



**Uchwała nr 180 Rady Wydziału Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku
z dnia 23 kwietnia 2018 r.**

**w sprawie zmian w programie studiów na kierunku fizyka, specjalność fizyka medyczna,
studia I i II stopnia, profil ogólniakademicki, studia stacjonarne.**

Rada Wydziału Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku wprowadza następujące zmiany w programie studiów na kierunku fizyka, specjalności fizyka medyczna, studia pierwszego i drugiego stopnia:

Studia pierwszego stopnia:

Przed zmianą				Po zmianie			
Nazwa przedmiotu	Punkty ECTS	Egz./Zal. po sem.	Forma i liczba godzin zajęć	Nazwa przedmiotu	Punkty ECTS	Egz./Zal. po sem.	Forma i liczba godzin zajęć
Ochrona radiologiczna	2	zalicz. po sem.4	15h wykładu + 15h konwers.	Ochrona radiologiczna	2	zalicz. po sem.4	15h wykładu + 15h laboratorium
Elementy histopatologii	2	zalicz. po sem.5	20h wykładu + 10h konwers.	Elementy histopatologii	2	zalicz. po sem.5	15h wykładu + 15h konwers.

Studia drugiego stopnia:

Przed zmianą				Po zmianie			
Nazwa przedmiotu	Punkty ECTS	Egz./Zal. po sem.	Forma i liczba godzin zajęć	Nazwa przedmiotu	Punkty ECTS	Egz./Zal. po sem.	Forma i liczba godzin zajęć
Wybrane techniki i procedury radioterapii i medycyny nuklearnej	8	egz. i zalicz. po sem.3	30h wykładu + 30h konwers. + 30h laborat.	Dozymetria	4	egz. i zalicz. po sem. 3	15h wykładu + 30h laboratorium
				Planowanie leczenia w radioterapii	4	egz. i zalicz. po sem. 3	15h wykładu + 30h laboratorium
				Wybrane procedury medycyny nuklearnej	1	zalicz. po sem. 4	15h wykładu
Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej	6	egz. i zalicz. po sem.4	15h wykładu + 30h konwers. + 15h laborat.	Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej	5	egz. i zalicz. po sem. 4	15h wykładu + 30h laboratorium
W sumie:	14	Sem.3: 1/1 Sem.4: 1/1	Sem. 3.: 90h Sem. 4.: 60h		14	Sem.3: 2/2 Sem.4: 1/2	Sem.3: 90h Sem.4.: 60h

Następstwem zmian będzie **zwiększenie** ogólnej ilości egzaminów/zaliczeń na specjalności fizyka medyczna, studia II-go stopnia w semestrze trzecim z 3/5 na 4/7 oraz w semestrze czwartym z 1/5 na 1/6. Ilość ta jest zgodna z §21 ust. 6 Regulaminu studiów UwB.

Powyższe zmiany w programach studiów będą obowiązywały roczniki, które rozpoczęły naukę w bieżącym roku akademickim, tj. 2017/2018.

Wprowadzając powyższe zmiany do obecnego cyklu kształcenia powołujemy się na § 6 ust. 5 pkt 1 oraz ust. 6 pkt 2 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 r. (Dz. U. z 2016 r., poz. 1596).

Uzasadnienie

Powyższe zmiany wynikają z doskonalenia programów i ich dostosowania do przepisów Prawa atomowego (Dz. U. z 2017 r., poz. 576).

Propozycja zmian została zgłoszona przez studentów Wydziału oraz nauczycieli akademickich – pracowników Wydziału oraz Białostockiego Centrum Onkologii. Powyższe zmiany, w świetle istniejących przepisów, dają studentom możliwość zdobycia uprawnień inspektora ochrony radiologicznej bez wymogu odbywania zewnętrznego, płatnego szkolenia.

Załączniki

1. Program studiów – część A,
2. Program studiów – część B,
3. Plany studiów.


DZIEKAN
WYDZIAŁU FIZYKI
prof. dr hab. Piotr Jaranowski

Wydziałowa Rada
Samorządu Studenckiego

SAMORZĄD STUDENTÓW
Wydziału Fizyki
UNIWERSYTETU w BIAŁYMSTOKU
15-424 Białystok, ul. Lipowa 41

Rada Wydziału Fizyki UwB
na ręce
Prodziekana ds. studenckich
dra hab. Marka Nikolajuka

Zwracamy się z uprzejmą prośbą o wprowadzenie następujących zmian w planach studiów na kierunku fizyka, specjalność fizyka medyczna:

- **studia I-go stopnia**

Ochrona Radiologiczna – zamiana 15 godzin zajęć konwersatoryjnych na laboratoryjne,
Elementy histopatologii – zamiana 10 godzin zajęć laboratoryjnych na 15 godzin oraz
20 godzin wykładów na 15 godzin wykładów,

- **studia II-go stopnia**

usunięcie przedmiotów:

Wybrane techniki i procedury radioterapii i medycyny nuklearnej
(30 godz. wyk. + 30 godz. konw. + 30 godz. lab),
Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej
(15 godz. wyk. + 30 godz. konw. + 15 godz. lab),

wprowadzenie przedmiotów:

Dozymetria (15 godz. wyk. + 30 godz. lab),
Planowanie leczenia w radioterapii (15 godz. wyk. + 30 godz. lab),
Wybrane procedury medycyny nuklearnej (15 godz. wyk.)
Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej (15 godz. wyk. + 30 godz. lab).

Zmiany powyższe, w świetle istniejących przepisów, dałyby nam, między innymi, możliwość zdobycia uprawnień inspektora ochrony radiologicznej bez wymogu odbywania szkolenia. W związku z powyższym chcielibyśmy, by zmiany w planach studiów obowiązywały roczniki, które rozpoczęły naukę w bieżącym roku akademickim 2017/2018.

Przewodnicząca WRSS

Wydziału Fizyki

Keroline Sidorczuk

PRZEWODNICZĄCY
SAMORZĄDU STUDENTÓW
Wydziału Fizyki
Uniwersytetu w Białymstoku

L.P.	NAZWA MODUŁU/ NAZWA PRZEDMIOTU	KOD przedmiotu UROS	punkty ECTS	Egz. po sem.	Zalicz. po sem.	Liczba godzin zajęć																									
						I rok			II rok			III rok																			
						1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.	5 sem.	6 sem.																				
						WYKŁADY	EGZ.	L/EK/SIP/ZI	WYKŁADY	EGZ.	L/EK/SIP/ZI	WYKŁADY	EGZ.	L/EK/SIP/ZI	WYKŁADY	EGZ.	L/EK/SIP/ZI														
						RAZEM	RAZEM	RAZEM	RAZEM	RAZEM	RAZEM	RAZEM	RAZEM	RAZEM	RAZEM	RAZEM	RAZEM	RAZEM													
MODUŁ 6 (Kształcenie praktyczne i specjalistyczne)																															
1	Elementy chemii		3	1	1	30	15	3																							
2	Fizjologia komórki i histologia		3	3	3	45	30																								
3	Anatomia i fizjologia człowieka		3	4	4	45	30			30	15	3																			
4	Wstęp do biofizyki		4	4	4	60	30			30	30	4																			
5	Ochrona radiologiczna		2	4	4	30	15			15	15	2																			
6	Radionuklidy w medycynie		3	5	5	45	15			15	15	3																			
7	Diagnostyka obrazowa		2	5	5	45	30			15	15	2																			
8	Elementy histopatologii		2	5	5	30	15			15	15	2																			
RAZEM						345	195	0	60	90	0	0	30	15	3	75	60	9	65	55	7	0	0								
MODUŁ 7 (Kształcenie ogólne)																															
1	Lektorat języka angielskiego		6	2	1,2	120			120		60	3																			
2	Wychowanie fizyczne		0	2	30		30				30	0																			
3	Etyka i prawo w medycynie		1	3	15		15				15	1																			
4	Zarządzanie jakością		1	4	15		15					15																			
5	Podstawy przedsiębiorczości		2	6	30		15																								
6	Historia fizyki / History of Physics*		3	6	30		30																								
7	Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej		1	6	15		15																								
RAZEM						255	60	30	45	0	60	3	0	90	3	15	0	1	15	0	1	0	0	30	45	6					
MODUŁ 8 (Podsumowanie kształcenia)																															
1	Elementy fizyki współczesnej		3	4	30		30																								
2	Seminarium dyplomowe		16	6	40		40																								
RAZEM						70	0	0	0	30	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	16						
MODUŁ 9 (Praktyki zawodowe)																															
1	Praktyki zawodowe		4	4	120																										
RAZEM						120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
MODUŁ 10 (Nadobowiązkowy)																															
1	Dydaktyka fizyki		6	3,4	90		75																								
2	Przedmiot monograficzny / Monographic lecture* /#		a																												
3	Przedmiot na innym kierunku*		a																												
RAZEM						90	15	75	0	0	0	0	0	0	15	30	3	0	45	3	0	0	0	0	0	0					
OGÓŁEM						180	2268	960	30	495	623	120	40	0	150	240	29	105	285	18	150	225	30	180	345	185	213	31	75	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.

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

suma kontrolna 1 2268
suma kontrolna 2 2268

WYDZIAŁ FIZYKI
Prof. dr hab. inż. Andrzej Jarzabowski

liczba egz./zal. 0 1 0 1 0 1 0

PROGRAM STUDIÓW - Część A

I INFORMACJE OGÓLNE

- Nazwa jednostki prowadzącej kierunek: Wydział Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku
- Nazwa kierunku: Fizyka
- Oferowane specjalności: Fizyka medyczna
- Poziom kształcenia: Studia pierwszego stopnia
- Profil kształcenia: Ogólnoakademicki
- Forma studiów: Stacjonarne
- Liczba semestrów: 6
- Łączna liczba punktów ECTS konieczna do uzyskania kwalifikacji odpowiadających poziomowi kształcenia: 180
- Łączna liczba godzin dydaktycznych: 2268
- Program uchwalony na posiedzeniu RW w dniu 23/04/2018

II MODUŁY KSZTAŁCENIA

Moduły (kod modułu: MK_1 oraz nazwa modułu)	Efekty kształcenia Wiedza Umiejętności Kompetencje społeczne (symbole)	Metody kształcenia oraz Sposoby weryfikacji	Przedmioty/moduły	WSKAZNIKI ILOŚCIOWE - Punkty ECTS w ramach zajęć:										
				liczba punktów ECTS za przedmiot/moduł	wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich i studentów	zakresu nauk podstawowych właściwych dla danego kierunku studiów, do których odnosi się efekty kształcenia dla danego kierunku, poziomu i profilu kształcenia	o charakterze praktycznym	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			
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, KW_18, 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_K02, K_K03, K_K04, K_K05,	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 *	9,0	6,0	9,0	0,6							
			Mechanika / Classical Mechanics *	8,0	5,4	8,0	1,2					8,0		
			Rachunek niepewności pomiarowych / Analysis of Experimental Uncertainty*	2,0	1,8	2,0	0,6							
			Elektryczność i magnetyzm z optyką	8,0	5,4	8,0	1,2						8,0	
			Termodynamika / Thermodynamics *	8,0	5,4	8,0	1,2						8,0	
			Astronomia / Astronomy *	2,0	1,8	2,0	0,6						2,0	
			Budowa materii / Structure of Matter *	6,0	3,9	6,0	0,3						6,0	
			suma	43,0	29,7	43,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	
			Wstęp do matematyki / Introduction to Mathematics *	6,0	4,2	6,0	0,0							

MK_2 (Narzędzia matematyki)	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.	Rachunek różniczkowy i całkowy I	5,0	3,6	5,0	0,0					5,0
			Rachunek różniczkowy i całkowy II	6,0	4,2	6,0	0,0					6,0
			Algebra z geometrią / Algebra and Geometry *	6,0	4,2	6,0	0,0					
			Statystyczna analiza danych	5,0	3,6	5,0	1,8					
	suma			28,0	19,8	28,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0
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					6,0
			Elementy mechaniki kwantowej / Elements of Quantum Mechanics *	6,0	3,6	6,0	0,0					6,0
			suma	12,0	7,2	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0
			Narzędzia komputerowe / Computer Tools*	3,0	2,4	3,0	1,2					
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.	Komputerowe metody obliczeniowe / Computer-Aided Computations*	3,0	1,2	3,0	1,2					
			Programowanie I / Programming I*	5,0	3,0	5,0	1,8					
			Programowanie II / Programming II*	5,0	3,0	5,0	1,8					
			Algorytmy i struktury danych / Algorithms and Data Structures*	5,0	3,0	5,0	1,8					
	suma		5,0	3,0	5,0	1,8						
MK_5 (Zastosowania fizyki w medycynie)	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.	Elektronika / Electronics *	26,0	15,6	26,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			Fizyka w medycynie I	5,0	3,6	5,0	1,8					
			Fizyka w medycynie II	2,0	1,8	2,0	0,0					
			Aparatura diagnostyki i terapii medycznej	2,0	1,8	2,0	0,0					
	suma		3,0	2,0	3,0	1,2						
	suma		12,0	9,2	12,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

(Nad)	Przedmiot na innym kierunku	a					a
	suma	6,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
	ŁĄCZNA LICZBA punktów ECTS ZE WSZYSTKICH MODUŁÓW	180,0	120,1	180,0	41,7	8,0	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 i studentów:	67%
2. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów/przedmiotów do wyboru (min. 30 %):	43%
2a. 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%
3. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć związanych z praktycznym przygotowaniem zawodowym, służących zdobywaniu umiejętności praktycznych i kompetencji społecznych przez studentów kierunków o profilu praktycznym (powyżej 50 %):	nie dotyczy
4. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć związanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem studiów, służących zdobywaniu pogłębionej wiedzy oraz umiejętności prowadzenia badań naukowych przez studentów kierunków o profilu ogólnoakademickim (powyżej 50 %):	72%
5. Procentowy udział punktów ECTS dla każdego obszaru kształcenia, do którego przyporządkowany jest program studiów (jeżeli efekty kształcenia wyodrębniono z kilku obszarów kształcenia): a) obszar nauk ścisłych; b) obszar nauk medycznych; c) obszar nauk humanistycznych i społecznych	a) 84% b) 12% c) 4%
6. Procentowe udziały poszczególnych dziedzin nauki, do których odnosi się program studiów: a) dziedzina nauk matematycznych, b) dziedzina nauk fizycznych, c) dziedzina nauk chemicznych, d) dziedzina nauk medycznych, e) dziedzina nauk humanistycznych.	a) 30% b) 50% c) 4% d) 12% e) 4%

IV WARUNKI UKOŃCZENIA STUDIÓW ORAZ UZYSKIWANY TYTUŁ ZAWODOWY

Uzyskanie co najmniej 180 punktów ECTS, zdanie egzaminu licencjackiego.

DZIEKAN
WYDZIAŁU FIZYKA
Piotr Jaranowski
prof. dr hab. Piotr Jaranowski

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. Przestrzeń liniowa, liniowa niezależność, baza, wymiar. Współrzędne wektora w bazie. Transformacje współrzędnych przy zamianie baz. Odwzorowania liniowe i ich macierze. Własności odwzorowań liniowych. Przestrzeń Euklidesowa i unitarna. 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.
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 Biot-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 195 godzin wykładów, 60 godzin konwersatoriów i 90 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. Ochrona radiologiczna, 6. Radionuklidy w medycynie, 7. Diagnostyka obrazowa, 8. Elementy histopatologii) 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 – mitoza i mejoza, 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). Fizyko-chemiczne podstawy procesów fotobiologicznych (fotoreceptory, proces widzenia). Efekty promieniowania ultrafioletowego (wpływ promieniowania ultrafioletowego na lipidy, białka oraz kwasy nukleinowe, efekty śmiertelne, mutagenne i patofizjologiczne, mechanizm inicjacji apoptozy przez UV). Fotomedycyna (fotopatofizjologia i fototerapia, fotochemio terapia, zastosowanie laserów w biologii i medycynie). Bioluminescencja (biochemiluminescencja przy aktywacji fagocytów i utlenieniu lipidów, zastosowanie metody biochemiluminescencji w diagnostyce). Pole elektryczne i magnetyczne (stałe i zmienne) oraz wielkości je charakteryzujące (wpływ PEM o niskiej i wysokiej częstotliwości na organizmy, szkodliwe i korzystne efekty działania PEM, zastosowanie w medycynie). Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne.
5. Ochrona radiologiczna (wykład, laboratorium): 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.

6. Radionuklidy w medycynie (wykład, konwersatorium, laboratorium): Podstawy zastosowania techniki radioizotopowej w medycynie (radioaktywne izotopy naturalne i sztuczne, prawo rozpadu promieniotwórczego, aktywność promieniotwórcza i jej jednostki, metody otrzymania i charakterystyka izotopów promieniotwórczych stosowanych w medycynie, detekcja promieniowania jonizującego, toksykologia radionuklidów). Diagnostyka radioizotopowa w medycynie *in vitro* (oznaczenie ilości substancji metodą rozcieńczania izotopów, metody radioimmunologiczne, analiza aktywacyjna). Diagnostyka radioizotopowa *in vivo* (mechanizmy transportu i akumulacji radiofarmaceutyków w komórkach, technika obrazowania: planarna, tomografia emisyjna pojedynczego fotonu (SPECT), pozytonowa tomografia emisyjna (PET), Charakterystyka RN stosowanych w PET i SPECT). Radioterapia (oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią, biologiczne działanie promieniowania jonizującego). Promienioczułość tkanek (prawo Bergonie-Tribondeau, narządy krytyczne, wczesne i późne efekty napromieniania, efekty stochastyczne i deterministyczne, radioliza wody, bezpośrednie i pośrednie efekty promieniowania jonizującego, utlenienie lipidów, białek, uszkodzenia kwasów nukleinowych, efekt tlenowy, cykl komórkowy i śmierć mitotyczna, śmierć apoptyczna i nekrotyczna). Dozymetria (jednostki dozymetryczne, dawki i moc dawki). Techniki radioterapii (wiązki zewnętrzne – teleradioterapia, źródła śródtkankowe – brachyterapia, źródła otwarte – terapia radioizotopowa). Charakterystyka RN stosowanych w różnych technikach radioterapii. Radioterapia konwencjonalna Radioterapia hadronowa Terapia protonowa. Terapia wychwytu neutronów (BNCT). Wykład uzupełniony o zajęcia konwersatoryjne i laboratoryjne.
7. 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.
8. 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.

MK_7 (Kształcenie ogólne)

Moduł obejmuje 255 godzin dydaktycznych, w tym 60 godzin wykładów, 30 godzin ćwiczeń, 45 godzin konwersatoriów i 120 godzin lektoratów. Przypisano mu 16 punktów ECTS. Przedmioty należące do modułu (1. Lektorat języka angielskiego, 2. Wychowanie fizyczne, 3. Etyka i prawo w medycynie, 4. Zarządzanie jakością, 5. Podstawy przedsiębiorczości, 6. Historia fizyki, 7. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej) realizowane są w semestrach 1-4 i 6.

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

Studenci wybierają tematy z listy propozycji przedstawionych przez wykładowcę do samodzielnego opracowania i referowania w trakcie zajęć konwersatoryjnych.

7. Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej (wykład): Prawo w działalności naukowo-dydaktycznej, ochrona własności przemysłowej, prawo patentowe i autorskie, zasady zarządzania zasobami własności intelektualnej.

MK_8 (Podsumowanie kształcenia)

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

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

MK_9 (Praktyki zawodowe)

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

MK_10 (Nadobowiązkowy)

Moduł składa się z trzech przedmiotów, które student nie musi zrealizować. Pierwszy jest związany z Dydaktyką fizyki (obejmuje on 15 godzin wykładów i 75 godzin ćwiczeń realizowanych na Wydziale Fizyki. Przypisano mu 6 punktów ECTS. Drugi 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. Trzeci 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. Dydaktyka fizyki, 2. Przedmiot monograficzny, 3. Przedmiot na innym kierunku) realizowane są w semestrach 1-6.

1. Dydaktyka fizyki (wykład, ćwiczenia): **Założeniem przedmiotu** jest nabycie praktycznych umiejętności pracy z młodzieżą w zakresie nauczania przedmiotu fizyki na III i IV etapie edukacyjnym. Studenci poznają założenia oraz warunki zapewniania wysokiej skuteczności i efektywności nauczania fizyki na poszczególnych etapach edukacji. **Podczas wykładów** studenci zapoznają się z podstawową wiedzą z dydaktyki fizyki, poznają tradycje dydaktyki fizyki oraz współczesne osiągnięcia nauk i ich wykorzystanie w nauczaniu fizyki. Poznają system edukacji w Polsce i jego podstawowe dokumenty, analizują specyfikę i prawidłowości uczenia się fizyki na różnych etapach edukacji, poznają problemy dydaktycznej transformacji treści fizycznych z poziomu uniwersyteckiego na niższy poziom kształcenia. Poznają podstawy doniosłej roli w nauczaniu fizyki szkolnego eksperymentu pokazowego i laboratoryjnego z punktu widzenia przydatności do szczegółowych elementów wiedzy z fizyki. **Ćwiczenia** stanowią zajęcia przygotowujące do samodzielnej pracy studenta

uczniem. W ramach ćwiczeń studenci przygotowują się do konkretnego działania dydaktyczno-wychowawczego, a więc prowadzenia lekcji fizyki, zajęć pozalekcyjnych i ich hospitacji, wykonują zadania nastawione na kształtowanie ich umiejętności praktycznych związanych z projektowaniem pracy dydaktycznej (analiza podstaw programowych kształcenia ogólnego, ocena podręczników fizyki, konstruowanie planów metodycznych, wykonywanie prostych środków dydaktycznych do wykorzystania na lekcjach fizyki, planowanie obserwacji i eksperymentów uczniowskich, konstruowanie różnych form zadań sprawdzających wiadomości i umiejętności uczniów). Podstawowym celem zajęć ćwiczeniowych jest wykształcenie u studenta przekonania o istotnej roli w procesie nauczania fizyki, szkolnego eksperymentu fizycznego jako źródła wiedzy oraz weryfikacji treści teoretycznych.

2. 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.

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

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

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

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

LISTA PRZEDMIOTÓW DO WYBORU

Studenci mają prawo dokonać indywidualnego wyboru przedmiotu realizowanych na Wydziale Fizyki w ramach niżej określonych zasad								
Rok studiów	Przedmiot/ły na specjalności fizyka medyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/ły na specjalności fizyka medyczna	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/ły na specjalności fizyka gier komputerowych i robotów	ECTS	Może być zastąpiony przez przedmiot/ły na specjalności fizyka (ogólna)	ECTS
1	Rachunek różniczkowy i całkowy I – sem.1 + Rachunek różniczkowy i całkowy II – sem.2	5+6					Analiza matematyczna I – sem.1 + Analiza matematyczna II – sem.2	8+7
	Mechanika – sem.2	8					Mechanika – sem.2	10
2	Elektryczność i magnetyzm z optyką – sem.3	8					Elektryczność i magnetyzm – sem.3	10
	Termodynamika – sem.3	8					Termodynamika – sem.3	10
	Elementy elektrodynamiki klasycznej – sem.4	6					Elementy elektrodynamiki klasycznej – sem.4	9
	Astronomia – sem.4	2				Wstęp do astronomii – sem.4	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	16			

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



 DZIEKAN

 WYDZIAŁU FIZYKI

 prof. dr hab. Piotr Jaranowski

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	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	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	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	0,0	0,0	
MK_4 (Kształcenie ogólne)	K_W26, K_W27, K_W28, K_U16, K_U25, K_U32, K_K01, K_K03	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	0,0	0,0	3,0	
MK_5 (Podsumowanie kształcenia)	K_W26, K_U01, K_U02, K_U16, K_U26, K_U31, K_U32,	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	0,0	26,0	26,0	

MK_6 (Nadobowiązkowy)	Egzamin lub zaliczenie w formie ustnej i/lub pisemnej lub indywidualny projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny lub zbiorowy projekt zaliczeniowy/egzaminacyjny.	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0							
	Przedmiot monograficzny *	a	a										
	Przedmiot na innym kierunku *	a											
suma		6,0	6,0	6,0	6,0	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	6,0	4,0	0,0	0,0	0,0	39,0	

* Przedmiot może być realizowany w języku angielskim.

** Przedmiot realizowany w języku angielskim.

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

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 studentów:		54%
2. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów do wyboru (min. 30 %):		31%
#####	#####	a) 10% b) 5%
3. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć związanych z praktycznym przygotowaniem zawodowym, służących zdobywaniu umiejętności praktycznych i kompetencji społecznych przez studentów kierunków o profilu praktycznym (powyżej 50 %):		nie dotyczy
4. Procentowy udział punktów ECTS uzyskiwanych wskutek realizacji modułów zajęć związanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem studiów, służących zdobywaniu pogłębionej wiedzy oraz umiejętności prowadzenia badań naukowych przez studentów kierunków o profilu ogólnoakademickim (powyżej 50 %):		72%
5. Procentowy udział punktów ECTS dla każdego obszaru kształcenia, do którego przyporządkowany jest program studiów (jeżeli efekty kształcenia określone dla programu kształcenia wyodrębniono z kilku obszarów kształcenia): a) obszar nauk ścisłych; b) obszar nauk medycznych; c) obszar nauk humanistycznych i społecznych.		a) 81% b) 14% c) 5%

6. Procentowe udziały poszczególnych dziedzin nauki, do których odnosi się program studiów:

a) dziedzina nauk matematycznych, b) dziedzina nauk fizycznych, c) dziedzina nauk medycznych, d) dziedzina nauk humanistycznych.

a) 13% b) 68%
c) 14% d) 5%

IV WARUNKI UKOŃCZENIA STUDIÓW ORAZ UZYSKIwany TYTUŁ ZAWODOWY

Uzyskanie 126 punktów ECTS, zdanie egzaminu magisterskiego


**DZIEKAN
WARSZAWSKIEJ
UNIWERSYTETU**
prof. dr hab. Piotr Jarasowski

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

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, limfoscycygrafia, 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

izotopów promieniotwórczych. Rozkłady izodoz 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.

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. Pomiary na obrazach cyfrowych w tym ocena rozmiarów i kształtów obiektów, analiza tekstury, tworzenie statystyk. Rozpoznawanie obiektów w obrazie. Analiza obrazów w medycynie. Rekonstrukcja obrazu. Zajęcia laboratoryjne obejmują serię zadań praktycznych do wykonania za pomocą narzędzi komputerowych.
4. Specjalistyczne metody komputerowe (laboratorium): Środowiska programistyczne przetwarzania sygnałów i obliczeń numerycznych. Przedmiot realizowany jest w formie zajęć laboratoryjnych w pracowni komputerowej. Studenci wykonują zadania z zakresu komputerowej analizy i przetwarzania sygnałów, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań z zakresu fizyki medycznej. Obrazy cyfrowe. ImageJ i API ImageJ. Histogram obrazu. Operacje punktowe. Filtry. Wykrywanie krawędzi. Filtry morfologiczne. Obrazy kolorowe. Przekształcenia geometryczne obrazu. Dyskretna transformacja Fouriera w 2D. Dithering.
5. Komputerowe techniki pomiarowe (wykład, laboratorium): Zasady działania stanowisk pomiarowych, czujniki, specjalistyczne czujniki medyczne, skomputeryzowane stanowiska diagnostyczno-lecznicze. Pojęcia podstawowe (pomiar, eksperyment, dane, przyrządy podstawowe, układ pomiarowy). Organizacja i klasyfikacja systemów pomiarowych. Budowa i zasada działania komputerowego systemu pomiarowego (schemat funkcjonalny, charakterystyka). Podstawowe sygnały pomiarowe (klasyfikacja, charakterystyka, parametry). Cyfrowe przetwarzanie w układzie pomiarowym. Zegar w układzie pomiarowym. Generator kwarcowy, sygnały taktujące. Pomiar czasu. Standardowe komputerowe interfejsy pomiarowe. Rodzaje transmisji

danych. Specjalistyczne interfejsy pomiarowe. Interfejs IEEE-488 (schemat, charakterystyka, zastosowanie). Interfejsy bazujące na standardzie VXI. Komputerowe karty pomiarowe DAQ. Przetworniki optyczne, matryce CCD, CMOS. Czujniki pomiarowe wielkości fizycznych (położenia, obrotu, przesunięcia, siły, temperatury, pojemności, światła, ciśnienia, dźwięku, pola magnetycznego). Czujniki i detektory specjalistyczne w diagnostyce medycznej. Wprowadzenie do programowania graficznego LabView (struktura, konstrukcję, obiekty, formaty danych, reprezentacja danych). Przyrządy wirtualne realizowane w oparciu o LabView. Zasada budowy internetowego eksperymentu fizycznego „on-line” (konfiguracja, schemat, transmisja, wykonanie pomiaru). Technika pomiarowa w diagnostyce medycznej – ultrasonografia oraz ultrakardiografia (zasada, schemat, przetwarzanie i analiza danych). Technika pomiarowa w diagnostyce medycznej – techniki wykorzystujące obrazowanie rezonansowe (zasada, schemat, przetwarzanie i analiza danych). Zajęcia laboratoryjne obejmują serię doświadczeń w skomputeryzowanym środowisku pomiarowym.

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 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
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 prezentacje. Oceniane jest czas prezentacji, jakość przygotowania slajdów, zrozumiałość języka i umiejętność dyskusji na temat przedstawiony w prezentacji. Przykładowe tematy seminaryjne: Lasers in medicine. Diagnostic ultrasound imaging. Diagnostic X-rays and CT scans. Images from radioactivity (radionuclide scans, SPECT and PET). Magnetic resonance imaging. Radiation therapy and radiation safety in medicine. Diagnostic, therapeutic and research involving radionuclides used in medicine. Accelerator health physics. Environmental health physics. Internal dosimetry.
3. Seminarium dyplomowe (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 jest związany z Dydaktyką fizyki (obejmuje on 15 godzin wykładów i 75 godzin ćwiczeń realizowanych na Wydziale Fizyki. Przypisano mu 6 punktów ECTS. Drugi 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. Trzeci 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. Dydaktyka fizyki, 2. Przedmiot monograficzny, 3. Przedmiot na innym kierunku) realizowane są w semestrach 1-4.

1. Dydaktyka fizyki (wykład, ćwiczenia): **Założeniem przedmiotu** jest nabycie praktycznych umiejętności pracy z młodzieżą w zakresie nauczania przedmiotu fizyki na III i IV etapie edukacyjnym. Studenci poznają założenia oraz warunki zapewniania wysokiej skuteczności i efektywności nauczania fizyki na poszczególnych etapach edukacji. **Podczas wykładów** studenci zapoznają się z podstawową wiedzą z dydaktyki fizyki, poznają tradycje dydaktyki fizyki oraz współczesne osiągnięcia nauk i ich wykorzystanie w nauczaniu fizyki. Poznają system edukacji w Polsce i jego podstawowe dokumenty, analizują specyfikę i prawidłowości uczenia się fizyki na różnych etapach edukacji, poznają problemy dydaktycznej transformacji treści fizycznych z poziomu uniwersyteckiego na niższy poziom kształcenia. Poznają podstawy doniosłej roli w nauczaniu fizyki szkolnego eksperymentu pokazowego i laboratoryjnego z punktu widzenia przydatności do szczegółowych elementów wiedzy z fizyki. **Ćwiczenia** stanowią zajęcia przygotowujące do samodzielnej pracy studenta uczniem. W ramach ćwiczeń studenci przygotowują się do konkretnego działania dydaktyczno-wychowawczego, a więc prowadzenia lekcji fizyki, zajęć pozalekcyjnych i ich hospitacji, wykonują zadania nastawione na kształtowanie ich umiejętności praktycznych związanych z projektowaniem pracy dydaktycznej (analiza podstaw programowych kształcenia ogólnego, ocena podręczników fizyki, konstruowanie planów metodycznych, wykonywanie prostych środków dydaktycznych do wykorzystania na lekcjach fizyki, planowanie obserwacji i eksperymentów uczniowskich, konstruowanie różnych form zadań sprawdzających wiadomości i umiejętności uczniów). Podstawowym celem zajęć ćwiczeniowych jest wykształcenie u studenta przekonania o istotnej roli w procesie nauczania fizyki, szkolnego eksperymentu fizycznego jako źródła wiedzy oraz weryfikacji treści teoretycznych.
2. 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.
3. 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	ECT S	Może być zastąpiony przez przedmiot/y na specjalności fizyka medyczna	ECT S	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.

DZIEKAN
WYDZIAŁU FIZYKI

prof. dr hab. Piotr Jaranowski

