lektorat języka angielskiego	6,0	4,8	6,0				6,0			
			Wychowanie fizyczne	0,0	0,0	0,0							0,0
			Etyka i prawo w informatyce	1,0	1,0	1,0						1,0	
			Inżynieria oprogramowania	1,0	1,0	1,0						1,0	
			Historia nauki / History of Physics *	3,0	1,8	3,0						3,0	3,0
			Podstawy przedsiębiorczości	2,0	2,0	2,0						2,0	
			Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej	1,0	1,0	1,0						1,0	
MK ₆ (Podsumowanie kształcenia)	K_W04, K_W05, K_U01, K_U02, K_K01, K_K03, K_K04, K_K05, K_K06	Zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	suma	14,0	11,6	14,0	0,0	8,0	6,0	0,0	0,0	3,0	3,0
			Elementy fizyki współczesnej	3,0	1,8	3,0		1,2					
			Seminarium dyplomowe	16,0	3,2	16,0		12,8					16,0
MK ₇ (Nadobowiązki)		Zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	suma	19,0	5,0	19,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	16,0
			Przedmiot monograficzny *	a	a	a							a
			Przedmiot na innym kierunku*	a		a							a
			suma	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			ŁĄCZNA LICZBA punktów ECTS ZE WSZYSTKICH MODUŁÓW	184,0	122,8	184,0	53,6	8,0	6,0	0,0	6,0	0,0	72,0

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim. Zajęcia po angielsku z modułów 1-5 mogą być realizowane na specjalności "Fizyka".

** Dotyczy kierunków, które nie są przypisane do obszaru nauk humanistycznych lub społecznych.

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

III WSKAŹNIKI PROCENTOWE

1. Procentowy udział punktów ECTS za zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	67%
2. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów/przedmiotów do wyboru (min. 30%):	40%
3. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji zajęć w języku obcym (w łącznej liczbie punktów ECTS przewidzianych programem studiów): a) zajęć obligatoryjnych, które mogą być realizowane w języku obcym	a) 25%
4. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć kształtujących umiejętności praktyczne, dla kierunków o profilu praktycznym (powyżej 50%):	nie dotyczy
5. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie/dyscyplinach do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla kierunków o profilu ogólnoakademickim (powyżej 50%):	60,5%

6. Procentowy udział punktów ECTS uzyskanych w skutek realizacji modułów zajęć związanych z poszczególnymi dyscyplinami naukowymi, do których odnosi się program studiów:		60,5%
a) nauki fizyczne		
b) astronomia		0,5%
c) automatyka, elektronika i elektrotechnika		1,1%
d) matematyka		9,8%
e) informatyka		21,9%
f) nauki prawne		1,1%
g) nauki o zarządzaniu i jakości		0,8%
h) nauki o bezpieczeństwie		0,2%
i) nauki o kulturze fizycznej		0,0%
j) językoznawstwo		3,3%
k) historia		0,8%
IV WARUNKI UKOŃCZENIA STUDIÓW ORAZ UZYSKIWANY TYTUŁ ZAWODOWY		
Uzyskanie co najmniej 184 ECTS, zdanie egzaminu dyplomowego. Absolwent uzyskuje tytuł zawodowy licencjata.		

PROGRAM STUDIÓW - Część B

1. Nazwa kierunku: Fizyka
2. Poziom kształcenia: studia pierwszego stopnia
3. Profil kształcenia: ogólnoakademicki
4. Specjalność: Fizyka Gier Komputerowych i Robotów

TREŚCI PROGRAMOWE MODUŁÓW

MK_1 (Podstawy fizyki)

Moduł obejmuje 585 godziny dydaktyczne, w tym 210 godzin wykładów, 165 godzin konwersatoriów i 210 godzin laboratoriów. Przypisano mu 55 punkty ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Wstęp do fizyki, 2. Mechanika, 3. Elektryczność i magnetyzm, 4. Termodynamika, 5. Dynamika układów złożonych, 6. Wstęp do astronomii, 7. Optyka i fale, 8. Budowa materii, 9. Obliczeniowa dynamika płynów) realizowane są w semestrach 1-6.

1. Wstęp do fizyki (wykład, konwersatorium, laboratorium): Zapoznanie z podstawowymi zjawiskami fizycznymi i naukową metodą badań fizycznych oraz podstawowymi wielkościami fizycznymi i ich jednostkami. Zasady zachowania w fizyce. Fizyka klasyczna i kwantowa. Wykład uzupełniony jest pokazami związanymi z tematyką zajęć. Na zajęciach laboratoryjnych studenci przeprowadzają proste doświadczenia i przygotowują raporty z analizą niepewności pomiarowych.
2. Mechanika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia, zasady i teorie fizyczne funkcjonujące na gruncie fizyki klasycznej (formalizm mechaniki punktu materialnego i bryły sztywnej, podstawowe zasady zachowania w przyrodzie, oddziaływania grawitacyjne, statyka i dynamika płynów, fale sprężyste). Zrozumienie znaczenia eksperymentu fizycznego jako sposobu weryfikacji koncepcji teoretycznych. Wykład uzupełniony jest pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi, na których studenci samodzielnie przeprowadzają doświadczenia z mechaniki o niewielkim stopniu złożoności.
3. Elektryczność i magnetyzm (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawowe pojęcia oraz formalizm związany z opisem źródeł pola elektrycznego, magnetycznego i elektromagnetycznego. Podstawowe zjawiska elektromagnetyczne. Prawo Coulomba, twierdzenie Gaussa-Ostrogradskiego, Stokesa, równanie Poissona, Laplace'a, prawo Biota-Savarta i Ampera, Prawa przepływu prądu elektrycznego, efekt Halla, równania Maxwella, obwody prądu zmiennego, drgania wymuszone, pole elektryczne i magnetyczne w materii. Wykład uzupełniony jest pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
4. Termodynamika (wykład, konwersatorium, laboratorium): Formalizm opisu i metody jakościowej i ilościowej analizy układów wielu ciał. Zasady termodynamiki. Elementy fizyki statystycznej. Wstęp do fizyki przejść fazowych. Wykład uzupełniony pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi z wykorzystaniem komputerowych narzędzi obliczeniowych oraz zajęciami laboratoryjnymi.
5. Dynamika układów złożonych (wykład, konwersatorium, laboratorium): Przedmiotem zajęć będą zastosowania mechaniki klasycznej do opisu układów złożonych z wielu obiektów. Poczynając od dynamiki oddziałujących punktów materialnych, poprzez układy punktów z więzami, dynamikę swobodnej bryły sztywnej w 2D i 3D, dynamikę bryły sztywnej z więzami, dynamikę stykających się brył sztywnych. Kończąc

na układach mieszanych, gdzie wyżej wymienione obiekty mogą ulegać oddziaływaniu na odległość lub ulegać kolizji.

6. Wstęp do astronomii (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do astronomii współczesnej. Podstawowe pojęcia dotyczące Układu Słonecznego, gwiazd, galaktyk i kosmologii. Prawa Keplera, prawo Hubble'a. Wykład uzupełniony pokazami i filmami np. symulacje komputerowe ewolucji Wszechświata, zderzenia galaktyk. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci rozwiązują zadania rachunkowe.
7. Optyka i fale (wykład, konwersatorium, laboratorium): Powstawanie obrazu optycznego z uwzględnieniem konsekwencji falowej natury światła: odbicia, załamania, spójności, interferencji, dyfrakcji, polaryzacji, rozpraszania i innych oddziaływań światła z materią. Podstawowe elementy optyczne wraz z ich wykorzystaniem w przyrządach optycznych. Optyka kwantowa. Wykład uzupełniony jest pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi związanymi z tematyką przedmiotu.
8. Budowa materii (wykład, konwersatorium, laboratorium): Wprowadzenie do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych (podstawowe wiadomości o jądrach atomowych, wybrane modele struktury jądra atomowego, przemiany i reakcje jądrowe, promieniotwórczość, pochodzenie pierwiastków, elementy Modelu Standardowego), fizyki atomu i cząsteczek (funkcje falowe atomu wodoru, moment magnetyczny atomu, atomy w polu magnetycznym i elektrycznym, struktura atomów wieloelektrodowych, laser), fizyki ciała stałego (pasma energetyczne, nadprzewodnictwo, wiązania chemiczne, własności magnetyczne ciał stałych) oraz podstawowych oddziaływań w przyrodzie. Wykład uzupełniony pokazami, ćwiczeniami rachunkowymi i zajęciami laboratoryjnymi.
9. Obliczeniowa dynamika płynów (wykład, laboratorium): W pierwszej części wykładu omówione zostaną podstawy fizyczne pozwalające badać dynamikę płynów (cieczy i gazów) oraz wprowadzony zostanie niezbędny aparat matematyczny. Następnie wprowadzimy równania matematyczne modelujące ruch cieczy i gazów. Najobszerniejsza część wykładu dotyczyć będzie algorytmów numerycznych (bazujących na metodach różnicowych, metodzie "cząstek w komórce", "cząstek znaczonych", czy też metodzie elementu skończonego) umożliwiającących analizę zachowania cieczy i gazów w obecności zewnętrznych sił.

MK_2 (Narzędzia matematyki)

Moduł obejmuje 345 godzin dydaktycznych, w tym 105 godzin wykładów, 150 godzin konwersatoriów i 90 godzin laboratoriów. Przypisano mu 28 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Wstęp do matematyki, 2. Rachunek różniczkowy i całkowy I, 3. Rachunek różniczkowy i całkowy II, 4. Algebra, 5. Metody numeryczne i algorytmy) realizowane są w semestrach 1-3.

1. Wstęp do matematyki (wykład, konwersatorium): Wybrane zagadnienia matematyki elementarnej. Podstawowe wiadomości z logiki i teorii mnogości. Indukcja matematyczna. Równania i nierówności algebraiczne. Własności i wykresy funkcji elementarnych. Funkcja wykładnicza. Logarytm. Funkcje trygonometryczne i cyklometryczne. Podstawowe wiadomości o liczbach zespolonych. Wektory. Elementy geometrii analitycznej. Prosta, płaszczyzna, krzywe stożkowe. Elementy kombinatoryki. Elementarny wstęp do rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe: studenci samodzielnie rozwiązują zadania służące wyrobieniu biegłości rachunkowej, wykształceniu krytycznego myślenia i samodzielnego formułowania problemów.
2. Rachunek różniczkowy i całkowy I (wykład, konwersatorium): Podstawy analizy matematycznej funkcji jednej zmiennej rzeczywistej. Zbiór liczb rzeczywistych i jego

podzbiory. Ciągi i szeregi liczbowe. Liczba Eulera e . Funkcje jednej zmiennej. Granica funkcji, ciągłość, różniczkowalność. Pochodne funkcji elementarnych. Pochodna funkcji złożonej. Pochodna funkcji odwrotnej. Szereg Taylora. Ekstrema lokalne i ekstrema globalne. Badanie funkcji jednej zmiennej rzeczywistej. Obliczanie całek nieoznaczonych. Całka oznaczona (całka Riemanna). Metody przybliżone obliczania całek. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi analizy do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.

3. Rachunek różniczkowy i całkowy II (wykład, konwersatorium): Funkcje wielu zmiennych i równania różniczkowe zwyczajne. Pochodna cząstkowa i pochodna kierunkowa. Ekstrema lokalne i globalne funkcji dwóch zmiennych. Funkcje uwikłane. Podstawy teorii krzywych w przestrzeni. Krzywizna. Całki podwójne, potrójne oraz ich zastosowania. Zamiana zmiennych, jacobian. Obliczanie gradientu, rotacji, dywergencji. Całki krzywoliniowe (praca, krążenie pola wzdłuż krzywej). Całki powierzchniowe (strumień pola). Twierdzenia Greena, Gaussa i Stokesa. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. Rozwiązywanie równań liniowych o stałych współczynnikach. Równania liniowe niejednorodne. Układy równań, metoda macierzowa. Zastosowania równań różniczkowych w fizyce.
4. Algebra (wykład, konwersatorium): Podstawy algebry liniowej. Liczby zespolone i ich własności. Wektory, macierze: podstawowe operacje i własności. Wyznacznik macierzy. Macierz odwrotna. Układy równań liniowych: metody rozwiązywania, interpretacja geometryczna. Przestrzenie liniowe, liniowa niezależność, baza, wymiar. Transformacje współrzędnych przy zmianie bazy. Odwzorowania liniowe i ich macierze (przykłady geometryczne: rzuty i obroty). Wektory i wartości własne. Diagonalizacja macierzy. Przestrzenie euklidesowe i unitarne. Ortogonalizacja bazy. Macierze hermitowskie, ortogonalne i unitarne. Kwaterniony. Formy kwadratowe, kwadryki. Wykład uzupełniony o ćwiczenia rachunkowe służące wyrobieniu biegłości w stosowaniu narzędzi algebraicznych do formułowania i rozwiązywania problemów praktycznych.
5. Metody numeryczne i algorytmy (wykład, laboratorium): Wykład oraz laboratorium mają na celu zaznajomić studentów z podstawowymi metodami analizy, algebry oraz probabilistyki numerycznej. Podejmowane tematy i zagadnienia: 1) Analiza numeryczna: szukanie zer funkcji jednej zmiennej, numeryczne całkowanie, minima funkcji wielu zmiennych, równania różniczkowe zwyczajne, równania różniczkowe cząstkowe, równania całkowe. 2) Algebra numeryczna: rozwiązywanie układu równań liniowych, układy równań nieliniowych, wartości własne i wektory własne. 3) Szybka transformata Fouriera: różniczkowanie, całkowanie, rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych. 4) Probabilistyka numeryczna: generatory liczb pseudolosowych o rozkładzie jednostajnym, kwadratura Monte Carlo, konstrukcja generatorów liczb pseudolosowych o rozkładach innych niż jednostajny, metoda Monte Carlo.

MK_3 (Narzędzia informatyki)

Moduł obejmuje 210 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów i 150 godzin laboratoriów. Przypisano mu 18 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Systemy operacyjne, 2. Programowanie strukturalne, 3. Programowanie obiektowe, 4. Modelowanie 3D, 5. Programowanie równoległe) realizowane są w semestrach 1-2, 4 i 6.

1. Systemy operacyjne (wykład, laboratorium): Zajęcia rozbudowują wiedzę informatyczną studenta, przygotowują go do pracy w systemie operacyjnym Linux/Unix oraz do świadomego użytkownika systemu rodziny Windows. Poznawane są kluczowe

mechanizmy systemów operacyjnych (menadżer pamięci, zarządzanie operacjami wejścia-wyjścia, wielozadaniowość), a także te niskopoziomowe aspekty pracy komputera - jak przerwania sprzętowe/programowe czy też systemy plików. Wszystko to pozwoli studentowi kontynuować pracę z dziedziny IT na kolejnych semestrach (np. podczas programowania, metod numerycznych czy zajęć z komputerami jednopłytkowymi - Raspberry Pi) oraz podczas zajęć z mikrokontrolerów / internetem rzeczy (zajęcia prowadzone na platformie Arduino). Ponieważ są to zajęcia na pierwszym semestrze, nie jest wymagane wcześniejsza znajomość systemu Linux/Unix ani zaawansowane użytkowanie Windowsów.

2. Programowanie strukturalne (wykład, laboratorium): Celem przedmiotu jest nauczanie podstaw programowania komputerów przy wykorzystaniu imperatywnego języka wysokiego poziomu. Poza opanowaniem podstawowych technik programistycznych ważne jest również, aby nauczyć właściwej metodologii rozwiązywania problemów poprzez tworzenia prostych algorytmów i ich realizację w paradygmacie programowania strukturalnego. Przedmiot powinien umożliwić studentom samodzielne tworzenie programów wykorzystujących podstawowe typy danych, a także korzystających z dynamicznego zarządzania pamięcią, podprogramów i rekurencji. Zajęcia będą prowadzone w oparciu o język C.
3. Programowanie obiektowe (wykład, laboratorium): Celem zajęć jest zapoznanie studentów z paradygmatem programowania obiektowego. Pierwszym etapem będzie wprowadzenie pojęcia obiektu i idei zamknięcia danych i mechanizmów istotnych dla wewnętrznego działania obiektu w postaci implementacji obiektu, a odsłonięcia danych i mechanizmów istotnych dla użytkownika obiektu w postaci interfejsu obiektu. Zostaną omówione zasady tworzenia obiektów za pomocą kompozycji i hierarchii obiektów za pomocą dziedziczenia. W następnym etapie zostanie omówiony mechanizm polimorfizmu jako istotny mechanizm pozwalający na rozbudowę programu o nowe elementy. Na zakończenie zostaną wprowadzone szablony i paradygmat programowania uogólnionego. Zajęcia będą kontynuacją programowania strukturalnego i będą prowadzone w języku C++.
4. Modelowanie 3D (laboratorium): Zajęcia skupiają się na jednym narzędziu pracy - programie Blender. Wybór tego konkretnego rozwiązania podyktowany jest wieloma czynnikami - jest to program wieloplatformowy (działa w systemie Linux, Unix, Windows), darmowy (w tym do wykorzystania w pracy komercyjnej) oraz bardzo rozbudowany i oferujący mnóstwo możliwości. Student poznaje podstawowe techniki modelowania trójwymiarowego i teksturowania. Omawiane są podstawy animacji. Cała poznana wiedza nie ogranicza się jedynie do tego konkretnego narzędzia pracy - student po zaliczeniu przedmiotu w łatwy sposób może przesiąść się na inny program do modelowania. Zdobyta wiedza może być wykorzystana w pracy jako grafik komputerowy, ale także jako projektant modeli (w tym także drukowanie 3D). Zaliczenie zajęć polega na stworzeniu większego projektu (projekt pomieszczenia - np. kuchni, projekt martwej natury - np. samochodu), którego może stanowić portfolio studenta. Takie portfolio student będzie mógł zaprezentować potencjalnemu pracodawcy po skończeniu studiów.
5. Programowanie równoległe (wykład, laboratorium): Celem zajęć jest poznanie podstawowych architektur umożliwiających obliczenia równoległe i nauczanie się pisania programów wykorzystujących możliwości tych maszyn. Na zajęciach zostanie omówione programowanie równoległe na maszyny z pamięcią współdzieloną, rozproszoną i programowanie kart graficznych. Odpowiednio zostaną użyte otwarte i dobrze ugruntowane standardy: OpenMP, MPI, OpenCL i CUDA.

MK_4 (Kształcenie praktycznie i specjalistyczne)

Moduł obejmuje 690 godzin dydaktycznych, w tym 135 godzin wykładów, 15 godzin konwersatoriów i 540 godzin laboratoriów. Przypisano mu 50 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Grafika komputerowa 2D, 2. Programowanie skryptowe, 3. Wstęp do elektroniki, 4. Wizualizacja danych, 5. Programowanie mikroprocesorów, 6. Programowanie gier 2D, 7. Programowanie grafiki 3D, 8. Obliczeniowa fizyka gier, 9. Komputery SBC, 10. Programowanie LabView, 11. Sygnały i systemy, 12. Projektowanie i druk 3D, 13. Programowanie gier 3D, 14. Internet rzeczy (IoT)) realizowane są w semestrach 1-6.

1. Grafika komputerowa 2D (laboratorium): Celem przedmiotu jest poznanie podstaw tworzenia i obróbki dwuwymiarowej grafiki rastrowej i wektorowej. W przypadku grafiki rastrowej główny nacisk położony będzie na edycję istniejącego obrazu i poznanie typowych narzędzi do tego wykorzystywanych. W przypadku grafiki wektorowej skoncentrujemy się na tworzeniu od podstaw obrazów wektorowych poczynając od szkicu, poprzez trasowanie i dalszą edycję do gotowego obrazu wektorowego. W zajęciach zostaną wykorzystane darmowe i ogólnodostępne narzędzia (Linux, Windows, Mac OS X) takie jak Gimp, Luminance HDR i Inkscape.
2. Programowanie skryptowe (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do programowania w popularnych językach skryptowych takich jak: Python, JavaScript, LUA, LibreOffice Basic, AutoIt. Wykorzystanie języków skryptowych do tworzenia dynamicznych stron internetowych, graficznych interfejsów użytkownika, sterowania aplikacjami poprzez ich API. Wykorzystywanie wybranych bibliotek programistycznych do tworzenia animacji, przetwarzania obrazu, wizualizacji danych, obliczeń naukowych. Pisanie skryptów powłoki.
3. Wstęp do elektroniki (wykład, laboratorium): Zapoznanie studentów z podstawowymi układami elektronicznymi: analogowymi i cyfrowymi, ich zasadą działania i wykorzystaniem w technice pomiarowej. Bierne obwody RC. Diody. Wzmacniacze tranzystorowe (bipolarne i unipolarne - MOSFET). Wzmacniacze operacyjne (podstawowe konfiguracje pracy). Komparator. Zasilacze i stabilizatory napięcia. Elementy techniki cyfrowej (podstawowe układy). Przetworniki c/a i a/c.
4. Wizualizacja danych (laboratorium): W erze niezwykle szybkiego rozwoju komputerów – ich mocy obliczeniowej, pojemności pamięci operacyjnej i dostępności przestrzeni na przechowywanie danych – pojawia się możliwość dokładnego opisu zjawisk nas otaczających poprzez pomiar czy symulację. To prowadzi do pojawienia się bardzo dużej ilości danych, które wymagają interpretacji. Często nieporównanym sposobem na to by szybko zrozumieć co się dzieje jest przedstawienie tych danych w postaci graficznej. To nazywamy wizualizacją danych. Przedmiotem zajęć jest wizualizacja danych różnych typów takich jak dane skalarne, wektorowe i tensorowe w 1D, 2D i 3D. Dane prezentowane będą w postaci zwykłych wykresów 2D, wykresów 3D: gęstości, konturowych, powierzchni 3D, wykresów wektorowych i wykresów izo-powierzchni. W przypadku niektórych danych techniki mogą być łączone. W końcu tworzone będą pojedyncze obrazy jak i całe sekwencje, które następnie posłużą do stworzenia animacji. Podstawowym narzędziem będzie język Python z użyciem bibliotek NumPy (numeryczna biblioteka Pythona), SciPy (naukowa biblioteka Pythona), Matplotlib (biblioteka Pythona do robienia wykresów) oraz TVTK i Mayavi (biblioteki Pythona do zaawansowanej wizualizacji danych 3D).
5. Programowanie mikroprocesorów (wykład, laboratorium): Zajęcia obejmują programowanie mikroprocesorów i różnych czujników elektronicznych. Skupiamy się na platformie Arduino UNO i na środowisku Arduino IDE. Zajęcia wykorzystują wiedzę studenta z umiejętności programowania w C/C++, podstaw elektroniki i fizyki. Duży

nacisk zostaje położony na część praktyczną – pracy w laboratoriach. Studenci będą mieli okazję sterować silnikami prądu stałego (w tym serwo mechanizmami, silnikami krokowymi), czujnikami ruchu, czujnikami pola magnetycznego i innymi. Omawiana będzie komunikacja bezprzewodowa pomiędzy mikrokontrolerami – Bluetooth, sieć radiowa, sieć Wi-Fi. Student poznaje także Processing jako narzędzie do wizualizacji pomiarów wykonywanych przez Arduino.

6. Programowanie gier 2D (laboratorium): Celem zajęć jest wprowadzenie studenta w świat tworzenia gier z wykorzystaniem silnika fizyki Box2D. Podczas zajęć student dowie się jak: tworzyć obiekty (np. cząsteczki) i jak je wyświetlić (m.in z wykorzystaniem środowiska Processing), nadawać właściwości fizyczne obiektom (gęstość, tarcie, współczynnik odbicia, itp.), tworzyć powierzchnie (teren, podłoże), tworzyć obiekty o nieregularnym kształcie, tworzyć obiekty złożone z kilku innych („sprężynki”, mosty łańcuchowe), generować obiekty w sposób losowy, dodawać „silnik” wprawiający zadany obiekt w ruch obrotowy, przesuwać obszarem gry, wprowadzać siłę oddziaływującą na obiekty (np. „wiatr”), przedstawić w sposób graficzny przestrzeń fazową ramion wahadła podwójnego.
7. Programowanie grafiki 3D (wykład, laboratorium): Wiele współczesnych aplikacji prezentuje dane w postaci graficznej, czyli wizualizuje dane. Typowymi przykładami takich aplikacji są gry komputerowe, aplikacje do modelowania 3D, CAD, czy też aplikacje obsługujące urządzenia medyczne takie jak USG czy tomograf. Oczywiście to tylko nieliczne przykłady. We wszystkich tych zastosowaniach grafika wyświetlana jest w czasie rzeczywistym i w interakcji z użytkownikiem aplikacji. To wymaga napisania tak zwanego silnika graficznego, czyli części aplikacji odpowiedzialnej za szybkie wyświetlanie grafiki w czasie rzeczywistym. Przedmiotem tych zajęć jest programowanie silnika graficznego aplikacji. Do tego potrzebne jest poznanie i umiejętność zastosowania podstawowych koncepcji stojących za tworzeniem i renderowaniem sceny 3D takich jak modelowanie, transformacje, rzutowanie, oświetlenie, teksturowanie i kilka innych. By to osiągnąć będzie wykorzystana otwarta biblioteka graficzna OpenGL (ang. Open Graphics Library). Jest to biblioteka do tworzenia grafiki 2D i 3D ze sprzętowym wsparciem przyspieszania operacji graficznych ze strony producentów kart graficznych. Dzięki temu skomplikowane sceny mogą być wyświetlane w czasie rzeczywistym. Inna zaletą tej biblioteki jest jej przenośność. Działa ona praktycznie na każdej obecnej na rynku platformie sprzętowej i ma porty do większości języków programowania. Biblioteka ta udostępnia zarówno ustaloną ścieżkę renderowania (stary sposób programowania grafiki za pomocą zamkniętego zestawu funkcji dostępnych w bibliotece) jak i nowoczesne podejście za pomocą podprogramów modyfikujących wierzchołki i piksele (ang. vertex shader, pixel shader). W końcu biblioteka ta współpracuje z najnowszym standardem w dziedzinie przyspieszania renderowania grafiki jakim jest standard Vulkan ogłoszony przez grupę Khronos 16 lutego 2016.
8. Obliczeniowa fizyka gier (wykład, laboratorium): Przedmiot ma być syntezą wcześniej zdobytej wiedzy z zakresu fizyki, matematyki, programowania, algorytmów i metod numerycznych oraz programowania grafiki 3D. Celem zajęć będzie zaprojektowanie i zaprogramowanie kilku działających silników fizycznych z wizualizacją w czasie rzeczywistym. Przykładowe układy, które będą użyte to: swobodne i oddziałujące punkty materialne, punkty materialne z więzami, swobodna bryła sztywna, bryła sztywna z więzami, układ złożony z bryły sztywnej i punktów materialnych. Na bazie tych układów będą tworzone prototypy gier takich jak bilard, symulatory jazdy pojazdem jednośladowym, dwuśladowym, symulatory pojazdów latających i pływających.
9. Komputery SBC (wykład, laboratorium): Zajęcia uczą pracy z wykorzystaniem komputera jednopłytkowego Raspberry Pi. Na zajęciach student zapozna

się z podstawową obsługą komputera jednopłytkowego (np. jego podłączenie do sieci internetowej, podłączeniem czujników). Posiądzie wiedzę na temat zbierania danych z czujników, korzystania ze złącz GPIO, sterowania sprzętem elektronicznym poprzez komputer jak i komputerem poprzez smartphona. Student na zajęciach zbuduje centrum multimedialne oraz nauczy się programować komputery SBC z wykorzystaniem języka Python.

10. Programowanie LabView (wykład, konwersatorium, laboratorium): Zapoznanie się z oprogramowaniem obiektowym LabView oraz tworzeniem wirtualnych narzędzi wykorzystywanych w eksperymentach fizycznych, ich zasadą działania oraz przykładami. Sygnały pomiarowe, ich transmisja i przetwarzanie RealTime. Standardowe oraz specjalistyczne interfejsy pomiarowe (VXI, IEEE-488, DAQ). Elementy sterowania w układzie pomiarowym na przykładach LabView. Przykłady zastosowania technik pomiarowych w fizyce. Zajęcia konwersatoryjne i laboratoryjne obejmują cykl ćwiczeń w celu zapoznania się z LabView oraz wykonania zadań w zakresie tworzenia programów do analizy danych i sterowania w eksperymentach na przykładzie wybranych zjawisk fizycznych.
11. Sygnały i systemy (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do systemów czasu ciągłego i dyskretnego: modelowanie układów mechanicznych i elektrycznych, opis układów w postaci schematów blokowych. Rachunek operatorowy w analizie stanów nieustalonych w systemach SLS. Własności transmitancji systemów SLS. Podstawy analizy sygnałów czasu ciągłego i dyskretnego: projektowanie filtrów analogowych i cyfrowych, analiza częstotliwościowa. Wprowadzenie do przetwarzania obrazów. Zastosowanie w analizie sygnałów i systemów środowiska Scilab, w tym edytora Xcos.
12. Projektowanie i druk 3D (wykład, laboratorium): Wprowadzenie do projektowania CAD: tworzenie obiektów 3D, projektowanie parametryczne, wymiarowanie, renderowanie. Programowanie grafiki w OpenSCAD. Podstawy druku 3D: omówienie budowy drukarki 3D, przygotowanie modelu do druku, obsługa drukarki 3D.
13. Programowanie gier 3D (laboratorium): Zajęcia są kontynuacją przedmiotu "Modelowanie 3D" – poznajemy tu możliwość wykorzystania Blendera do tworzenia gier czasu rzeczywistego. Uczymy się tworzenia tzw. platformówek, a następnie TPS (gier "trzeciosobowych") oraz popularnych FPS (gier widzianych z perspektywy gracza). Pierwsza część modułu obejmuje tworzenie gier bez umiejętności programowania – dzięki interaktywnemu edytorowi logiki gier. W dalszej części wykorzystywany będzie język Python. Ćwiczone będą wykrywanie kolizji, tekstuowania a także dodawanie elementów audio. Zaliczenie przedmiotu polega na stworzeniu projektu przez studenta (dwóch studentów pracujących w grupie). Dzięki temu student rozbudowuje swoje portfolio, które będzie mógł zaprezentować potencjalnemu pracodawcy po skończeniu studiów.
14. Internet rzeczy (IoT) (laboratorium): Zapoznanie studentów z podstawowymi technikami niezbędnymi do projektowania i programowania aplikacji internetu rzeczy. Omówienie i implementacja wybranych standardów webowych do wymiany danych pomiędzy urządzeniami elektronicznymi takimi jak na przykład komputery SBC czy układy mikrokontrolerowe powiązane z projektem Arduino. Tworzenie aplikacji typu mashup.

MK_5 (Kształcenie ogólne)

Moduł obejmuje 285 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów, 60 godzin ćwiczeń, 60 godzin konwersatoriów i 120 godzin lektoratów. Przypisano mu 14 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Lektorat języka angielskiego, 2. Wychowanie fizyczne, 3. Etyka i prawo w informatyce, 4. Inżynieria oprogramowania, 5. Historia nauki, 6. Podstawy

przedsiębiorczości, 7. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej) realizowane są w semestrach 1-6.

1. Lektorat języka angielskiego (lektorat): Student uczestniczy w kształceniu językowym z języka angielskiego właściwym dla poziomu B2. Lektorat prowadzony przez nauczycieli Studium Praktycznej Nauki Języków Obcych UwB (SPNJO).
2. Wychowanie fizyczne (ćwiczenia): Określa Studium Wychowania Fizycznego i Sportu UwB (SWFiS). Student ma możliwość wyboru sekcji sportowej.
3. Etyka i prawo w informatyce (wykład): Wykład ma łączyć wybrane wątki historyczne w informatyce z jej współczesną problematyką. W trakcie wykładu studenci zapoznają się z różnymi dylematami implikowanymi postępowaniem. Systemy normatywne i ich rola w społeczeństwie; prawo a moralność. Etyka jako dział filozofii; pojęcie aksjologii, etyka opisowa, etyka normatywna, etyka stosowana, główne koncepcje etyczne. Zawody informatyków i około-informatyczne jako zawody zaufania publicznego; normy w informatyce: podstawy prawne i pozaprawne ich wykonywania. Rys historyczny etyki w informatyce i współczesne standardy. Współczesne dylematy moralno-prawne implikowane postępowaniem informatyki i biotechnologicznym.
4. Inżynieria oprogramowania (wykład): Przegląd pojęć i terminologii związanych z inżynierią oprogramowania (IO). Rys historyczny powstawania zasad IO. Przedstawienie podstawowych faz tworzenia oprogramowania w ujęciu procesu produkcyjnego. Wpływ sprzętu, ludzi, oprogramowania na systemy informatyczne. Koszty oraz analiza ryzyka w procesie tworzenia systemów informatycznych. Modele życia projektów. Dokumentacja projektowa.
5. 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). Pojawiają 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.
6. Podstawy przedsiębiorczości (wykład, konwersatorium): Celem zajęć jest charakterystyka działań przedsiębiorczych i ich uwarunkowań, określenie sposobu działań przedsiębiorcy i przedsiębiorstwa, poznanie środków i sposobów wspomagania przedsiębiorczości i przedsiębiorstw oraz przedstawienie zasad podejmowania działalności gospodarczej w ramach przedsiębiorstwa. Komercjalizacja wyników badań naukowych. W ramach zajęć seminaryjnych studenci referują wybrane problemy szczegółowe.
7. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej (wykład): Prawo w działalności naukowo-dydaktycznej, ochrona własności przemysłowej, prawo patentowe i autorskie, zasady zarządzania zasobami własności intelektualnej.

MK_6 (Podsumowanie kształcenia)

Moduł obejmuje 70 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin konwersatorium i 40 godzin seminariów. Przypisano mu 19 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Elementy fizyki współczesnej, 2. Seminarium dyplomowe) realizowane są w semestrze 4 i 6.

1. Elementy fizyki współczesnej (laboratorium): Studenci zostają zapoznani z tematyką badań prowadzonych w zakładach naukowych Wydziału Fizyki. Otrzymują propozycje tematów prac dyplomowych, ustalają formę i zakres zadań objętych pracą.
2. Seminarium dyplomowe (seminarium): Przedmiot jest związany z pisaniem przez studentów pracy licencjackiej. Student referuje zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej. Przedmiot jest realizowany w ścisłej współpracy z opiekunem pracy.

MK_7 (Nadobowiązkowy)

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

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

Uwaga: Następujące przedmioty z modułów 1-5 realizowane na specjalności fizyka (ogólna) w języku angielskim mogą być wybrane przez studenta i zaliczone na specjalizacji Fizyka Gier Komputerowych i Robotów: Wstęp do fizyki, Mechanika, Elektryczność i magnetyzm, Termodynamika, Astronomia, Wstęp do matematyki, Algebra z geometrią, Historia fizyki.

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

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

LISTA PRZEDMIOTÓW DO WYBORU

Rok studiów	Przedmiot/ y na specjalności fizyka gier komputerowych i robotów	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/ y na specjalności fizyka gier komputerowych i robotów	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/ y na specjalności fizyka medyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/ y na specjalności fizyka (ogólna)	ECTS
1	Wstęp do fizyki – sem.1.	8					Wstęp do fizyki – sem.1.	9
	Rachunek różniczkowy i całkowy I – sem.1 + Rachunek różniczkowy i całkowy II – sem.2	5+6					Analiza matematyczna I – sem.1 + Analiza matematyczna II – sem.2	8+7
	Mechanika – sem.2	8					Mechanika – sem.2	10
2	Elektryczność i magnetyzm – sem.3	8					Elektryczność i magnetyzm – sem.3	10
	Termodynamika – sem.3	6			Termodynamika – sem.3	8	Termodynamika – sem.3	10
	Wstęp do elektroniki – sem.4	4					Elektronika – sem.4	5
	Wstęp do astronomii – sem.4	2			Astronomia – sem.4	2	Astronomia – sem.5	3
3	Budowa materii – sem.5	6					Budowa materii – sem.5	8
	Historia nauki – sem.5	3			Historia fizyki – sem.6	3		
	Seminarium dyplomowe – sem.6	16	Seminarium dyplomowe – sem.6	16				

Studenci mają prawo dokonać indywidualnego wyboru przedmiotu realizowanych na Wydziale Fizyki w ramach niżej określonych zasad

L.P.	NAZWA MODUŁU / NAZWA PRZEDMIOTU	KOD przedmiotu INOS	punkty ECTS	Egz. po sem.	Zal. po sem.	Liczba godzin zajęć																
						I rok		II rok		III rok		4 sem.		5 sem.		6 sem.						
						1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.	5 sem.	6 sem.	WYKLADY	CWICZENIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/ PROSEMINARIA	TERENOWE					
7	Programowanie grafiki 3D		5	4	4	60	15	45														
8	Obliczeniowa fizyka gier		5	5	5	60	15	45														
9	Komputery SBC		5	5	5	60	15	45														
10	Programowanie LabView		3	5	5	45	15	15														
11	Sygnały i systemy		4	5	5	60	15	45														
12	Projektowanie i druk 3D		3	5	45	15	30															
13	Programowanie gier 3D		3	5	45	15	30															
14	Internet rzeczy (IoT)		2	6	45	15	45															
RAZEM						690	135	540				30	2	30	90	14	75	240	23		45	2

MODUŁ 5 (Kształcenie ogólne)

1	Lektorat języka angielskiego	6	2	1,2	120																			
2	Wychowanie fizyczne	0		2,4	60	60	3																	
3	Etyka i prawo w informatyce	1		3	15	15										30	0							
4	Inżynieria oprogramowania	1		4	15	15																		
5	Historia nauki	3		5	30	30																		
6	Podstawy przedsiębiorczości	2		6	30	15																		
7	Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej	1		6	15	15																		
RAZEM						285	60	45	120							1	15	30	1		30	3	15	3

MODUŁ 6 (Posumowanie kształcenia)

1	Elementy fizyki współczesnej	3		4	30																			
2	Seminarium dyplomowe	16		6	40																			
RAZEM						19																		

MODUŁ 7 (Nadobowiązkowy)

1	Przedmiot monograficzny / Monographic lecture* #	a																												
2	Przedmiot na innym kierunku*	a																												
RAZEM						184																								
OGÓLEM						2185	570	60	375	1020	120	40	105	255	29	75	330	29	120	225	30	90	345	34	105	300	32	75	160	30

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim.

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

Minimalna ilość punktów ECTS przedmiotu monograficznego to 3. Preferowany termin zajęć to sem. 4 lub 6.

Przedmioty z modułów 1-5 mogą być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku polskim albo w języku angielskim na specjalności fizyka (ogólna).

liczba egz./zal.

4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6	4	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

suma kontrolna 1 2185

suma kontrolna 2 2185

P7S_WK	<p>fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji</p> <p>ekonomiczne, prawne, etyczne i inne uwarunkowania różnych rodzajów działalności zawodowej związanej z kierunkiem studiów, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego</p> <p>podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości</p>	<p>K_W26</p> <p>K_W27</p> <p>K_W28</p> <p>K_W11</p> <p>K_W12</p> <p>K_W29</p> <p>K_W30</p> <p>K_W31</p> <p>K_W32</p> <p>K_W33</p> <p>K_W36</p> <p>K_W10</p> <p>K_W13</p> <p>K_W14</p> <p>K_W15</p> <p>K_W35</p> <p>K_W35</p>	<p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne: 90%</p> <p>matematyka: 10%</p> <p>nauki fizyczne: 90%</p> <p>nauki o bezpieczeństwie: 10%</p> <p>matematyka: 80%</p> <p>nauki fizyczne: 20%</p> <p>informatyka</p> <p>matematyka: 80%</p> <p>nauki fizyczne: 20%</p> <p>informatyka: 80%</p> <p>nauki fizyczne: 20%</p> <p>informatyka</p> <p>informatyka</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>historia: 50%</p> <p>filozofia: 50%</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>nauki prawne</p> <p>nauki prawne</p> <p>nauka o zarządzaniu i jakości</p> <p>nauka o zarządzaniu i jakości</p> <p>nauka o zarządzaniu i jakości</p>
		<p>UMIEJĘTNOŚCI, absolwent potrafi:</p> <p>wykorzystywać posiadaną wiedzę</p> <ul style="list-style-type: none"> - formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach przez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, syntezy twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi w tym zaawansowanych technik informacyjno- komunikacyjnych - przystosowanie istniejących lub opracowanie nowych metod i narzędzi <p>formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi</p>	<p>K_U03</p> <p>K_U04</p> <p>K_U05</p> <p>K_U06</p> <p>K_U07</p> <p>K_U08</p> <p>K_U09</p> <p>K_U10</p> <p>K_U40</p> <p>K_U16</p>
P7S_UW		<p>Patrz tabela 2</p>	<p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne: 90%</p> <p>nauki o bezpieczeństwie: 10%</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>matematyka: 50%</p>

	<p data-bbox="149 233 174 436">informatyka: 50%</p> <p data-bbox="181 251 206 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="214 251 238 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="246 251 271 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="278 251 303 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="311 251 335 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="343 251 368 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="375 251 400 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="408 251 432 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="440 251 465 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="472 251 497 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="505 251 529 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="537 251 562 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="569 251 594 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="602 251 626 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="634 251 659 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="666 251 691 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="699 251 723 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="731 251 756 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="763 251 788 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="796 251 820 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="828 251 853 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="860 251 885 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="893 251 917 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="925 251 950 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="957 251 982 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="990 251 1014 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1022 251 1047 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1054 251 1079 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1087 251 1111 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1119 251 1144 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1151 251 1176 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1184 251 1208 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1216 251 1241 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1248 251 1273 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1281 251 1305 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1313 251 1338 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1345 251 1370 419">nauki fizyczne</p> <p data-bbox="1378 251 1402 419">językoznawstwo</p>	<p data-bbox="175 729 200 816">K_U11</p> <p data-bbox="207 729 232 816">K_U12</p> <p data-bbox="240 729 264 816">K_U20</p> <p data-bbox="272 729 297 816">K_U21</p> <p data-bbox="304 729 329 816">K_U22</p> <p data-bbox="337 729 361 816">K_U23</p> <p data-bbox="369 729 394 816">K_U24</p> <p data-bbox="401 729 426 816">K_U25</p> <p data-bbox="434 729 458 816">K_U26</p> <p data-bbox="466 729 491 816">K_U27</p> <p data-bbox="498 729 523 816">K_U28</p> <p data-bbox="531 729 555 816">K_U29</p> <p data-bbox="563 729 588 816">K_U30</p> <p data-bbox="595 729 620 816">K_U31</p> <p data-bbox="685 729 709 816">K_U33</p> <p data-bbox="717 729 742 816">K_U34</p> <p data-bbox="749 729 774 816">K_U35</p> <p data-bbox="782 729 806 816">K_U36</p> <p data-bbox="814 729 839 816">K_U37</p> <p data-bbox="847 729 871 816">K_U38</p> <p data-bbox="936 729 960 816">K_U39</p> <p data-bbox="968 729 993 816">K_U13</p> <p data-bbox="1001 729 1025 816">K_U14</p> <p data-bbox="1033 729 1057 816">K_U15</p> <p data-bbox="1065 729 1090 816">K_U17</p> <p data-bbox="1128 729 1153 816">K_U43</p> <p data-bbox="1191 729 1216 816">K_U01</p> <p data-bbox="1224 729 1248 816">K_U02</p> <p data-bbox="1256 729 1281 816">K_U08</p> <p data-bbox="1288 729 1313 816">K_U32</p> <p data-bbox="1321 729 1345 816">K_U18</p> <p data-bbox="1353 729 1378 816">K_U19</p>	<p data-bbox="1176 1943 1205 2050">P7S_UK</p> <p data-bbox="1176 947 1211 1834">komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców</p> <p data-bbox="1238 1648 1273 1834">prowadzić debatę</p> <p data-bbox="1299 921 1370 1834">posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią</p>
--	--	---	---

P7S_UO	<p>przygotować rozbudowane prace pisemne i wystąpienia ustne, dotyczące zagadnień szczegółowych związanych z kierunkiem studiów, z wykorzystaniem podstawowych ujęć teoretycznych i różnych źródeł</p> <p>kierować pracą zespołu</p> <p>współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach</p>	<p>K_U07</p> <p>K_U31</p> <p>K_U38</p> <p>K_U46</p> <p>K_K01</p>		<p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p>
P7S_UU	<p>samodzielnie planować i realizować samodzielne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie</p>	<p>K_U11</p> <p>K_U41</p> <p>K_U42</p> <p>K_K02</p>		<p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p> <p>matematyka: 50%</p> <p>informatyka: 50%</p> <p>nauki fizyczne: 50%</p> <p>pedagogika: 50%</p>
KOMPETENCJE SPOŁECZNE, absolwent jest gotów do:				
P7S_KK	<p>krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści</p> <p>uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu</p>	<p>K_K01</p> <p>K_U35</p>	<p>Patrz tabela 2</p>	<p>nauki fizyczne</p> <p>nauki fizyczne</p>
P7S_KO	<p>wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego</p> <p>inicjonowania działań na rzecz interesu publicznego</p>	<p>K_K02</p> <p>K_K03</p> <p>K_K04</p>		<p>nauki fizyczne</p> <p>pedagogika</p> <p>nauki o zarządzaniu i jakości</p>
P7S_KR	<p>myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy</p> <p>odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rozwijania dorobku zawodu, - podtrzymywania etosu zawodu, - przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad 	<p>K_K01</p> <p>K_K05</p> <p>K_K06</p>		<p>nauki fizyczne</p> <p>nauki o zarządzaniu i jakości</p> <p>nauki o zarządzaniu i jakości</p>

Tabela 2

<p style="text-align: center;">OPIS KIERUNKOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA Po ukończeniu studiów drugiego stopnia na kierunku fizyka absolwent:</p>	
WIEDZA	
w zakresie metodologii nauk fizycznych i zastosowań fizyki	
K_W01	rozumie fundamentalne znaczenie fizyki dla rozwoju technologicznego, gospodarczego i cywilizacyjnego oraz, o ile specjalność to przewiduje, jej znaczenie dla ochrony zdrowia
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
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
K_W04	zna ograniczenia stosowalności wybranych koncepcji teoretycznych oraz procedur eksperymentalnych, w tym, o ile specjalność to przewiduje, procedur pomiarowych stosowanych w fizyce medycznej
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
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
K_W06	zna sposoby eksperymentalnej weryfikacji wybranych koncepcji z zakresu fizyki fazy skondensowanej , o ile specjalność to przewiduje
K_W07	zna budowę oraz zasady działania aparatury pomiarowej do wybranych doświadczeń z zakresu fizyki ciała stałego, o ile specjalność to przewiduje
K_W08	zna metody i narzędzia komputerowego wspomaganie eksperymentu fizycznego , o ile specjalność to przewiduje
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
K_W10	ma wiedzę o kierunkach badań, problemach fizyki współczesnej i najnowszych odkryciach z zakresu fizyki, o ile specjalność to przewiduje
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
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
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
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
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
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

w zakresie zastosowań fizyki w medycynie	
K_W23	zna budowę oraz zasady działania współczesnych urządzeń medycznych, wykorzystujących promieniowanie jonizujące, o ile specjalność to przewiduje
K_W24	ma wiedzę z zakresu oddziaływania promieniowania jonizującego z materią, ze szczególnym uwzględnieniem tkanki ludzkiej, o ile specjalność to przewiduje
K_W25	zna budowę i zasady działania medycznych urządzeń terapeutycznych, wykorzystujących promieniowanie jonizujące, o ile specjalność to przewiduje
K_W26	zna zasady i procedury określania i weryfikacji dawki promieniowania jonizującego w planach leczenia, o ile specjalność to przewiduje
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
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
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
K_W12	zna profesjonalne, komputerowe narzędzia obliczeniowe, w tym narzędzia do obliczeń symbolicznych, o ile specjalność to przewiduje
K_W29	zna narzędzia matematyczne do analizy danych eksperymentalnych, analizy sygnałów i obrazów, w tym medycznych obrazów diagnostycznych, o ile specjalność to przewiduje
K_W30	zna sposoby tworzenia obrazu, w tym obrazu cyfrowego, zna metody przetwarzania i poprawy jakości obrazów i sygnałów, o ile specjalność to przewiduje
K_W31	zna techniki analizy obrazów, optymalizacji oraz odzyskiwania informacji ilościowej, o ile specjalność to przewiduje
K_W32	zna metody otrzymywania obrazów i sygnałów diagnostycznych do zastosowań medycznych, o ile specjalność to przewiduje
w zakresie podstaw nauk społecznych i humanistycznych	
K_W34	zna koncepcję zarządzania jakością oraz charakteryzuje poszczególne metody i techniki stosowane w zarządzaniu jakością
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
K_W36	posiada podstawową wiedzę na wybrany temat przedmiotu należący do dziedziny nauk humanistycznych bądź teologicznych
ponadto	
K_W13	zna etyczne i prawne aspekty działalności naukowo-dydaktycznej oraz praktycznego wykorzystania osiągnięć badawczych
K_W14	zna zasady oraz narzędzia ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, zna zasady korzystania z zasobów informacji patentowej
K_W15	zna ogólne zasady komercjalizacji wyników badań oraz zasady przedsiębiorczości indywidualnej
UMIEJĘTNOŚCI	
w zakresie metodologii nauk fizycznych i zastosowań fizyki	
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
K_U02	umie przygotować rozprawę o charakterze naukowym dotyczącą samodzielnie przeprowadzonych badań doświadczalnych lub/i teoretycznych z wykorzystaniem źródeł fachowej literatury
w zakresie fizyki	

K_U03	umie zaplanować i wykonać doświadczenia z zakresu badan strukturalnych , w tym eksperymenty z wykorzystaniem promieniowania, krytycznie przeanalizować ich wyniki oraz przedstawić je w postaci zwartego opracowania w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U04	umie zaplanować i przeprowadzić eksperymenty przy wykorzystaniu technik magnetycznej spektroskopii rezonansowej , krytycznie przeanalizować ich wyniki oraz przedstawić je w postaci zwartego opracowania w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U05	umie zinterpretować wyniki eksperymentów w oparciu o wiedzę teoretyczną w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U06	umie, ze zrozumieniem zasad działania, obsługiwać się złożoną aparaturą badawczą oraz kierować zespołem eksperymentalnym w zakresie przewidzianym programem specjalności
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
K_U08	umie ze zrozumieniem przedstawić podstawowe koncepcje teoretyczne wybranych obszarów fizyki oraz powiązać je z eksperymentem w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U09	umie ze zrozumieniem stosować metody fizyki teoretycznej do ilościowej i jakościowej analizy wybranych układów i zjawisk fizycznych w zakresie przewidzianym programem specjalności
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
K_U11	umie określić kierunek uczenia się i zrealizować wybrany program kształcenia w ramach studiów z fizyki w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U12	umie zastosować wiedzę z zakresu fizyki do wybranych problemów spoza dyscypliny w zakresie przewidzianym programem specjalności
K_U20	umie zidentyfikować typ ciała stałego na podstawie eksperymentu z wykorzystaniem rozpraszania promieniowania, o ile specjalność to przewiduje
K_U21	umie zaplanować i wykonać eksperyment z wykorzystaniem promieniowania, krytycznie zinterpretować jego wyniki oraz przedstawić je w postaci zwartego opracowania, o ile specjalność to przewiduje
K_U22	umie wyjaśnić makroskopowe własności materii skondensowanej w oparciu o teorię mikroskopową, o ile specjalność to przewiduje
K_U23	umie zidentyfikować rodzaj promieniowania oraz określić jego intensywność, o ile specjalność to przewiduje
K_U24	umie wykonywać obliczenia związane z rozpadem promieniotwórczym oraz umie obliczyć dawkę promieniowania pochłoniętego przez materię, o ile specjalność to przewiduje
K_U25	umie obsługiwać się detektorami i dozymetrami stosowanymi w praktyce laboratoryjnej oraz medycznej, o ile specjalność to przewiduje
K_U26	umie obliczyć parametry wiązki promieniowania jonizującego na podstawie parametrów źródła, o ile specjalność to przewiduje
K_U27	potrafi przewidzieć zasięg wiązki promieniowania jonizującego w materii, o ile specjalność to przewiduje
K_U28	potrafi określić rozkład dawki promieniowania w materii zdeponowanego przez wiązkę promieniowania jonizującego, o ile specjalność to przewiduje
K_U29	umie wykonywać badania fizykochemiczne przy zastosowaniu aparatury wykorzystującej zjawisko magnetycznego rezonansu jądrowego , o ile specjalność to przewiduje
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
K_U31	umie ocenić narażenie związane z pracą w laboratorium z wykorzystaniem promieniowania jonizującego oraz stosuje odpowiednie zasady bezpieczeństwa, o ile specjalność to przewiduje
w zakresie zastosowań fizyki w medycynie	
K_U32	umie komunikować się z personelem medycznym w zakresie problemów dotyczących fizyki medycznej, o ile specjalność to przewiduje
K_U33	umie wyliczyć parametry wiązki terapeutycznej oraz ustalić czas ekspozycji pacjenta przy zadanych parametrach wiązki, o ile specjalność to przewiduje
K_U34	umie wyliczyć aktywność oraz ilość izotopu podawanego pacjentowi w ramach procedur medycyny nuklearnej, o ile specjalność to przewiduje
K_U35	umie korzystać z systemu weryfikacji zarządzania radioterapią, zna zasady konstrukcji planu leczenia, umie ocenić parametry planu leczenia, o ile specjalność to przewiduje
K_U36	umie, ze zrozumieniem aspektów fizycznych i medycznych, posługiwać się systemem przygotowania pacjenta do radioterapii, o ile specjalność to przewiduje

K_U37	umie samodzielnie sporządzić rozkład izodod urządzeń terapeutycznych wykorzystujących promieniowanie jonizujące, o ile specjalność to przewidyuje
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 przewidyuje
K_U39	umie tworzyć wybrane instrukcje i procedury z zakresu fizyki medycznej i ochrony radiologicznej pacjenta, o ile specjalność to przewidyuje
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 przewidyuje
K_U41	ma świadomość ciągłego i szybkiego rozwoju fizyki medycznej, potrafi określić kierunek swoich zainteresowań i podjąć samodzielne kształcenie , o ile specjalność to przewidyuje
w zakresie matematyki i narzędzi informatyki	
K_U13	umie stosować poznane narzędzia matematyki do formułowania i rozwiązywania wybranych problemów z fizyki i jej zastosowań praktycznych, o ile specjalność to przewidyuje
K_U14	umie stosować poznane narzędzia informatyki , w tym narzędzia do obliczeń symbolicznych, do analizy problemów teoretycznych, o ile specjalność to przewidyuje
K_U15	umie ze zrozumieniem korzystać z komputerowych narzędzi do analizy danych eksperymentalnych i komputerowego sterowania pomiarem
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
K_U17	umie, z poszanowaniem praw własności intelektualnej, korzystać z narzędzi komputerowych dostępnych w zasobach Internetu
K_U42	umie samodzielnie uzupełniać i poszerzać wiedzę matematyczną i informatyczną korzystając z literatury i zasobów Internet, o ile specjalność to przewidyuje
K_U43	umie ze zrozumieniem korzystać z komputerowych narzędzi przetwarzania i analizy sygnałów , o ile specjalność to przewidyuje
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	
K_U18	potrafi przygotować i zrealizować wystąpienie publiczne w języku polskim lub angielskim dotyczące bieżących problemów fizyki lub fizyki medycznej, o ile specjalność to przewidyuje
K_U19	umie posługiwać się językiem angielskim – zgodnie z wymaganiami poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego
K_U46	potrafi pracować w zespole przyjmując w nim różne role, w tym w szczególności rolę kierowniczą lub koordynatora eksperymentu , potrafi przyjmując odpowiedzialność za realizowane zadanie zespołowe; jest gotów do pogłębienia umiejętności pracy w zespole laboratoryjnym
KOMPETENCJE SPOŁECZNE	
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 przewidyuje, ma świadomość szczególnej odpowiedzialności wobec pacjentów i personelu służby zdrowia z racji nabytej wiedzy i kompetencji z zakresu fizyki medycznej
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 przewidyuje, zastosowań medycznych
K_K03	potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób
K_K04	potrafi działać w myśl zasad przedsiębiorczości
K_K05	jest gotów do wykazania dbałości o bezpieczeństwo pracy i świadomości poszanowania pracy własnej i innych osób [do P6S_KR]
K_K06	rozumie odpowiedzialność związaną z wykonywaniem obowiązków zawodowych i jest gotów do ich podejmowania

Objaśnienia oznaczeń

P7S WG – symbol opisu charakterystyk II stopnia PRK

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

S – charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego

W – wiedza (kategoria opisowa)

G – głębia i zakres

K - kontekst

U – umiejętności (kategoria opisowa)

W – wykorzystanie wiedzy

K – komunikowanie się

O – organizacja pracy

U – uczenie się

K – kompetencje społeczne (kategoria opisowa)

K – krytyczna ocena

O - odpowiedzialność

R – rola zawodowa

K_W01 – symbol efektu kierunkowego

K – kierunkowe efekty uczenia się

W – wiedza (kategoria opisowa)

U – umiejętności (kategoria opisowa)

K – kompetencje społeczne (kategoria opisowa)

PROGRAM STUDIÓW - Część A

I INFORMACJE OGÓLNE

1. Umiejscowienie kierunku w dyscyplinie/dyscyplinach naukowych, do których odnoszą się efekty uczenia się: nauki fizyczne, matematyka, nauki prawne, językoznawstwo, historia, filozofia.
2. Nazwa kierunku: **Fizyka**
3. Oferowane specjalności: **Fizyka doświadczalna**
4. Poziom kształcenia: **Studia drugiego stopnia**
5. Profil kształcenia: **Ogólnoakademicki**
6. Forma studiów: **Stacjonarne**
7. Liczba semestrów: **4**
8. Łączna liczba punktów ECTS konieczna do uzyskania kwalifikacji odpowiadających poziomowi kształcenia: **122**
9. Łączna liczba godzin dydaktycznych: **1020**
10. Program uchwalony na posiedzeniu RW w dniu 25/02/2019, obowiązujący od roku akademickiego: 2019/2020

II MODUŁY KSZTAŁCENIA

Moduły (kod modułu; MK_1 oraz nazwa modułu)	Efekty uczenia się Wiedza Umiejętności Kompetencje społeczne (symbole)	Metody kształcenia oraz sposoby weryfikacji	Iliczba punktów ECTS za przedmiot/moduł	WSKAŹNIKI LOSCOWE - Punkty ECTS w ramach zajęć:							
				wymagających bezpośredniego udziału naukowców i innych osób prowadzących zajęcia	z zakresu nauk podstawowych właściwych dla danego kierunku studiów, do których odnosi się efekty uczenia się dla danego kierunku, poziomu i profilu kształcenia	zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie/dyscyplinach do których przyporządkowany jest kierunek studiów	z obszarów nauk humanistycznych lub nauk społecznych (min. 5 pkt ECTS) - dla kierunków z innych obszarów nauk ***	z języka obcego (lektorat)	z praktyk zawodowych	do wyboru	
		Przedmioty/moduły	10,0	6,0	10,0	1,2					10,0
		Podstawy fizyki fazy skondensowanej / <i>Introduction to Condensed Matter Physics</i> *									
		Podstawy fizyki magnetyzmu / <i>Principles of Magnetism</i> *	3,0	2,4	3,0	0,0					
		Metody eksperymentalne fizyki magnetyzmu / <i>Experimental Methods in Physics of Magnetism</i> *	3,0	1,8	3,0	0,6					
		Eksperymentalne metody magnetoptyczne / <i>Magneto-Optical Experimental Methods</i> *	6,0	3,6	6,0	1,2					
		Pracownia fizyczna / <i>Physics Lab</i> *	15,0	4,2	15,0	10,8					
		Podstawy fizyki jądrowej cząstek elementarnych / <i>Introduction to Nuclear and Elementary Particle Physics</i> *	7,0	3,6	7,0	1,2					
		Indywidualny projekt doświadczalny / <i>Individual Experimental Project</i> *	5,0	1,8	5,0	3,2					5,0
MK_1 (Fizyka doświadczalna)		Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	3,0	2,4	3,0						3,0
		Przedmiot monograficzny / <i>Monographic lecture</i> *, #									
		suma	52,0	25,8	52,0	18,2	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0

MK_2 (Metody matematyczne komputerowe)	K_W08, K_W12, K_W13, K_U14, K_U15, K_U16, K_U17, K_U18, K_K02	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Metody matematyczne fizyki / <i>Mathematical Methods in Physics</i> *		7,0	5,4	7,0	1,2				
			Komputerowe techniki pomiarowe / <i>Computer Measurement Techniques</i> *		4,0	3,6	4,0	1,2				
MK_3 (Fizyka teoretyczna)	K_W10, K_W12, K_W17, K_W18, K_W20, K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U14, K_U15, K_U17, K_K02,	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	suma		11,0	9,0	11,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0
			Mechanika kwantowa / <i>Quantum Mechanics</i> *		6,0	3,6	6,0	0,0				
MK_4 (Kształcenie ogólne)	K_W14, K_W15, K_W16, K_U17, K_U19, K_U20, K_K01, K_K04	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Fizyka statystyczna / <i>Statistical Physics</i> *		8,0	4,4	8,0	0,0				
			suma		14,0	8,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MK_5 (Podsumowanie kształcenia)	K_W11, K_U01, K_U02, K_U12, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01, K_K03	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Lektorat języka angielskiego		2,0	1,8	2,0			2,0		
			Specjalistyczny warsztat językowy**		2,0	1,8	2,0			2,0		
MK_6 (Nadobowiązki)		Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Historia nauki		3,0	1,8	3,0			3,0		3,0
			Metodologia nauki		2,0	2,0	2,0			2,0		
MK_6 (Nadobowiązki)		Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej		1,0	1,0	1,0			1,0		
			suma		10,0	8,4	10,0	0,0	6,0	4,0	0,0	3,0
MK_5 (Podsumowanie kształcenia)	K_W11, K_U01, K_U02, K_U12, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01, K_K03	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej / <i>Selected issues of Contemporary Physics</i> *		3,0	1,8	3,0	1,2				
			Seminarium fizyki współczesnej		2,0	2,0	2,0	0,0				
MK_6 (Nadobowiązki)		Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Interdyscyplinarne aspekty fizyki **		4,0	1,8	4,0	0,0				
			Seminarium dyplomowe		26,0	4,8	26,0	21,2				
MK_6 (Nadobowiązki)		Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	suma		35,0	10,4	35,0	22,4	0,0	0,0	0,0	26,0
			Przedmiot na innym kierunku		a	a	a					
			ŁĄCZNA LICZBA punktów ECTS ZE WSZYSTKICH MODUŁÓW									
			suma		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			suma		122,0	61,6	122,0	43,0	6,0	4,0	0,0	47,0

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim

** Przedmiot realizowany w języku angielskim

*** Dotyczy kierunków, które nie są przypisane do obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

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

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

Przedmioty z modułów 1-4 mogą być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku polskim albo w języku angielskim na specjalności fizyka teoretyczna.

III WSKAŹNIKI PROCENTOWE

1. Procentowy udział punktów ECTS za zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	50%
2. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów/przedmiotów do wyboru (min. 30 %):	39%
3. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji zajęć w języku obcym (w łącznej liczbie punktów ECTS przewidzianych programem studiów): a) zajęć obowiązkowych, które mogą być realizowane w języku obcym,	a) 65% b) 5%
4. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć kształtujących umiejętności praktyczne, dla kierunków o profilu praktycznym (powyżej 50 %):	nie dotyczy
5. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie/dyscyplinach do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla kierunków o profilu ogólnoakademickim (powyżej 50 %):	91,2%
6. Procentowe udziały poszczególnych (wszystkich) dyscyplin naukowych, do których odnosi się program studiów:	91,2%
a) nauki fizyczne	1,4%
b) matematyka	0,8%
c) nauki prawne	2,5%
d) językoznawstwo	2,5%
e) historia	
f) filozofia	1,6%

IV WARUNKI UKOŃCZENIA STUDIÓW ORAZ UZYSKIWANY TYTUŁ ZAWODOWY

Uzyskanie co najmniej 122 punktów ECTS, zdanie egzaminu magisterskiego. Absolwent uzyskuje tytuł zawodowy magistra.

PROGRAM STUDIÓW - Część B

1. Nazwa kierunku: Fizyka
2. Poziom kształcenia: studia drugiego stopnia
3. Profil kształcenia: ogólnoakademicki
4. Specjalność: fizyka doświadczalna

TREŚCI PROGRAMOWE MODUŁÓW

MK_1 (Fizyka doświadczalna)

Moduł obejmuje 450 godzin dydaktycznych, w tym 165 godzin wykładów, 60 godzin konwersatoriów i 225 godzin laboratoriów. Przypisano mu 52 punkty ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Podstawy fizyki fazy skondensowanej, 2. Podstawy fizyki magnetyzmu, 3. Metody eksperymentalne fizyki magnetyzmu, 4. Eksperymentalne metody magnetoptyczne, 5. Podstawy fizyki jądrowej i cząstek elementarnych, 6. Indywidualny projekt doświadczalny, 7. Pracownia fizyczna, 8. Przedmiot monograficzny) 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. 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 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 $Fe^{2+}(3d^6)$. 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 domeny 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, Kerr'a, dichroizmu kołowego i liniowego, efekty nieliniowe; d) Rezonans w materiałach magnetycznych, fale spinowe; FMR, NMR, BLS/ e) Pomiary właściwości magnetycznych statycznych – magnetometria, magnetyczna anizotropia; 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. 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.

6. Indywidualny projekt doświadczalny (laboratorium): Celem zajęć jest zapoznanie studentów i ich praca nad następującymi zgadnieniami: efekt Seebecka i Peltiera. Definicja współczynnika Peltiera i współczynnika Seebecka. Fizyczne podstawy zjawisk termoelektrycznych. Przeprowadzenie eksperymentów w układzie termogeneratora 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.
7. Pracownia fizyczna (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.
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.

MK_2 (Metody matematyczne i komputerowe)

Moduł obejmuje 150 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów i 60 godzin laboratoriów. Przypisano mu 11 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Metody matematyczne fizyki, 2. Komputerowe techniki pomiarowe) 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 resztkach. Płaty Riemanna. Odzworowania 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.

MK_3 (Fizyka teoretyczna)

Moduł obejmuje 135 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów i 75 godzin konwersatoriów. Przypisano mu 14 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Mechanika kwantowa, 2. Fizyka statystyczna) realizowane są w semestrze 1 i 2.

1. Mechanika kwantowa (wykład, konwersatorium): Na zajęciach omawiane są 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^+ . 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 Boltzmana. Następnie udowodnimy twierdzenie H Boltzmana, omówimy rozkład Maxwella-Boltzmana, 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.

MK_4 (Kształcenie ogólne)

Moduł obejmuje 135 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów i 60 godzin lektoratów. Przypisano mu 10 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Lektorat języka angielskiego, 2. Specjalistyczny warsztat językowy, 3. Historia nauki, 4. Metodologia nauki, 5. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej) realizowane są w semestrach 1-4.

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 przyrodznawstwa 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.

MK_5 (Podsumowanie kształcenia)

Moduł obejmuje 150 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów, 30 godzin laboratoriów i 60 godzin seminariów. Przypisano mu 35 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej, 2. Seminarium fizyki współczesnej, 3. Interdyscyplinarne aspekty fizyki, 4. Seminarium dyplomowe) realizowane są w semestrach 2-4.

1. Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej (laboratorium): Studenci zostają zapoznani z tematyką badań prowadzonych w zakładach naukowych Wydziału Fizyki. Otrzymują propozycje tematów prac dyplomowych, ustalają formę i zakres zadań objętych pracą.
2. Seminarium fizyki współczesnej (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 (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.

MK_6 (Nadobowiązkowy)

Moduł 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 modułu (1. Przedmiot na innym kierunku) 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.

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

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

LISTA PRZEDMIOTÓW DO WYBORU

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

Rok studiów	Przedmiot/y na specjalności fizyka doświadczalna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka doświadczalna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka (ogólna), studia pierwszego stopnia	ECTS
1	Podstawy fizyki fazy skondensowanej – sem.1	10	Introduction to Condensed Matter Physics – sem.1	10		
2	Historia nauki – sem.3	3			Historia fizyki – sem.6	3
	Przedmiot monograficzny – sem.4	3	Przedmiot monograficzny – sem.4 Student może wybrać jeden z przedmiotów proponowanych na tej specjalności: 1) Metody transportowe w fizyce ciała stałego, 2) Promieniowanie synchrotronowe i jego wykorzystanie w naukach przyrodniczych, 3) Spektroskopia mössbauerowska, 4) Metody rentgenowskie i neutronowe w medycynie, 5) Analiza powierzchni i cienkich warstw.	3		
	Seminarium dyplomowe – sem. 3+4	26	Seminarium dyplomowe – sem. 3+4	26		

Po złożeniu przez studenta pisemnej deklaracji w pierwszych dwu tygodniach zajęć przedmiot zostaje umieszczony w programie studiów studenta i staje się obowiązkowy

L.P.	NAZWA MODUŁU/ NAZWA PRZEDMIOTU	ROD przedmiotu UNOS	punkty ECTS	Egz. po sem.	Zal. po sem.	Liczba godzin zajęć								II rok						
						WYKŁADY	ĆWICZENIA	KONwersatoria	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/ PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	RAZEM	1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.			
3	Historia nauki		3		3	30		30												
4	Metodologia nauki		2		4	30	15	15												
5	Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej		1		4	15	15													
RAZEM						135	30	45	60	60	30	2	30	2	60	5	30	15	3	

MODUŁ 5 (Podsumowanie kształcenia)

1	Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej / Selected issues of Contemporary Physics *		3		2	30		30												
2	Seminarium fizyki współczesnej		2		3,4	30	30								30	3				
3	Interdyscyplinarne aspekty fizyki **		4		4	30	30											15	1	15
4	Seminarium dyplomowe		26		3,4	60					60									30
RAZEM						150	30	30	30	60	60				30	3	15	20	9	15

MODUŁ 6 (Nadobowiązkowy)

1	Przedmiot na innym kierunku *		a																		
RAZEM																					
OGÓLEM						1020	345	240	315	60	60	120	210	28	105	195	31	45	185	34	75
																				85	
																					29

* 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.

Przedmioty z modułów 1-4 mogą być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku polskim albo w języku angielskim na specjalności fizyka teoretyczna.

liczba egz./zal.

5	5	2	6	1	7	1	6
---	---	---	---	---	---	---	---

PROGRAM STUDIÓW - Część A

I INFORMACJE OGÓLNE

- Umiejscowienie kierunku w dyscyplinie/dyscyplinach naukowych, do których odnoszą się efekty uczenia się: nauki fizyczne, matematyka, nauki medyczne, nauki prawne, językoznawstwo, historia, filozofia.
- Nazwa kierunku: Fizyka
- Oferowane specjalności: Fizyka medyczna
- Poziom kształcenia: Studia drugiego stopnia
- Profil kształcenia: Ogólnoakademicki
- Forma studiów: Stacjonarne
- Liczba semestrów: 4
- Łączna liczba punktów ECTS konieczna do uzyskania kwalifikacji odpowiadających poziomowi kształcenia: 126
- Łączna liczba godzin dydaktycznych: 1095
- Program uchwalony na posiedzeniu RW w dniu 18/02/2019, obowiązujący od roku akademickiego: 2019/2020

II MODUŁY KSZTAŁCENIA

Moduły (kod modułu: MK_1 oraz nazwa modułu)	Efekty uczenia się Wiedza Umiejętności Kompetencje społeczne (symbole)	Metody kształcenia oraz Sposoby weryfikacji	Przedmioty/moduły	WSKAZNIKI ILOŚCIOWE - Punkty ECTS w ramach zajęć:							do wyboru			
				wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	z zakresu nauk podstawowych właściwych dla danego kierunku studiów, do których odnosi się efekty uczenia się dla danego kierunku, poziomu i profilu kształcenia	zajęcia kształtujące umiejętności praktyczne/zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie/dyscyplinach do których przyporządkowany jest kierunek studiów	z obszarów nauk humanistycznych lub nauk społecznych (min. 5 pkt ECTS) - dla kierunków z innych obszarów nauk ***	z języka obcego (lektorał)	z praktyk zawodowych					
MK_1 (Wybrane problemy fizyki)	K.W02, K.W03, K.W05, K.W06, K.W07, K.W08, K.W09, K.W11, K.W12, K.W13, K.W14, K.W16, K.W17, K.W20, K.U03, K.U04, K.U05, K.U06, K.U07, K.U08, K.U09, K.U10, K.U11, K.U12, K.U13, K.U14, K.U16	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Podstawy fizyki fazy skondensowanej / Introduction to Condensed Matter Physics *	10,0	6,0	10,0	1,2				10,0			
			Podstawy fizyki jądrowej	9,0	4,8	9,0	1,8							
			Magnetyczne metody rezonansowe	7,0	4,2	7,0	1,2							
			Specjalistyczna pracownia fizyczna I	7,0	2,4	7,0	4,6							
			Fizyka wiązek jonizujących	7,0	3,6	7,0	1,2							
			Metody neutronowe	2,0	1,8	2,0	0,0							
			Specjalistyczna pracownia fizyczna II	8,0	2,4	8,0	5,6							
			suma	50,0	25,2	50,0	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0		
			MK_2 (Fizyka w praktyce medycznej)	K.W15, K.W16, K.W17, K.W18, K.W20, K.U18, K.U19, K.U20, K.U21, K.U22, K.U23, K.U24, K.U25, K.U26, K.K01	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Dozymetria	4,0	3,0	4,0	1,2				
						Planowanie leczenia w radioterapii	4,0	3,0	4,0	1,2				
Wybrane procedury medycyny nuklearnej	1,0	0,9				1,0	0,0							
Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej	5,0	4,2				5,0	0,6							
suma	14,0	11,1	14,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					

MK_3 (Metody matematyczne i komputerowe)	K_W03, K_W04, K_W19, K_W21, K_W22, K_W23, K_W24, K_W25, K_U27, K_U28, K_U29, K_U30	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Rachunek transformat	5,0	4,8	5,0	0,6						
			Wstęp do teorii procesów stochastycznych	2,0	1,8	2,0	0,6						
			Analiza sygnałów i obrazowanie	4,0	3,6	4,0	1,2						
			Specjalistyczne metody komputerowe	4,0	1,8	4,0	1,8						
			Komputerowe techniki pomiarowe	4,0	3,6	4,0	1,2						
			suma	19,0	15,6	19,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MK_4 (Kształcenie ogólne)	K_W26, K_W27, K_U28, K_U16, K_U25, K_U32, K_K01, K_K03	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Lektorat języka angielskiego	2,0	1,8	2,0				2,0			
			Specjalistyczny warsztat językowy **	2,0	1,8	2,0					2,0		
			Historia nauki	3,0	1,8	3,0					3,0		3,0
			Metodologia nauki	2,0	2,0	2,0					2,0		
			Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej	1,0	1,0	1,0					1,0		
			suma	10,0	8,4	10,0	0,0	6,0	4,0	0,0	0,0	0,0	3,0
MK_5 (Podsumowanie kształcenia)	K_W26, K_U01, K_U02, K_U16, K_U26, K_U31, K_U32,	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej / Selected issues of Contemporary Physics *	3,0	1,2	3,0	0,6						
			Współczesna fizyka medyczna **	4,0	1,8	4,0	0,0						
			Seminarium dyplomowe	26,0	4,8	26,0	21,2						26,0
			suma	33,0	7,8	33,0	21,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0
MK_6 (Nadobowiązkowy)		Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Przedmiot monograficzny *	a	a								a
			Przedmiot na innym kierunku *	a									a
			suma	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			ŁĄCZNA LICZBA punktów ECTS ZE WSZYSTKICH MODUŁÓW	126,0	68,1	126,0	45,8	6,0	4,0	0,0	4,0	0,0	39,0

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim.

** Przedmiot realizowany w języku angielskim.

*** Dojczy kierunków, które nie są przypisane do obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

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

Przedmioty modułu 1-5 mogą być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku polskim albo w języku angielskim na specjalności fizyka doświadczalna lub teoretyczna

III WSKAŹNIKI PROCENTOWE

1. Procentowy udział punktów ECTS za zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	54%
2. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów do wyboru (min. 30 %):	31%
3. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji zajęć w języku obcym (w łącznej liczbie punktów ECTS przewidzianych programem studiów):	a) 10%
realizowane w języku obcym	b) 5%
4. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć kształtujących umiejętności praktyczne, dla kierunków o profilu praktycznym (powyżej 50 %):	nie dotyczy
5. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie/dyscyplinach do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla kierunków o profilu ogólnoakademickim (powyżej 50 %):	85,5%
6. Procentowe udziały poszczególnych (wszystkich) dyscyplin naukowych, do których odnosi się program studiów:	85,5%
a) nauki fizyczne	4,5%
b) matematyka	2,8%
c) nauki medyczne	0,8%
d) nauki prawne	2,4%
e) językoznawstwo	2,4%
f) historia	1,6%
g) filozofia	

IV WARUNKI UKOŃCZENIA STUDIÓW ORAZ UZYSKIWANY TYTUŁ ZAWODOWY

Uzyskanie co najmniej 126 punktów ECTS, zdanie egzaminu magisterskiego. Absolwent uzyskuje tytuł zawodowy magistra.

PROGRAM STUDIÓW - Część B

1. Nazwa kierunku: Fizyka
2. Poziom kształcenia: studia drugiego stopnia
3. Profil kształcenia: ogólnoakademicki
4. Specjalność: fizyka medyczna

TREŚCI PROGRAMOWE MODUŁÓW

MK_1 (Wybrane problemy fizyki)

Moduł obejmuje 420 godzin dydaktycznych, w tym 150 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów i 225 godzin laboratoriów. Przypisano mu 50 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Podstawy fizyki fazy skondensowanej, 2. Podstawy fizyki jądrowej, 3. Magnetyczne metody rezonansowe, 4. Specjalistyczna pracownia fizyczna I, 5. Fizyka wiązek jonizujących, 6. Metody neutronowe, 7. Specjalistyczna pracownia fizyczna II) 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 Borna 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 kroplowy, 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. 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 cykliczne. 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.
6. 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.
7. 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.

MK_2 (Fizyka w praktyce medycznej)

Moduł obejmuje 150 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów i 90 godzin laboratoriów. Przypisano mu 14 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Dozymetria, 2. Planowanie leczenia w radioterapii, 3. Wybrane procedury medycyny nuklearnej, 4. Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej) 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.

MK_3 (Metody matematyczne i komputerowe)

Moduł obejmuje 270 godzin dydaktycznych, w tym 105 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów i 135 godzin laboratoriów. Przypisano mu 19 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Rachunek transformat, 2. Wstęp do teorii procesów stochastycznych, 3. Analiza sygnałów i obrazowanie, 4. Specjalistyczne metody komputerowe, 5. Komputerowe techniki pomiarowe) realizowane są w semestrach 1-3.

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. Dyskretne reprezentacje 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. Pomiar 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.

MK_4 (Kształcenie ogólne)

Moduł obejmuje 135 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów i 60 godzin lektoratów. Przypisano mu 10 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Lektorat języka angielskiego, 2. Specjalistyczny warsztat językowy, 3. Historia nauki, 4. Metodologia nauki, 5. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej) realizowane są w semestrach 1-2 i 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 przyrodznawstwa 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 ogniwi 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.

MK_5 (Podsumowanie kształcenia)

Moduł obejmuje 120 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin konwersatoriów, 30 godzin laboratoriów i 60 godzin seminariów. Przypisano mu 33 punkty ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej, 2. Współczesna fizyka medyczna, 3. Seminarium dyplomowe) realizowane są w semestrach 2-4.

1. Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej (laboratorium): Studenci zostają zapoznani z tematyką badań prowadzonych w zakładach naukowych Wydziału Fizyki. Otrzymują propozycje tematów prac dyplomowych, ustalają formę i zakres zadań objętych pracą.
2. 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 prezentację. 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 (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.

MK_6 (Nadobowiązkowy)

Moduł 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 punkt ECTS. Drugi to „Przedmiot na innym kierunku” realizowany na Uniwersytecie w Białymstoku. Obejmuje on 15 lub 30 godzin wykładów i/lub ćwiczeń/konwersatoriów w zależności od oferty przedstawianej Wydziałowi. Przypisano mu min. 1 punkt ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Przedmiot monograficzny, 2. Przedmiot na innym kierunku) realizowane są w semestrach 1-4.

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.

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

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

LISTA PRZEDMIOTÓW DO WYBORU

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

Rok studiów	Przedmiot/y na specjalności fizyka medyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka medyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka (ogólna), studia pierwszego stopnia	ECTS
1	Podstawy fizyki fazy skondensowanej – sem.1	10	Introduction to condensed matter Physics – sem.1	10		
2	Indywidualny projekt doświadczalny – sem.3	5	Indywidualny projekt doświadczalny – sem.3	5		
	Historia nauki – sem.3	3			Historia fizyki – sem.6	3
	Seminarium dyplomowe – sem. 3+4	26	Seminarium dyplomowe – sem. 3+4	26		

Po złożeniu przez studenta pisemnej deklaracji w pierwszych dwu tygodniach zajęć przedmiot zostaje umieszczony w programie studiów studenta i staje się obowiązkowy.

L.P.	NAZWA MODUŁU/ NAZWA PRZEDMIOTU	KOD przedmiotu USOS	punkty ECTS	Egz. po sem.	Zal. po sem.	Liczba godzin zajęć											I rok																																			
						RAZEM	WYKŁADY	ĆWICZENIA	KONWEKSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/ PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	WYKŁADY	C/K/L/LEK/S/P/ZT	ECTS	WYKŁADY	C/K/L/LEK/S/P/ZT	ECTS	WYKŁADY	C/K/L/LEK/S/P/ZT	ECTS																														
																							1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.																										
5	Komputerowe techniki pomiarowe		4		2		60	30		30							45	60	7	60	105	12																														
RAZEM			19			270	105	30	135								45	60	7	60	105	12																														
MODUŁ 4 (Kształcenie ogólne)																																																				
1	Lektorat języka angielskiego		2	1	1	30								30																																						
2	Specjalistyczny warsztat językowy **		2	3	3	30								30																																						
3	Historia nauki		3	3	3	30								30																																						
4	Metodologia nauki		2	4	4	30	15							15																	15	15	2																			
5	Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej		1	4	4	15	15																								15																					
RAZEM			10			135	30	45	60					60																	30	2				60	5	30	15	3												
MODUŁ 5 (Podsumowanie kształcenia)																																																				
1	Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej / Selected issues of Contemporary Physics *		3		2	30								30																																						
2	Współczesna fizyka medyczna **		4	4	4	30								30																																						
3	Seminarium dyplomowe		26	3,4	60																																															
RAZEM			33			120								30	30																																					
MODUŁ 6 (Nadobowiązkowy)																																																				
1	Przedmiot monograficzny / Monographic lecture *, #		a																																																	
2	Przedmiot na innym kierunku *		a																																																	
RAZEM																																																				
OGÓŁEM			126			1095	345	150	480	60	60	60	120	195	28	120	240	36	45	200	31	60	115	31																												

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim.

** Przedmiot realizowany w języku angielskim.

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

Minimalna ilość punktów ECTS przedmiotu monograficznego to 3. Preferowany termin zajęć to sem. 2 lub 4.

Przedmioty z modułów 1-4 mogą być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku polskim albo w języku angielskim na specjalności fizyka doświadczalna lub teoretyczna.

liczba egz./zal.

5	5	3	7	3	7	1	6
---	---	---	---	---	---	---	---

MK_3 (Fizyka teoretyczna)	K_W10, K_W12, K_W17, K_W18, K_W20, K_U05, K_U09, K_U10, K_U11, K_U14, K_U15, K_U17, K_U02,	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Mechanika kwantowa / Quantum Mechanics*	9,0	4,8	9,0						
			Fizyka statystyczna / Statistical Physics*	8,0	4,2	8,0						
			Fizyka wysokich energii / High Energy Physics*	9,0	4,8	9,0					9,0	
			Fizyka atomu i cząsteczek / Atomic and Molecular Physics*	8,0	4,2	8,0						
			Astrofizyka i kosmologia / Astrophysics and Cosmology*	6,0	3,6	6,0						
Przedmiot monograficzny / Monographic lecture *			3,0	2,4	3,0					3,0		
suma			43,0	24,0	43,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0		
MK_4 (Kształcenie ogólne)	K_W14 K_W15 K_W16 K_U17 K_U19 K_U20 K_K01 K_K04	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Lektorat języka angielskiego	2,0	1,8	2,0				2,0		
			Specjalistyczny warsztat językowy **	2,0	1,8	2,0				2,0		
			Historia nauki	3,0	1,8	3,0			3,0			3,0
			Metodologia nauki	2,0	2,0	2,0			2,0			
			Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej	1,0	1,0	1,0			1,0			
suma			10,0	8,4	10,0	0,0	6,0	4,0	0,0	3,0		
MK_5 (Podsumowanie kształcenia)	K_W11 K_U01 K_U02 K_U12 K_U13 K_U17 K_U19 K_K01 K_K03	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej / Selected issues of Contemporary Physics *	3,0	1,8	3,0	1,2					
			Seminarium fizyki współczesnej	2,0	2,0	2,0						
			Interdyscyplinarne aspekty fizyki **	4,0	1,8	4,0						
			Seminarium dyplomowe	26,0	4,8	26,0	21,2					26,0
			suma			35,0	10,4	35,0	22,4	0,0	0,0	0,0
MK_6 (Nadobowiązkowy)		Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	Przedmiot na innym kierunku*	a	a	a	9,0				a	
			suma			0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0
ŁĄCZNA LICZBA punktów ECTS ZE WSZYSTKICH MODUŁÓW			124,0	62,0	124,0	45,8	6,0	4,0	0,0	41,0		

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim

** Przedmiot realizowany w języku angielskim

*** Dotyczy kierunków, które nie są przypisane do obszaru nauk humanistycznych lub społecznych

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

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

Przedmioty modułu 1-4 mogą być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku polskim albo w języku angielskim na specjalności Fizyka doświadczalna

III WSKAŹNIKI PROCENTOWE

1. Procentowy udział punktów ECTS za zajęcia wymagające bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	50%
2. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów/przedmiotów do wyboru (min. 30 %):	33%
3. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji zajęć w języku obcym (w łącznej liczbie punktów ECTS przewidzianych programem studiów): a) zajęć obowiązkowych, które mogą być realizowane w języku obcym	a) 66% b) 5%
4. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć kształtujących umiejętności praktyczne, dla kierunków o profilu praktycznym (powyżej 50 %):	nie dotyczy
5. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć związanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie/dyscyplinach do których przyporządkowany jest kierunek studiów, dla kierunków o profilu ogólnoakademickim (powyżej 50 %):	90,2%
6. Procentowe udziały poszczególnych (wszystkich) dyscyplin naukowych, do których odnosi się program studiów:	90,2%
a) nauki fizyczne	
b) astronomia	1,2%
c) matematyka	1,4%
d) nauki prawne	0,8%
e) językoznawstwo	2,4%
f) historia	2,4%
g) filozofia	1,6%

IV WARUNKI UKOŃCZENIA STUDIÓW ORAZ UZYSKIWANY TYTUŁ ZAWODOWY

Uzyskanie co najmniej 124 punktów ECTS, zdanie egzaminu magisterskiego. Absolwent uzyskuje tytuł zawodowy magistra.

PROGRAM STUDIÓW - Część B

1. Nazwa kierunku: Fizyka
2. Poziom kształcenia: studia drugiego stopnia
3. Profil kształcenia: ogólnoakademicki
4. Specjalność: fizyka teoretyczna

TREŚCI PROGRAMOWE MODUŁÓW

MK_1 (Fizyka doświadczalna)

Moduł obejmuje 195 godzin dydaktycznych, w tym 45 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów i 120 godzin laboratoriów. Przypisano mu 25 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Podstawy fizyki fazy skondensowanej, 2. Pracownia fizyczna) 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. 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. Pracownia fizyczna (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.

MK_2 (Metody matematyczne i komputerowe)

Moduł obejmuje 150 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów i 60 godzin laboratoriów. Przypisano mu 11 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Metody matematyczne fizyki, 2. Komputerowe techniki pomiarowe) 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 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.

MK_3 (Fizyka teoretyczna)

Moduł obejmuje 420 godzin dydaktycznych, w tym 210 godzin wykładów i 210 godzin konwersatoriów. Przypisano mu 43 punkty ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Mechanika kwantowa, 2. Fizyka statystyczna, 3. Fizyka wysokich energii, 4. Fizyka atomu i cząsteczki, 5. Astrofizyka i kosmologia, 6. Przedmiot monograficzny) 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 Schrodingera 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 jednoczątkowej 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 Higgsa, diagramy kwarkowe, mieszanie międzygeneracyjne kwarków (macierz Cabbibo–Kobayashi-Maskawy), nieobecność prądów FCNC (mechanizm Glashowa-Illiopoulou-Maianiego). 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-Zweiga-Iizuki. Stany związane. Sprzężenie ładunkowe, parzystość ładunkowa, parzystość wewnętrzna, parzystość kombinowana CP. Odwrócenie czasu, symetria CPT. Spektroskopia pozytonium, stany związane. Fenomenologia oddziaływań silnych: dzety, biegnąca stała sprzężenia. 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.

MK_4 (Kształcenie ogólne)

Moduł obejmuje 135 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 45 godzin konwersatoriów i 60 godzin lektoratów. Przypisano mu 10 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Lektorat języka angielskiego, 2. Specjalistyczny warsztat językowy, 3. Historia nauki, 4. Metodologia nauki, 5. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej) realizowane są w semestrach 1-4.

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.

MK_5 (Podsumowanie kształcenia)

Moduł obejmuje 150 godzin dydaktycznych, w tym 30 godzin wykładów, 30 godzin konwersatoriów, 30 godzin laboratoriów i 60 godzin seminariów. Przypisano mu 35 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej, 2. Seminarium fizyki współczesnej, 3. Interdyscyplinarne aspekty fizyki, 4. Seminarium dyplomowe) realizowane są w semestrach 2-4.

1. Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej (laboratorium): Studenci zostają zapoznani z tematyką badań prowadzonych w zakładach naukowych Wydziału Fizyki. Otrzymują propozycje tematów prac dyplomowych, ustalają formę i zakres zadań objętych pracą.
2. Seminarium fizyki współczesnej (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 prezentację. 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 (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.

MK_6 (Nadobowiązkowy)

Moduł 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 modułu (1. Przedmiot na innym kierunku) 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.

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

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

LISTA PRZEDMIOTÓW DO WYBORU

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

Rok studiów	Przedmiot/y na specjalności fizyka teoretyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka teoretyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka (ogólna), studia pierwszego stopnia	ECTS
1	Fizyka wysokich energii – sem.2	9	High Energy Physics – sem.2	9		
2	Historia nauki – sem.3	3			Historia fizyki – sem.6	3
	Przedmiot monograficzny – sem.4	3	Przedmiot monograficzny – sem.4 Student może wybrać jeden z przedmiotów proponowanych na tej specjalności: 1) Klasyczne i kwantowe układy z więzami, 2) Elementy teorii solitonów, 3) Zdegenerowane gazy atomowe, 4) Kondensat Bosego-Einsteina, 5) Optyka kwantowa, 6) Elementy teorii pola, 7) Wstęp do teorii strun, 8) Ogólna teoria względności, 9) Procesy akrecyjne w astrofizyce.	3		
	Seminarium dyplomowe – sem. 3+4	26	Seminarium dyplomowe – sem. 3+4	26		

Po złożeniu przez studenta pisemnej deklaracji w pierwszych dwu tygodniach zajęć przedmiot zostaje umieszczony w programie studiów studenta i staje się obowiązkowy.

PLAN STUDIÓW
KIERUNEK FIZYKA
poziom kształcenia: Studia drugiego stopnia
obowiązujące od roku akademickiego 2019/2020

dyscyplina naukowa: Nauki fizyczne
specjalność: Fizyka teoretyczna
profil kształcenia: Ogólnoakademicki
forma studiów: Stacjonarne

Plan studiów zatwierdzono na Radzie Wydziału dnia 18/02/2019

L.P.	NAZWA MODUŁU/ NAZWA PRZEDMIOTU	KOD przedmiotu USOS	punkty ECTS	Egz. po sem.	Zal. po sem.	Liczba godzin zajęć																					
						I rok			II rok			3 sem.			4 sem.												
						1 sem.	2 sem.	3 sem.	1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.	1 sem.	2 sem.	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	23	24	25	26		
						RAZEM	WYKŁADY	CWICZENIA	KONwersATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/ PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	WYKŁADY	C/K/L/LEK/SIP/ZT	ECTS	WYKŁADY	C/K/L/LEK/SIP/ZT	ECTS	WYKŁADY	C/K/L/LEK/SIP/ZT	ECTS	WYKŁADY	C/K/L/LEK/SIP/ZT	ECTS		
MODUŁ 1 (Fizyka doświadczalna)																											
1	Podstawy fizyki fazy skondensowanej / <i>Introduction to Condensed Matter Physics*</i>	0900-FX2-1FFS	10	1	1	105	45		30	30				45	60	10											
2	Pracownia fizyczna / <i>Physics Lab*</i>	0900-FS21PF	15		2,3	90			90								45	7			45	8					
RAZEM																											
MODUŁ 2 (Metody matematyczna i komputerowe)																											
1	Metody matematyczne fizyki / <i>Mathematical Methods in Physics*</i>	0900-FS2-1MMF	7	1	1	90	30		30	30				30	60	7											
2	Komputerowe techniki pomiarowe / <i>Computer Measurement Techniques*</i>	0900-FS2-1KTP	4		2	60	30		30								30	30	4								
RAZEM																											
MODUŁ 3 (Fizyka teoretyczna)																											
1	Mechanika kwantowa / <i>Quantum Mechanics*</i>	0900-FS2-1MK	9	1	1	90	45		45					45	45	9											
2	Fizyka statystyczna / <i>Statistical Physics*</i>	0900-FS2-1FST	8	2	2	75	30		45					30	45	8											
3	Fizyka wysokich energii / <i>High Energy Physics*</i>	0900-FS2-1FWE	9		2	90	45		45					45	45	9											
4	Fizyka atomu i cząsteczek / <i>Atomic and Molecular Physics*</i>	0900-FS2-2FAC	8	3	3	75	30		45												30	45	8				
5	Astrofizyka i kosmologia / <i>Astrophysics and Cosmology*</i>	0900-FS2-2ASK	6	3	3	60	30		30												30	30	6				
6	Przedmiot monograficzny / Monographic lecture *,#		3	4	4	30	30																30			3	
RAZEM																											
43																											
420							210		210					45	45	9	9	75	90	17	60	75	14	30	3		

L.P.	NAZWA MODUŁU/ NAZWA PRZEDMIOTU	KOD przedmiotu USOS	punkty ECTS	Egz. po sem.	Zal. po sem.	Liczba godzin zajęć										II rok								
						I rok										1 sem.		2 sem.		3 sem.		4 sem.		
						WYKŁADY	ĆWICZENIA	KONWERSATORIA	LABORATORIA	LEKTORATY	SEMINARIA/ PROSEMINARIA	ZAJĘCIA TERENOWE	WYKŁADY	ECTS	WYKŁADY	ECTS	WYKŁADY	ECTS	WYKŁADY	ECTS	WYKŁADY	ECTS		
MODUŁ 4 (Kształcenie ogólne)																								
1	Lektorat języka angielskiego		2	1	1	30																		
2	Specjalistyczny warsztat językowy **		2	2	30																			
3	Historia nauki		3	3	30																			
4	Metodologia nauki		2	4	30	15	15																	
5	Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej		1	4	15	15																		
RAZEM						135	30	45	60	60	2	30	2	60	5	30	15	3						
MODUŁ 5 (Podsumowanie kształcenia)																								
1	Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej / Selected issues of Contemporary Physics *		3	2	30				30															
2	Seminarium fizyki współczesnej		2	3,4	30																			
3	Interdyscyplinarne aspekty fizyki **		4	4	30		30																	
4	Seminarium dyplomowe		2,6	3,4	60			60																
RAZEM						150	30	30	60	3	30	3	15	20	9	15	70	23						
MODUŁ 6 (Nadobowiązkowy)																								
1	Przedmiot na innym kierunku*		a																					
RAZEM																								
OGÓLEM						124	1050	375	345	210	60	60	120	195	28	105	195	31	75	200	36	75	85	29

liczba egz./zal. 4 4 4 1 6 2 5 1 6

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim.

** Przedmiot jest realizowany w języku angielskim

Przedmiot monograficzny: ostateczna ilość punktów ECTS (min. 3), ilość i rodzaj zajęć

(wykład lub wykład+konwersatoria), rodzaj zaliczenia przedmiotu są uwarunkowane jego

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

i zapotrzebowaniem studentów.

Przedmioty z modułów 1-4 mogą być wybrane przez studenta do zrealizowania w języku polskim albo w języku angielskim na specjalności fizyka doświadczalna.