



UCHWAŁA NR 161/2023
SENATU UNIwersYTETU WROCLAWSKIEGO
z dnia 21 czerwca 2023 r.

**w sprawie programu studiów dla kierunku *Fizyka*
na poziomie studiów pierwszego i drugiego stopnia**

Na podstawie art. 28 ust. 1 pkt 11 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023 poz. 742) uchwała się, co następuje:

§ 1. Senat Uniwersytetu Wrocławskiego ustala program studiów dla kierunku *Fizyka* na poziomie studiów pierwszego i drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim dla cykli kształcenia rozpoczynających się od roku akademickiego 2023/2024 w brzmieniu określonym w załącznikach do niniejszej uchwały.

§ 2. Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu UW
Rektor: *prof. R. Olkiewicz*

Załącznik nr 1

PROGRAM STUDIÓW

Nazwa kierunku studiów: **Fizyka**
Dyscypliny naukowe: **nauki fizyczne 100%**
Poziom kształcenia: **studia pierwszego stopnia**
Poziom kwalifikacji: **6 Polskiej Ramy Kwalifikacji**
Profil kształcenia: **ogólnoakademicki**
Forma studiów: **stacjonarna**
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom: **licencjat**
Nazwa wydziału: **Wydział Fizyki i Astronomii**

OPIS ZAKŁADANYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DLA KIERUNKU STUDIÓW

Kod efektu uczenia się dla kierunku studiów	Efekty uczenia się dla kierunku studiów Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia na kierunku <i>Fizyka</i> absolwent uzyska efekty uczenia się w zakresie:	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK (kody)
WIEDZA		
F1_W01	Zna i rozumie podstawowe pojęcia logiki matematycznej, teorii mnogości i algebry; zna podstawy algebry liniowej i rachunku macierzowego.	P6S_WG
F1_W02	Zna podstawy rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych; zna metody rozwiązywania wybranych równań różniczkowych.	P6S_WG
F1_W03	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa oraz wybrane metody statystyki i analizy danych.	P6S_WG
F1_W04	Ma usystematyzowaną wiedzę z podstaw fizyki, obejmującą znajomość wybranych zagadnień w stopniu zaawansowanym; zna i rozumie pojęcia i koncepcje z zakresu fizyki ogólnej; identyfikuje wielkości fizyczne i rozumie zależności pomiędzy nimi; zna i rozumie prawa fizyki ogólnej, ich interpretację i zakres stosowności.	P6S_WG
F1_W05	Zna wyjaśnienia wybranych zjawisk obserwowanych w przyrodzie z wykorzystaniem pojęć i praw fizyki; formułuje prawa opisujące zjawiska fizyczne w języku matematyki; rozumie różnice pomiędzy zjawiskami fizycznymi a opisującymi je modelami matematycznymi; zna i rozumie przybliżenia stosowane w uproszczonym opisie zjawisk oraz ograniczenia przyjętych modeli.	P6S_WG

F1_W06	Wie, w jaki sposób mechanika teoretyczna, szczególna teoria względności, fizyka statystyczna, mechanika kwantowa i elektrodynamika klasyczna opisują i wyjaśniają właściwy dla nich obszar zjawisk i prawidłowości fizycznych; zna i rozumie język matematyczny tych teorii oraz podstawowe analityczne i numeryczne metody obliczeniowe w nich stosowane.	P6S_WG
F1_W07	Ma podstawową wiedzę z zakresu astronomii i astrofizyki.	P6S_WG
F1_W08	Zna podstawy pracy doświadczalnej i metrologii; zna metody szacowania niepewności pomiarowych; zna budowę i rozumie zasadę funkcjonowania wybranych przyrządów pomiarowych i urządzeń.	P6S_WG
F1_W09	Zna wybrane technologie informatyczne, w tym narzędzia do redagowania tekstu, tworzenia prezentacji oraz wizualizacji wyników pomiarów i obliczeń; zna wybrany język programowania; zna co najmniej jeden pakiet do obliczeń symbolicznych i numerycznych.	P6S_WG
F1_W10	Rozumie zależność postępu cywilizacyjnego od rozwoju nauk ścisłych; zna i rozumie ograniczenia w tym zakresie wynikające z praw fizyki.	P6S_WK
F1_W11	Zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz podstawy ergonomii.	P6S_WK
F1_W12	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową, edukacją i pracą zawodową; zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności intelektualnej.	P6S_WK
F1_W13	Ma podstawową wiedzę z zakresu przedsiębiorczości i zarządzania, w tym sporządzania biznesplanu, zasad funkcjonowania firm i prowadzenia biznesu.	P6S_WK
UMIEJĘTNOŚCI		
F1_U01	Potrafi posługiwać się językiem logiki matematycznej i teorii mnogości; potrafi korzystać z podstawowych twierdzeń i metod algebry.	P6S_UW
F1_U02	Umie stosować podstawowe twierdzenia i metody rachunku różniczkowego i całkowego; potrafi rozwiązywać wybrane równania różniczkowe.	P6S_UW
F1_U03	Potrafi korzystać z podstawowych twierdzeń i metod rachunku prawdopodobieństwa; potrafi stosować wybrane metody i narzędzia statystyki i analizy danych.	P6S_UW
F1_U04	Potrafi stosować ogólne prawa i formuły fizyczne do rozwiązywania konkretnych zadań i problemów, w tym problemów złożonych i nietypowych, z zakresu fizyki ogólnej, mechaniki teoretycznej, szczególnej teorii względności, fizyki statystycznej, mechaniki kwantowej i elektrodynamiki klasycznej; wykorzystuje poznane metody matematyczne i numeryczne do rozwiązywania tych problemów.	P6S_UW

F1_U05	Potrafi wyszukać i wykorzystać informacje niezbędne do poznania nowego zagadnienia lub rozwiązania problemu, właściwie dobierając ich źródła; potrafi krytycznie oceniać, selekcjonować i syntetyzować pozyskiwane informacje.	P6S_UW
F1_U06	Potrafi zaplanować i wykonać proste doświadczenia fizyczne.	P6S_UW
F1_U07	Umiejętnie analizuje wyniki pomiarów; potrafi samodzielnie przygotować sprawozdanie z przeprowadzonego doświadczenia, prezentujące jego przebieg, otrzymane wyniki oraz ich analizę i dyskusję.	P6S_UW P6S_UK
F1_U08	Sprawnie posługuje się wybranymi technologiami informatycznymi, w tym narzędziami do redagowania tekstu, tworzenia prezentacji oraz wizualizacji wyników pomiarów i obliczeń; tworzy proste programy w wybranym języku programowania; potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia numeryczne i symboliczne.	P6S_UW
F1_U09	Potrafi w sposób przystępny omówić wybrane zjawiska, doświadczenia i teorie fizyczne oraz praktyczne zastosowania fizyki; komunikuje się z użyciem specjalistycznej terminologii z zakresu nauk ścisłych.	P6S_UK
F1_U10	Potrafi przygotować pisemne opracowanie i przedstawić prezentację ustną z zakresu fizyki; w wystąpieniach ustnych i opracowaniach pisemnych przestrzega zasad uczciwości intelektualnej i rzetelnie cytuje źródła wykorzystywanych informacji.	P6S_UK
F1_U11	Potrafi podejmować merytoryczną dyskusję opartą na faktach i rzeczowej argumentacji oraz aktywnie uczestniczyć w debacie, krytycznie oceniając prezentowane w jej trakcie opinie i stanowiska.	P6S_UK
F1_U12	Potrafi współdziałać i pracować w zespole, pełniąc w nim różne role.	P6S_UO
F1_U13	Potrafi pracować i uczyć się samodzielnie, odpowiednio organizując ten proces dla osiągnięcia zamierzonego celu; umie precyzyjnie formułować pytania służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania.	P6S_UU P6S_UO
F1_U14	Posługuje się językiem obcym na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P6S_UK
KOMPETENCJE SPOŁECZNE		
F1_K01	Jest krytyczny wobec odbieranych treści i opinii; stosuje podejście naukowe do rozwiązywania problemów poznawczych i praktycznych; odróżnia teorie naukowe od poglądów pseudonaukowych.	P6S_KK
F1_K02	Dostrzega ograniczenia swojej wiedzy i umiejętności; ma świadomość konieczności nieustannego podnoszenia swoich kwalifikacji, w tym umiejętnego korzystania z dorobku innych osób; uznaje samokształcenie za warunek powodzenia na rynku pracy.	P6S_KK P6S_KR
F1_K03	Zdaje sobie sprawę z konieczności posiadania odpowiednich kompetencji matematycznych i fizycznych dla zrozumienia i prawidłowego wyjaśnienia różnorodnych zjawisk; jest	P6S_KK P6S_KO

	gotów do przekazywania swojej wiedzy w tym zakresie; uznaje wartość i potrzebę propagowania wiedzy i osiągnięć z zakresu nauk ścisłych.	
F1_K04	Wykazuje się kreatywnością; jest otwarty na nowe pomysły i rozwiązania; potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	P6S_KO P6S_KR
F1_K05	Stosuje w praktyce zasady bezpieczeństwa i higieny pracy.	P6S_KR
F1_K06	Rozumie znaczenie uczciwości intelektualnej i etyki w działalności naukowej i pracy zawodowej i jest zorientowany na ich przestrzeganie; jest odpowiedzialny za podejmowane działania i sumiennie wywiązuje się z powierzonych obowiązków.	P6S_KR

Objaśnienie symboli:

PRK – Polska Rama Kwalifikacji

P6S_WG itp. – kod składnika opisu kwalifikacji dla poziomu 6 w charakterystykach drugiego stopnia PRK

F1_W – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie wiedzy

F1_U – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie umiejętności

F1_K – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie kompetencji społecznych

01, 02, 03 itd. – kolejny numer kierunkowego efektu uczenia się w danej kategorii

POKRYCIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ OKREŚLONYCH W CHARAKTERYSTYKACH DRUGIEGO STOPNIA POLSKIEJ RAMY KWALIFIKACJI PRZEZ EFEKTY KIERUNKOWE

Kod składnika opisu Polskiej Ramy Kwalifikacji	Efekty uczenia się określone w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunku <i>Fizyka</i> (kody)
WIEDZA – absolwent zna i rozumie:		
P6S_WG	w zaawansowanym stopniu – wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące podstawową wiedzę ogólną z zakresu dyscyplin naukowych lub artystycznych tworzących podstawy teoretyczne oraz wybrane zagadnienia z zakresu wiedzy szczegółowej – właściwe dla programu studiów	F1_W01, F1_W02, F1_W03, F1_W04, F1_W05, F1_W06, F1_W07, F1_W08, F1_W09
P6S_WK	fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji; podstawowe ekonomiczne, prawne, etyczne i inne uwarunkowania różnych rodzajów działalności zawodowej związanej z kierunkiem studiów, w tym podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego; podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości	F1_W10, F1_W11, F1_W12, F1_W13
UMIEJĘTNOŚCI – absolwent potrafi:		

P6S_UW	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 zaawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych	F1_U01, F1_U02, F1_U03, F1_U04, F1_U05, F1_U06, F1_U07, F1_U08
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	F1_U07, F1_U09, F1_U10, F1_U11, F1_U14
P6S_UO	planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole; współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych (także o charakterze interdyscyplinarnym)	F1_U12, F1_U13
P6S_UU	samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie	F1_U13
KOMPETENCJE SPOŁECZNE – absolwent jest gotów do:		
P6S_KK	krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści; uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	F1_K01, F1_K02, F1_K03
P6S_KO	wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego; inicjowania działania na rzecz interesu publicznego; myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	F1_K03, F1_K04
P6S_KR	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, w tym: – przestrzegania zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych, – dbałości o dorobek i tradycje zawodu	F1_K02, F1_K04, F1_K05, F1_K06

Objaśnienie symboli:

P6S_WG itp. – kod składnika opisu kwalifikacji dla poziomu 6 w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji

F1_W – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie wiedzy

F1_U – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie umiejętności

F1_K – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie kompetencji społecznych

01, 02, 03 itd. – kolejny numer kierunkowego efektu uczenia się w danej kategorii

MATRYCA EFEKTÓW UCZENIA SIĘ: PRZYPISANIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DO PRZEDMIOTÓW ¹

Fizyka – studia I stopnia	KIERUNKOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ																																
	F1_W01	F1_W02	F1_W03	F1_W04	F1_W05	F1_W06	F1_W07	F1_W08	F1_W09	F1_W10	F1_W11	F1_W12	F1_W13	F1_U01	F1_U02	F1_U03	F1_U04	F1_U05	F1_U06	F1_U07	F1_U08	F1_U09	F1_U10	F1_U11	F1_U12	F1_U13	F1_U14	F1_K01	F1_K02	F1_K03	F1_K04	F1_K05	F1_K06
PRZEDMIOTY OBOWIĄZKOWE																																	
Algebra 1	X													X				X						X		X		X	X	X			
Algebra 2	X													X				X						X		X		X	X	X			
Wstęp do algebry	X													X				X						X		X		X	X	X			
Analiza matematyczna 1		X													X			X						X		X		X	X	X			
Analiza matematyczna 2		X													X			X						X		X		X	X	X			
Analiza matematyczna 3		X													X			X						X		X		X	X	X			
Matematyka 1	X	X												X	X			X						X		X		X	X	X			
Matematyka 2		X													X			X						X		X		X	X	X			
Matematyka 3		X													X			X						X		X		X	X	X			
Rachunek prawdopodobieństwa	X															X		X						X		X				X			
Elementy rachunku prawdopodobieństwa	X															X		X						X		X				X			
Pracownia komputerowa metod matema- tycznych 1	X	X							X			X		X	X							X				X			X	X			X
Pracownia komputerowa metod matema- tycznych 2		X							X			X			X							X				X			X	X			X
Podstawy opracowania danych pomiaro- wych			X					X																				X		X			
Podstawy statystyki i analizy danych			X					X								X		X						X		X		X		X			

Programy użytkowe									X											X										X		
Praktyczny wstęp do programowania									X											X										X		
Obliczenia numeryczne i symboliczne w fizyce									X			X								X					X					X		X
Mechanika				X	X	X	X	X		X				X	X		X	X				X		X		X		X	X	X		
Termodynamika				X	X	X		X		X				X	X		X	X				X		X		X		X	X	X		
Elektryczność i magnetyzm				X	X	X		X		X				X	X		X	X				X		X		X		X	X	X		
Fale				X	X			X		X				X	X		X	X				X		X		X		X	X	X		
Fizyka atomu, jądra i cząstek elementarnych				X	X	X		X		X				X	X		X	X				X		X		X		X	X	X		
Podstawy fizyki 1				X	X		X	X		X				X	X		X	X				X		X		X		X	X	X		
Podstawy fizyki 2				X	X			X		X				X	X		X	X				X		X		X		X	X	X		
Podstawy fizyki 3				X	X			X		X				X	X		X	X				X		X		X		X	X	X		
Podstawy fizyki 4				X	X	X		X		X				X	X		X	X				X		X		X		X	X	X		
I pracownia fizyczna 1				X	X			X			X						X	X	X	X		X	X		X	X		X		X	X	X
I pracownia fizyczna 2				X	X			X			X						X	X	X	X		X	X		X	X		X		X	X	X
Mechanika teoretyczna				X	X	X	X							X	X		X	X				X		X		X		X		X		
Elementy mechaniki teoretycznej i STW				X	X	X	X							X	X		X	X				X		X		X		X		X		
Mechanika kwantowa 1				X	X	X				X				X	X	X	X	X				X		X		X		X		X		
Mechanika kwantowa 2				X	X	X				X				X	X	X	X	X				X		X		X		X		X		
Fizyka kwantowa				X	X	X				X				X	X	X	X	X				X		X		X		X		X		
Statistical Physics				X	X	X								X	X	X	X	X				X		X		X	X	X		X		
Elementy fizyki statystycznej				X	X	X								X	X	X	X	X				X		X		X		X		X		

Classical Electrodynamics				X	X	X								X	X		X	X					X		X		X	X	X		X				
Elementy elektrodynamiki klasycznej				X	X	X		X						X	X		X	X					X		X		X		X		X				
Elementy astronomii i astrofizyki				X	X	X	X																X					X		X					
Praktyka zawodowa											X	X	X					X					X		X	X	X		X	X		X	X	X	
Praktyka badawcza				X	X						X	X					X	X					X		X	X	X		X	X		X	X	X	
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.											X																								
Ochrona własności intelektualnej												X						X																	X
Podstawy przedsiębiorczości													X					X							X		X		X			X			
Język obcy (poziom B2)																							X		X	X	X	X							
Seminarium licencjackie				X	X				X	X		X						X			X	X	X	X		X		X	X	X				X	
Praca licencjacka i egzamin licencjacki				X	X				X			X					X	X			X	X	X	X		X		X	X	X	X			X	
PRZEDMIOTY DO WYBORU ¹																																			
Metody matematyczne fizyki teoretycznej	X	X				X								X	X			X							X		X		X		X				
Wstęp do geometrii różniczkowej	X	X				X								X	X			X							X		X		X		X				
Optyka kwantowa				X	X	X				X				X	X	X	X	X					X		X		X		X						
Teoria przejść fazowych i zjawisk krytycznych				X	X	X								X	X	X	X	X					X		X		X		X		X				
Introduction to Condensed Matter Physics				X	X	X				X				X	X		X	X					X		X		X	X	X		X				
Selected Topics in Condensed Matter Physics				X	X	X								X	X		X	X					X		X		X	X	X		X				
II pracownia fizyczna				X	X	X		X		X	X						X	X	X	X			X	X		X	X		X		X	X	X	X	X
General Chemistry with Elements of Physical Chemistry				X	X					X								X					X		X		X	X	X		X				
Wstęp do elektroniki				X	X			X		X								X					X	X	X		X		X					X	

Elektronika cyfrowa	X			X				X		X							X					X	X	X		X		X			X	
Pracownia elektroniczna				X	X			X	X		X						X	X	X	X	X	X	X		X	X		X		X	X	X
Pracownia elektroniki cyfrowej				X	X			X	X		X						X	X	X	X	X	X	X		X	X		X		X	X	X
Zastosowania środowiska LabVIEW w pomiarach								X	X							X					X										X	
Exploring Physics Problems with Numerical Tools					X	X			X								X	X			X	X				X	X	X		X	X	
Modelowanie komputerowe					X	X			X								X	X			X	X				X		X		X	X	
Programowanie w C++									X												X										X	
Zaawansowane programowanie w C++									X												X										X	
Języki skryptowe – Python 1									X												X										X	
Języki skryptowe – Python 2									X												X					X					X	
Języki programowania i GIU									X												X										X	
Algorytmy i struktury danych									X												X										X	
Bazy danych									X												X										X	
Systemy operacyjne									X												X										X	
Sieci komputerowe									X												X										X	
Metody numeryczne	X	X	X						X					X	X	X					X										X	X
Podstawy analizy danych – praktyczne warsztaty			X					X	X							X		X			X					X		X		X	X	
Procesy stochastyczne w ekonomii			X		X					X						X	X	X				X		X		X		X		X		
Ekonofizyka 1			X		X					X						X	X	X				X		X		X		X		X	X	
Ekonofizyka 2			X		X					X						X	X	X				X		X		X		X		X	X	
Podstawowe pojęcia prawa i prawoznawstwa												X						X														

1.1.2	X	X	X		X										X
1.1.3					X	X	X	X				X		X	
1.1.4					X	X			X					X	X
1.1.5								X							
1.1.6	X		X					X						X	
1.1.7								X							X
1.1.8					X				X		X	X		X	
1.1.9											X			X	
1.1.10											X				
1.1.11									X		X			X	
1.1.12				X			X							X	X
1.1.13													X		
1.1.14														X	X
1.1.15							X					X		X	X
1.2	UMIEJĘTNOŚCI														
1.2.1				X					X	X				X	
1.2.2						X			X					X	X
1.2.3			X							X				X	X
1.2.4						X									
1.2.5									X						X
1.2.6														X	

1.2.7														X	X
1.2.8														X	X
1.2.9							X								X
1.2.10				X										X	
1.2.11														X	X
1.2.12								X							X
1.2.13											X			X	
1.2.14							X								
1.2.15												X	X	X	X
1.2.16													X	X	
1.2.17											X				
1.2.18														X	
1.3	KOMPETENCJE SPOŁECZNE														
1.3.1									X					X	
1.3.2						X									X
1.3.3				X		X								X	
1.3.4								X							X
1.3.5						X								X	
1.3.6												X			X
1.3.7						X	X		X					X	
SZCZEGÓŁOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ*															

B.1 I B.2: PSYCHOLOGIA I PEDAGOGIKA															
WIEDZA															
B.1.W1	X														
B.1.W2		X	X												
B.1.W3				X	X										
B.1.W4	X		X	X				X							
B.1.W5				X						X					
B.2.W1					X	X	X				X				
B.2.W2					X		X			X	X				
B.2.W3					X	X	X	X							
B.2.W4			X		X	X	X	X							
B.2.W5								X							
B.2.W6								X							
B.2.W7							X								
UMIEJĘTNOŚCI															
B.1.U1		X													
B.1.U2				X						X					
B.1.U3				X											
B.1.U4				X											
B.1.U5								X							
B.1.U6			X												

B.1.U7				X											
B.1.U8										X					
B.2.U1								X			X				
B.2.U2										X					
B.2.U3										X					
B.2.U4						X									
B.2.U5						X					X				
B.2.U6								X							
B.2.U7							X								
KOMPETENCJE SPOŁECZNE															
B.1.K1										X					
B.1.K2										X					
B.2.K1										X					
B.2.K2						X									
B.2.K3						X				X					
B.2.K4						X									
B.3: PRAKTYKI ZAWODOWE															
WIEDZA															
B.3.W1									X						
B.3.W2									X						
B.3.W3									X						

UMIEJĘTNOŚCI															
B.3.U1									X						
B.3.U2									X						
B.3.U3									X						
B.3.U4									X						
B.3.U5									X						
B.3.U6									X						
KOMPETENCJE SPOŁECZNE															
B.3.K1									X						
C: PODSTAWY DYDAKTYKI I EMISJA GŁOSU															
WIEDZA															
C.W1												X			
C.W2												X			
C.W3												X			
C.W4												X			
C.W5												X			
C.W6												X			
C.W7													X		
UMIEJĘTNOŚCI															
C.U1												X			
C.U2												X			

C.U3												X			
C.U4												X			
C.U5												X			
C.U6												X			
C.U7													X		
C.U8													X		
KOMPETENCJE SPOŁECZNE															
C.K1												X			
C.K2													X		
D.1: DYDAKTYKA PRZEDMIOTU NAUCZANIA															
WIEDZA															
D.1.W1														X	
D.1.W2															X
D.1.W3															X
D.1.W4														X	
D.1.W5														X	
D.1.W6														X	X
D.1.W7															X
D.1.W8														X	X
D.1.W9														X	
D.1.W10														X	X

D.1.W11															X
D.1.W12														X	X
D.1.W13															X
D.1.W14														X	X
D.1.W15														X	
UMIEJĘTNOŚCI															
D.1.U1														X	X
D.1.U2														X	
D.1.U3															X
D.1.U4															X
D.1.U5														X	
D.1.U6														X	
D.1.U7														X	
D.1.U8															X
D.1.U9														X	X
D.1.U10														X	X
D.1.U11															X
KOMPETENCJE SPOŁECZNE															
D.1.K1															X
D.1.K2														X	
D.1.K3															X

D.1.K4														X	X
D.1.K5														X	
D.1.K6															X
D.1.K7														X	
D.1.K8															X
D.1.K9														X	X
FORMY REALIZACJI															
wykład	X				X									X	
konwersatorium/ ćwiczenia		X	X			X		X					X		X
seminarium												X			
praktyki									X						
warsztat				X			X			X	X	X			
METODY WERYFIKACJI															
egzamin	X				X									X	
projekt							X								X
praca pisemna		X	X	X		X	X	X		X	X	X	X		
wypowiedź/ wystąpienie ustne				X						X		X	X		
raport									X						X
zaliczenie praktyczne											X				

*Kody ogólnych i szczegółowych efektów uczenia się z zakresu przygotowania psychologiczno-pedagogicznego (blok zajęć B1/B2/B3), podstaw dydaktyki i emisji głosu (blok zajęć C) oraz przygotowania dydaktycznego do nauczania fizyki (blok zajęć D1) są zgodne z ich klasyfikacją w *Standardzie kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela*, określonym w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 25 lipca 2019 r. (Dz.U. 2021, poz. 890 z późn. zm.).

TREŚCI PROGRAMOWE

Ip.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe
1	Algebra 1	Elementy logiki formalnej i teorii mnogości. Struktury algebraiczne – grupa, pierścień, ciało. Liczby zespolone, postać algebraiczna, trygonometryczna i wykładnicza, działania na liczbach zespolonych, wzory Moivre’a, pierwiastki liczby zespolonej. Odwzorowania i relacje. Elementy teorii permutacji – cykle, inwersje, pojęcie parzystości permutacji. Notacje sum obiektów wielowskaźnikowych. Macierze i wyznaczniki, działania na macierzach. Macierz odwrotna, minory macierzy. Macierze symetryczne, ortogonalne, unitarne, hermitowskie. Liniowa zależność i niezależność. Podstawy przestrzeni liniowych. Macierzowy zapis układu równań liniowych i algorytmy rozwiązywania układów równań (Gaussa, Cramera, Kroneckera-Capelli). Wartości własne i wektory własne macierzy.
2	Algebra 2	Macierze podobne. Diagonalizacja macierzy. Diagonalizacja form kwadratowych i hermitowskich. Grupy macierzowe $GL(n)$, $SL(n)$, $O(n)$, $U(n)$, $SO(n)$, $SU(n)$ i ich parametryzacja. Grupa przekształceń Lorentza. Przestrzenie liniowe cd.: współrzędne, zmiana bazy, operatory liniowe, izomorfizm przestrzeni liniowych. Realizacje macierzowe operatorów liniowych. Zmiana bazy w przestrzeni i jej implikacje dla realizacji macierzowej operatora. Przestrzenie z iloczynem skalarnym, przestrzenie unitarne, euklidesowe. Ortogonalizacja. Operatory ortogonalne, unitarne, hermitowskie. Własności spektralne operatorów liniowych.
3	Algorytmy i struktury danych	Najprostsze algorytmy: Euklidesa NWD, sito Erastotenesa. Podstawowe struktury danych: tablica, lista, drzewo BST. Kolejka i stos. Algorytmy rekurencyjne (operacje na drzewach). Złożoność algorytmów. Notacja O. Twierdzenie o rekursji uniwersalnej. Algorytmy sortujące: insertion sort, heapsort, mergesort, quick sort, counting sort, radix sort. Zasada Dziel i Zwyciężaj. Struktury słownikowe: Drzewa BST (z implementacją), drzewa czerwono-czarne, B-drzewa. Kopce łączalne. Haszowanie: łańcuchowe, otwarte. Programowanie dynamicznie: triangulacja optymalna, optymalne mnożenie macierzy. Algorytmy zachłanne na przykładzie generatora kodów Huffmana. Grafy: implementacje przez macierz sąsiedztwa oraz listy sąsiadów. Algorytmy: Kruskala i Prima (MST) oraz Dijkstry. Problem Union-Find. Szybka transformata Fouriera. Algorytm Strassena. Sieci sortujące.
4	Analiza matematyczna 1	Zbiory liczbowe, liczby rzeczywiste, funkcje liczbowe, równania i nierówności liczbowe. Ciągi i szeregi nieskończone. Granica funkcji, funkcje ciągłej ich własności. Pochodne funkcji, szereg Taylora, ekstrema lokalne. Całka nieoznaczona i oznaczona, całki niewłaściwe, zastosowania całek.
5	Analiza matematyczna 2	Geometria i topologia n-wymiarowych przestrzeni euklidesowych. Funkcje wielu zmiennych, funkcje o wartościach wektorowych. Różniczkowanie funkcji wielu zmiennych, badanie ekstremów i ekstremów warunkowych. Całkowanie skalarnych funkcji wielu zmiennych, twierdzenie Fubiniego, zamiana zmiennych. Całki krzywoliniowe, powierzchniowe i objętościowe pól wektorowych. Twierdzenia Greena, Stokesa i Gaussa. Funkcje zmiennej zespolonej, pochodna zespolona, pojęcie funkcji analitycznej. Własności funkcji analitycznych, twierdzenie Cauchy’ego, wzór całkowy Cauchy’ego. Osobliwości i residua, twierdzenie o residuach i jego zastosowania.
6	Analiza matematyczna 3	Równania różniczkowe zwyczajne: równania i układy równań liniowych, metoda szeregów potęgowych. Równania różniczkowe cząstkowe i szeregi Fouriera: równanie struny drgającej i przewodnictwa cieplnego. Szeregi Fouriera i przestrzenie Hilberta. Operatory różniczkowe na przestrzeniach funkcji. Zastosowania do analizy

		rozwiązań równań różniczkowych. Przekształcenie Fouriera i równania cząstkowe. Dystrybucje w matematyce i fizyce teoretycznej.
7	Bazy danych	Model relacyjny baz danych. Projektowanie baz danych, usuwanie redundancji, normalizacja. Modelowanie konceptualne i fizyczne. Systemy zarządzania relacyjnymi bazami danych MySQL oraz MariaDB. Działanie systemów bazodanowych typu klient-serwer. Język zapytań SQL. Tworzenie bazy danych, tworzenie, modyfikowanie i usuwanie tabel i więzów. Wstawianie, modyfikowanie i usuwanie danych. Zaawansowane zapytania: filtrowanie, grupowanie, agregacja, złączenia, podzapytania. Więzy integralności referencyjnej. Podstawy języka PHP: funkcje, tablice, działania na tablicach, plikach i bazach danych. Tworzenie aplikacji bazodanowych w językach PHP/MySQL (XAMP). Bezpieczeństwo aplikacji: podstawowe reguły.
8	Classical Electrodynamics (Elektrodynamika klasyczna)	Introduction to basic principles of relativity and relativistic mechanics. Charge in electromagnetic field. Equations of electromagnetic field. Constant electromagnetic field. Electromagnetic waves. The field of moving charges. Wprowadzenie do podstawowych zasad względności oraz mechaniki relatywistycznej. Ładunek w polu elektromagnetycznym. Równania pola elektromagnetycznego. Stałe pole elektromagnetyczne. Fale elektromagnetyczne. Pole poruszających się ładunków.
9	Dydaktyka fizyki	Dydaktyka fizyki: charakterystyka, obszar zainteresowań badawczych oraz przegląd aktualnych tematów badań. Badania nauczycielskie. Fizyka jako przedmiot szkolny: przedmiot i jego miejsce w kształceniu ogólnym. Podstawa programowa. Cele kształcenia i treści nauczania przedmiotu fizyka. Program nauczania: tworzenie i modyfikacja, analiza, ocena, dobór i zatwierdzanie. Projektowanie procesu kształcenia. Rozkład materiału. Ewaluacja działań dydaktycznych. Podmiotowość i pełnomocność ucznia. Lekcja. Formalna struktura, cele lekcji, sytuacje wpływające na przebieg lekcji. Typy i modele lekcji fizyki. Zajęcia pozalekcyjne. Metody i zasady nauczania. Dobór metod dydaktycznych. Formy pracy. Organizacja pracy w klasie, praca w grupach. Indywidualizacja nauczania. Projektowanie środowiska lekcji, środki dydaktyczne – dobór i wykorzystanie. Kontrola i ocena efektów pracy uczniów: diagnoza, monitorowanie, ewaluacja i kontrola wyników a ocenianie. Kształtowanie motywacji do uczenia się. Uwarunkowania prawne pracy nauczyciela.
10	Ekonofizyka 1	Przedmiot, struktura i cele ekonofizyki. Podstawy matematyki finansowej. Giełda Papierów Wartościowych (Stock Exchange), zasady jej funkcjonowania. Konstrukcja i analiza portfela akcji (analiza portfolio). Korelacje między akcjami i taksonomia portfela akcji. Wstęp do problemów skalowania w systemach finansowych i autokorelacji w szeregach finansowych.
11	Ekonofizyka 2	Ogólne własności skalowania danych finansowych i ich analiza z punktu widzenia własności układów złożonych. Analiza Zipfa i jej zastosowanie do przewidywania ewolucji czasowych szeregów finansowych. Globalne i lokalne podejście do opisu zjawisk krytycznych na rynkach finansowych – oscylacje log-periodyczne i lokalny wykładnik Hursta. Analiza multifraktalna szeregów finansowych i jej zastosowania. Teoria macierzy losowych i jej zastosowania w ekonomii i rynkach kapitałowych. Elementy statystycznej analizy finansowych szeregów czasowych – rozkłady niegaussowskie. Związki z Centralnym Twierdzeniem Granicznym i Uogólnionym Centralnym Twierdzeniem Granicznym. Rola przelotów Levy’ego i obciążonych przelotów Levy’ego w opisie danych finansowych. Próby opisu układów skorelowanych. Układy nieekstensywne i ich własności. Entropia Boltzmanna–Gibbsa a entropia Tsallisa. Rozkłady Tsallisa. Zastosowanie w finansach.

12	Elektronika cyfrowa	Systemy liczbowe, operacje i kody. Aksjomaty algebry Boole'a. Synteza i minimalizacja funkcji logicznych. Układy kombinacyjne i sekwencyjne. Programowalne układy logiczne. Pamięci półprzewodnikowe. Konwersja i przetwarzanie sygnałów. Transmisja danych. Mikroprocesory. Mikrokomputery jednoukładowe. Systemy wbudowane. Technologie układów scalonych.
13	Elektryczność i magnetyzm	Elektrostatyka: ładunek elektryczny, prawo Coulomba, pole elektryczne, potencjał elektryczny, prawo Gaussa, kondensatory i pojemność, dielektryki w polu elektrycznym, energia pola elektrycznego. Prądy elektryczne: natężenie prądu i gęstość prądu, prawo zachowania ładunku, prawo Ohma, oporność właściwa materiałów i opór elektryczny, przewodnictwo elektryczne w metalach, elektrolitach i gazach, siła elektromotoryczna, obwody prądu stałego, prawa Kirchhoffa. Pole magnetyczne: indukcja magnetyczna, strumień pola magnetycznego, siła Lorentza, efekt Halla, siła elektrodynamiczna, źródła pola magnetycznego, prawo Ampera, prawo Biota-Savarta. Indukcja elektromagnetyczna: prawo Faradaya, reguła Lenza, prądy wirowe, generator prądu zmiennego, indukcja wzajemna i samoindukcja, transformator, energia pola magnetycznego. Równania Maxwella: uniwersalne prawo indukcji, prąd przesunięcia, fale elektromagnetyczne, doświadczenie Hertza. Obwody prądu zmiennego: drgania wymuszone i rezonans w obwodach RLC, moc i energia w obwodach prądu zmiennego. Pola elektryczne i magnetyczne w ośrodkach materialnych: polaryzacja dielektryka, podatność elektryczna, piezoelektryczność i elektrostrykcja, ferroelektryki; magnetyzacja, podatność magnetyczna, paramagnetyzm, diamagnetyzm, ferromagnetyzm.
14	Elementy astronomii i astrofizyki	Gwiazdy i gwiazdozbiory, układy współrzędnych sferycznych, skala jasności gwiazd, jasność absolutna. Rodzaje fal elektromagnetycznych, widmo ciągłe gwiazd. Metody detekcji widma gwiazd, widmo liniowe gwiazd, diagram Hertzsprunga-Russella. Wyznaczanie masy gwiazd, zależność masa-jasność, wyznaczanie promienia gwiazd, skład chemiczny gwiazd. Model atmosfery gwiazdy. Warunki panujące we wnętrzu gwiazdy, reakcje syntezy termojądrowej (cykl pp, CNO, 3 α), transport energii z wnętrza gwiazdy, zjawisko konwekcji. Modele wnętrza gwiazdowych. Rodzaje energii gwiazd, kontrakcja gwiazdy na ciąg główny, ewolucja gwiazdy o zadanej masie, degeneracja jądra gwiazdy. Późne stadia ewolucji gwiazd, mgławice planetarne, białe karły, wybuch supernowej, gwiazdy neutronowe, czarne dziury. Gwiazdy zmienne pulsujące. Gwiazdy kataklizmiczne. Aktywność Słońca. Układ Słoneczny. Galaktyka: budowa, rotacja, wiek; gromady kuliste, gromady otwarte, asocjacje gwiazd, Lokalna Grupa Galaktyk, klasyfikacja galaktyk. Ekspansja Wszechświata, stała Hubble'a, modele kosmologiczne.
15	Elementy elektrodynamiki klasycznej	Narzędzia rachunkowe elektrodynamiki: rachunek różniczkowy i całkowy wektorów oraz funkcje delta Diraca. Elektrostatyka w próżni i w materii. Magnetostatyka w próżni i w materii. Układ równań Maxwella oraz zasady zachowania ładunku, energii i pędu. Transformacja Lorentza w elektrodynamice: czterowektor prądu, tensor pola elektromagnetycznego oraz tensor energii-pędu. Fale elektromagnetyczne w otwartej przestrzeni oraz w falowodach i światłowodach. Źródła promieniowania elektromagnetycznego: antena, lampa mikrofalowa, synchrotron, laser na swobodnych elektronach. Rola elektrodynamiki w fizyce współczesnej: nierozdzielny związek ze szczególną teorią względności, elektrodynamika jako teoria pola oraz jako punkt wyjścia do elektrodynamiki kwantowej.
16	Elementy fizyki statystycznej	Elementy termodynamiki: podstawowe założenia i pojęcia, zasady termodynamiki, równanie fundamentalne i potencjały termodynamiczne. Podstawowe założenia fizyki statystycznej. Zespoły statystyczne. Kwantowa fizyka statystyczna. Kanoniczne modele: gaz doskonały (klasyczny, kwantowy), oscylator harmoniczny (klasyczny, kwantowy), ciepło właściwe, model Isinga.

17	Elementy mechaniki teoretycznej i STW	Wprowadzenie do podstawowych pojęć fizyki teoretycznej: czasoprzestrzeń, absolutność i względność czasu i przestrzeni, równoważność układów inercjalnych. Geometria czasoprzestrzeni Galileusza. Teoretyczne podstawy mechaniki Newtona. Twierdzenie Koeniga. Praca i droga. Siły potencjalne. Prawa zachowania. Całkowanie układów jednowymiarowych. Oscylator harmoniczny tłumiony. Zagadnienie ruchu w polu sił centralnych. Prawa Keplera. Rozpraszanie w polu sił centralnych. Wprowadzenie do układów z więzami i mechanika Lagrange'a. Pojęcie symetrii i jej związku z zachowanymi wielkościami. Hamiltonian i równania Hamiltona. Całki ruchu i nawiasy Poissona. Eksperyment Michelsona-Morleya. Wprowadzenie do szczególnej teorii względności i czasoprzestrzeni Minkowskiego. Transformacje Lorentza. Kontrakcja Fitzgeralda-Lorentza, dylatacja czasu.
18	Elementy prawa oświatowego i bezpieczeństwo w szkole	Międzynarodowe i krajowe regulacje dotyczące praw człowieka. Odpowiedzialność prawna opiekuna, nauczyciela, wychowawcy. Źródła prawa oświatowego. Struktura systemu oświaty i funkcjonowanie placówek oświatowych. Nauczycielska pragmatyka zawodowa. Procedury postępowania nauczycieli w przypadku różnego rodzaju zagrożeń. Pierwsza pomoc. Choroby zawodowe nauczycieli.
19	Elementy rachunku prawdopodobieństwa	Elementy kombinatoryki. Aksjomatyka teorii prawdopodobieństwa. Prawdopodobieństwo warunkowe, zdarzenia statystycznie niezależne. Prawdopodobieństwo całkowite, wzór Bayesa. Schemat Bernoulliego, rozkład dwumianowy, rozkład Poissona. Dyskretne i ciągłe zmienne losowe. Podstawowe rozkłady teorii prawdopodobieństwa. Wektory losowe. Niezależne zmienne losowe. Zamiana zmiennych losowych. Parametry rozkładu: wartość oczekiwana, wariancja, momenty zmiennej losowej; kowariancja i współczynnik korelacji. Nierówność Markowa, nierówność Czebyszewa. Prawo wielkich liczb. Centralne twierdzenie graniczne.
20	Emisja głosu	Język jako narzędzie pracy nauczyciela. Praca z uczniami z ograniczoną znajomością języka polskiego lub zaburzeniami komunikacji językowej. Porozumiewanie się w celach dydaktycznych – sztuka wykładania, sztuka zadawania pytań, sposoby zwiększania aktywności komunikacyjnej uczniów. Praktyka wystąpień publicznych, poprawność językowa, etyka języka, etykieta korespondencji tradycyjnej i elektronicznej. Emisja głosu – budowa, działanie i ochrona narządu mowy. Warsztaty emisji głosu.
21	Exploring Physics Problems with Numerical Tools (Numeryczne badanie problemów fizycznych)	Gentle introduction to the Julia programming language. Basic skills of applied computational physics. Quantum mechanics – solution to the Schroedinger equations: bound states; momentum grid (matrix Hamiltonian) method; introduction to the scattering problem. Spin models – Ising model. Path integral in quantum mechanics. First look at gauge theory. Łagodne wprowadzenie do języka programowania Julia. Podstawowe umiejętności w ramach stosowanej fizyki obliczeniowej. Mechanika kwantowa – rozwiązywanie równań Schroedingera: stany związane; metoda siatki pędów (macierz Hamiltona); wprowadzenie do problemu rozpraszania. Modele spinowe – model Isinga. Całka po trajektorii w mechanice kwantowej. Pierwsze spojrzenie na teorię cechowania.
22	Fale	Fale mechaniczne: typy fal mechanicznych, matematyczny opis fali mechanicznej, prędkość, energia, interferencja, rezonans, dudnienia, fale stojące, fala na granicy dwóch ośrodków, efekt Dopplera, fala uderzeniowa. Fale elektromagnetyczne: natura światła, matematyczny opis fali elektromagnetycznej, prędkość, energia, widmo, odbicie i załamanie, interferencja, dyfrakcja, dyspersja, polaryzacja, zasada Huygensa-Fresnela, efekt Dopplera, optyka geometryczna, podstawowe przyrządy optyczne, kryształy dwójłomne, holografia.

23	Fizyka atomu, jądra i cząstek elementarnych	Fizyka atomu: atomowa struktura materii; nieklasyczne zjawiska i koncepcja fotonu; widma atomowe; modele atomu, model atomu Rutherforda-Bohra; atom wodoru w mechanice kwantowej – fale de Broglie’a, równanie Schrödingera; spin elektronu, subtelna struktura energetyczna atomu; atomy wieloelektronowe; atom w polu magnetycznym; promieniowanie rentgenowskie; lasery. Fizyka jądra atomowego: właściwości jąder atomowych; modele jądra atomowego; spontaniczne przemiany jądrowe; oddziaływanie promieniowania jądrowego z materią; reakcje jądrowe; rozszczepienie jąder i energetyka jądrowa; synteza jąder i energetyka termojądrowa (plazmowa); wybrane metody jądrowe fizyki fazy skondensowanej. Cząstki elementarne i fundamentalne: klasyfikacja cząstek i oddziaływań między nimi.
24	Fizyka kwantowa	Podstawowe cechy fizyki klasycznej – ciągłość, kauzalność, zasada analizy. Zjawiska łamiące zasady klasycznego opisu świata. Modele kwantowe – próg potencjału, bariera potencjału (tunelowanie cząstki), studnia potencjału, oscylator harmoniczny, model Bohra, atom wodoru (według równania Schrödingera), kwantowy moment pędu, spin cząstek, efekty Zeemana i Starka. Zespół kanoniczny i promieniowanie ciała doskonale czarnego. Atomy wieloelektronowe – układ okresowy pierwiastków.
25	General Chemistry with Elements of Physical Chemistry (Chemia ogólna z elementami chemii fizycznej)	Basic chemistry laws. Periodic table. Structure of multi-electron atoms. Chemical bonds and intermolecular interactions. Hydrogen bonds. Types of chemical reactions, degree of oxidation. Redox reactions, half-cells, electrochemical cells. Kinetics of chemical reactions. Catalytic reactions, enzymatic reactions. Chemical balance. Dissociation of strong and weak electrolytes. Ion product of water. Acids and bases. Acid-conjugated pairs alkaline. Buffer solutions. Colloidal solutions. Homologous series. The order of the carbon atoms. Saturated hydrocarbons (alkanes), hydrocarbons unsaturated (alkenes, alkynes), cyclic hydrocarbons. aromatic hydrocarbons, aromaticity. Isomers – types, stereoisomers, enantiomers, chirality, absolute configuration. Alcohols, aldehydes, ketones, amines, ethers, acids carboxylic acids (basic reactions and nomenclature), esters, esterification reactions, fats. Amino acids, sugars, proteins (peptide bond, chains polypeptides, protein structure). Nucleic acids. Elements of nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy. Podstawowe prawa chemii. Układ okresowy. Budowa atomów wieloelektronowych. Wiązania chemiczne i oddziaływania międzycząsteczkowe. Wiązania wodorowe. Rodzaje reakcji chemicznych, stopień utlenienia. Reakcje redoks, półogniwa ogniwa elektrochemiczne. Kinetyka reakcji chemicznych. Reakcje katalityczne, reakcje enzymatyczne. Równowaga chemiczna. Dysocjacja mocnych i słabych elektrolitów. Iloczyn jonowy wody. Kwasy i zasady. Sprężone pary kwasowo-zasadowe. Roztwory buforowe. Roztwory koloidalne. Szereg homologiczny. Rzędowość atomów węgla. Węglowodory nasycone (alkany), węglowodory nienasycone (alkeny, alkiny), węglowodory cykliczne. Węglowodory aromatyczne, aromatyczność. Izomeria – rodzaje, stereoizomeria, enancjomery, chiralność, konfiguracja absolutna. Alkohole, aldehydy, ketony aminy, etery, kwasy karboksylowe (podstawowe reakcje i nomenklatura), estry, reakcje estryfikacji, tłuszcze. Aminokwasy, cukry, białka (wiązanie peptydowe, łańcuchy polipeptydowe, struktura białka). Kwasy nukleinowe. Elementy spektroskopii jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR).
26	Introduction to Condensed Matter Physics (Wstęp do fizyki fazy skondensowanej)	Crystallographic structure: translational and point symmetries, Bravais lattices, basis and the crystallographic structure, primitive cell, characteristics of basic crystal structures. Reciprocal lattice: definition and construction, Brillouin zones, Miller indices. Wave diffraction by crystals: Bragg and Laue diffraction conditions, scattered wave intensity, the effect of atomic basis, experimental diffraction techniques. Crystal binding: characteristics of van der Waals, ionic, covalent, metallic and hydrogen bonds, cohesive energy. Crystal vibrations: harmonic

		approximation, vibration of monatomic lattice, dispersion relation, group velocity, long-wavelength limit, multiple atoms per basis, acoustical and optical branches, quantization of elastic waves, phonons, inelastic scattering by phonons. Thermal properties of crystals: Planck distribution, phonon density of states, phonon heat capacity, high- and low-temperature limits, Einstein and Debye models, anharmonic effects. Free electron gas: Fermi-Dirac distribution, Fermi energy, electron density of states, heat capacity of the electron gas, electrical conductivity. Electronic properties of crystals: Bloch theorem, eigenfunctions and eigenenergies of electrons in periodic potentials, the origin of electronic band structure, nearly-free-electron model, Kronig-Penney model. Classification of materials: metals, semimetals, semiconductors, insulators. Struktura atomowa kryształów: symetrie translacyjne i punktowe, sieci Bravais’go, baza i struktura krystalograficzna, komórka prymitywna, podstawowe struktury krystalograficzne. Sieć odwrotna: definicja i konstrukcja, strefy Brillouina, wskaźniki Millera. Dyfrakcja fal na kryształach: warunki Bragga i Lauego, natężenie fali rozproszonej, efekt bazy atomowej, dyfrakcyjne techniki eksperymentalne. Wiązania w kryształach: van der Waalsa, jonowe, kowalencyjne, metaliczne i wodorowe, energia spójności. Drgania kryształów: przybliżenie harmoniczne, drgania sieci jednoatomowej, relacja dyspersyjna, prędkość grupowa, granica długofalowa, efekt bazy wieloatomowej, drgania akustyczne i optyczne, kwantowanie drgań sieci, fonony, nieelastyczne rozpraszanie na fononach. Właściwości termiczne kryształów: rozkład Plancka, gęstość stanów fononowych, pojemność cieplna kryształu, granica wysokich i niskich temperatur, modele Einsteina i Debye’a, zjawiska anharmoniczne. Gaz elektronów swobodnych: rozkład Fermiego-Diraca, energia Fermiego, gęstość stanów elektronowych, wkład elektronów do pojemności cieplnej kryształu, przewodnictwo elektryczne. Właściwości elektronowe kryształów: twierdzenie Blocha, funkcje i energie własne elektronów w potencjale okresowym, elektronowa struktura pasmowa, model elektronów prawie swobodnych, model Kroniga-Penneya. Klasyfikacja materiałów: metale, półmetale, półprzewodniki, izolatory.
27	Język obcy (poziom B2)	Zasób słownictwa oraz struktury gramatyczne wybranego języka nowożytnego odpowiadające biegłości na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Szczegółowe programy nauczania języków nowożytnych dostępne są na stronie internetowej Studium Praktycznej Nauki Języków Obcych: https://spnjo.uwr.edu.pl/program-nauczania-jezykow-nowozytnych/ .
28	Języki programowania i GIU	Elementy dwóch wybranych języków programowania, z uwzględnieniem ich cech szczególnych, np. Javascript (dynamiczne typowanie, polimorfizm prototypowy, właściwości, iteratory i generatory; zdarzenia i ich obsługa; DOM; obietnice; funkcje asynchroniczne; wyrażenia regularne; używanie i tworzenie modułów; zastosowanie do tworzenia komunikacji dwukierunkowej) i Julia (polimorfizm oparty o multiple dispatch; właściwości języka homoikonicznego: makra i funkcje przetwarzające kod programu; iteratory i funkcje anonimowe; wychwyt zmiennej; zastosowanie do obliczeń numerycznych, macierzowych i tworzenia wykresów; zastosowanie liczb zespolonych w geometrii płaskiej). Charakterystyka platformy .NET. Podstawy języka C# (z akcentem na różnice między C# a C i C++): typy zmiennych, klasy, dziedziczenie, interfejsy, kolekcje, delegaty i zdarzenia. Graficzny interfejs użytkownika – podstawy WPF (Windows Presentation Foundation): język znaczników XAML, podstawowe elementy (kontrolki), wiązanie danych, zasoby, style, wyzwalacze, wzorzec MVVM.
29	Języki skryptowe – Python 1	Podstawy programowania w języku Python. Środowiska do programowania w Pythonie. Podstawowe typy danych, literały, operatory i wyrażenia. Listy, krotki, zbiory i słowniki. Wyrażenia warunkowe i pętle. Funkcje, skrypty i moduły. Operacje na plikach. Projektowanie odgórne, testowanie i debugowanie. Analiza wydajności

		programów, profilowanie. Biblioteka standardowa i wybrane zewnętrzne biblioteki Pythona (NumPy, Matplotlib, Tkinter, PyQt). Wprowadzenie do programowania obiektowego.
30	Języki skryptowe – Python 2	Programowanie zorientowane obiektowo. Tworzenia klas (dziedziczenie, przestrzenie nazw, przeciążanie operatorów). Zaawansowane zagadnienia związane z klasami (Metody statyczne, dynamiczne oraz metody klasy, dekoratory, metaklasy). Podstawowe wzorce projektowych obiektowych w praktyce. Wybrane frameworki obiektowe (PyGame, Django). Systemy kontroli wersji i ich wykorzystanie w projektach zespołowych. Realizacja projektu programistycznego w Pythonie (wersjonowanie, dokumentowanie, testowanie programu).
31	Kompetencje psychologiczno-pedagogiczne nauczyciela	Uwarunkowania sukcesu w pracy nauczyciela. Fazy rozwoju zawodowego nauczyciela. Ocena jakości pracy nauczyciela; omówienie arkusza obserwacji pracy nauczyciela. Refleksja i autorefleksja dotycząca zasobów w pracy nauczyciela; omówienie arkusza pracy nauczyciela i arkusza kompetencji praktykanta. Autorefleksja i analiza zasobów w pracy nauczyciela; omówienie arkusza kompetencji praktykanta. Kompetencje komunikacyjne praktykanta – analiza rozmowy psychologicznej. Trudna sytuacja w szkole – analiza zdarzeń pedagogicznych. Awans zawodowy nauczyciela. Zasady projektowania ścieżki rozwoju zawodowego. Projektowanie ścieżki własnego rozwoju zawodowego. Stres w pracy nauczyciela – wprowadzenia teoretyczne, omówienie arkusza obserwacji i analizy objawów stresu u praktykanta, sposoby radzenia sobie. Wypalenie zawodowe.
32	Makroekonomia	Ustroje gospodarcze – klasyfikacja i charakterystyka. Kapitalizm, socjalizm i „trzecia droga”. Społeczna gospodarka rynkowa. Wzrost i fluktuacje gospodarcze. Podstawowe kategorie analizy makroekonomicznej. Model klasyczny i keynesowski. Pomiar działalności gospodarczej i poziom dobrobytu; systemy rachunków narodowych. Inflacja – pomiar, rodzaje i skutki. Bezrobocie i zatrudnienie – rodzaje i sposoby walki z bezrobociem. Inflacja a bezrobocie. Długookresowy model wzrostu. Ogólny czynnik wzrostu (Total Factor Productivity – TFP). Pieniądz i system pieniężny. Współczesny system bankowy i bank centralny. Polityka fiskalna i polityka pieniężna. Ilościowa teoria pieniądza. Równanie Fishera i hipoteza Fishera. Rynek dóbr. Model IS-LM. Dynamiczna wersja modeli IS-LM. Model całościowy – współdziałanie rynków dóbr, pieniądza i pracy. Krzywa Phillipsa. Popyt konsumpcyjny i inwestycyjny. Relacje pomiędzy analizami mikro- i makroekonomicznymi w badaniach procesów gospodarczych. Ekonomia na jednej stronie.
33	Matematyka 1	Elementy logiki formalnej i teorii mnogości. Liczby rzeczywiste, zbiory liczbowe, funkcje elementarne, równania i nierówności. Notacja sumacyjna i wielowskaźnikowa. Ciągi, szeregi: granice ciągu, kryteria zbieżności szeregów, granice funkcji, ciągłość funkcji. Pochodne funkcji, rozwinięcia funkcji w szeregi potęgowe Taylora i Maclaurina, ekstrema, wykresy, zasady badania zmienności funkcji. Symbole nieoznaczone, twierdzenie de L'Hospitala. Całki nieoznaczone i oznaczone funkcji jednej zmiennej. Metody całkowania (przez części, podstawienie, metoda Feynmanna), wzory rekurencyjne, całkowanie funkcji trygonometrycznych, wymiernych, potęgowych, wykładniczych, logarytmicznych, warunki całkowalności, całki niewłaściwe, zastosowania geometryczne i fizyczne całek.
34	Matematyka 2	Funkcje wielu zmiennych, funkcje o wartościach wektorowych. Ciągłość i granice funkcji wielu zmiennych. Różniczkowanie funkcji wielu zmiennych, pochodna cząstkowa, pochodna kierunkowa, gradient. Pola wektorowe, dywergencja, rotacja, laplasjan. Różniczka zupełna, badanie ekstremów i ekstremów warunkowych. Geometria krzywych, równania Freneta. Całkowanie skalarnych funkcji wielu zmiennych, zamiana zmiennych. Całki krzywoliniowe, powierzchniowe i objętościowe pól skalarnych i wektorowych.

		Twierdzenia Greena, Stokesa i Gaussa z zastosowaniami. Elementy analizy zespolonej, pochodna zespolona, pojęcie funkcji analitycznej. Własności funkcji analitycznych, twierdzenie Cauchy'ego, wzór całkowy Cauchy'ego, twierdzenie Liouville'a, szereg Laurenta. Osobliwości i reszta, twierdzenie o resztach i jego zastosowania do obliczania całek funkcji rzeczywistych.
35	Matematyka 3	Równania różniczkowe zwyczajne i funkcje specjalne Legendre'a, Bessela, Hermite'a. Operatory różniczkowe na przestrzeniach funkcji. Wielomiany ortogonalne w przestrzeniach liniowych funkcji z określonym iloczynem skalarnym. Szeregi trygonometryczne Fouriera i transformata Fouriera. Równania różniczkowe cząstkowe, metody rozwiązywania i przykładowe zastosowania w fizyce: równania Laplace'a, Poissona, przewodnictwa cieplnego, falowe i Schroedingera. Elementy teorii dystrybucji, delta Diraca.
36	Mechanika	Kinematyka ruchu postępowego i obrotowego. Dynamika punktu materialnego. Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej. Energia, pęd i moment pędu – zasady zachowania, Siły sprężystości i tarcia. Ciężenie powszechne. Ruch w polu sił centralnych. Ruch w nieinercyjnych układach odniesienia. Ruch drgający. Ciecze i ciała stałe. Mechanika cieczy i gazów. Podstawy szczególnej teorii względności.
37	Mechanika kwantowa 1	Doświadczalne podstawy mechaniki kwantowej. Postulaty mechaniki kwantowej, matematyczny opis stanów i obserwacji, interpretacja fizyczna formalizmu. Rozwój układu w czasie, obrazy Schrödingera i Heisenberga. Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Problemy jednowymiarowe: oscylator harmoniczny, swobodne pakiety falowe, próg, bariera i studnia potencjału. Moment pędu w mechanice kwantowej. Ruch w polu sił centralnych, atom wodoru bez spinu.
38	Mechanika kwantowa 2	Podstawy pojęciowe mechaniki kwantowej (funkcja falowa, zasada nieoznaczoności, debata Bohr-Einstein, paradoks EPR, nierówności Bella, doświadczenia Aspecta i Zeilingera). Teoria pomiaru i dekoherencja. Spin (podstawy doświadczalne, opis spinowych stopni swobody, składanie spinów, oddziaływanie spinu z polem elektromagnetycznym). Cząstki identyczne, związki spinu ze statystyką; bozony i fermiony. Stacjonarny rachunek zaburzeń; przykłady zastosowań. Rachunek zaburzeń zależny od czasu (zaburzenia okresowe, jonizacja i zjawisko fotoelektryczne, współczynniki A i B Einsteina). Rozpraszanie (przekrój czynny i amplituda rozpraszania, przybliżenie Borna, rozpraszania na potencjale kulombowskim, pole sił centralnych i fale parcjalne).
39	Mechanika teoretyczna	Formalizm Newtona. Ruch w polu elektrycznym i magnetycznym. Oscylator harmoniczny z tłumieniem i siłą wymuszającą. Problem Keplera. Więzy i formalizm Lagrange'a. Formalizm Hamiltona, ruch w przestrzeni fazowej, nawiasy Poissona. Małe drgania. Kąty Eulera, tensor bezwładności i ruch bryły sztywnej. Chaos.
40	Metody matematyczne fizyki teoretycznej	Przestrzenie unormowane i unitarne, przestrzenie Hilberta i Banacha oraz ich przestrzenie dualne. Szczegółowa teoria całki Lebesgue'a, całka Lebesgue'a a różniczkowanie, funkcje absolutnie ciągłe. Przestrzeń szeregów sumowalnych z kwadratem, przestrzeń funkcji całkowalnych z kwadratem. Dowody zupełności obydwu przestrzeni. Algebra ograniczonych operatorów liniowych na przestrzeniach Hilberta, projektory ortogonalne, operatory samosprężone, operatory unitarne, operatory nieograniczone. Elementy analizy spektralnej: spektrum operatora, wartości własne, twierdzenie spektralne. Matematyczne aspekty mechaniki kwantowej: przestrzeń stanów czystych, dowód samosprężoności operatora pędu.
41	Metody numeryczne	Wprowadzenie do modułów numerycznych Pythona – NumPy i SciPy. Dokładność w obliczeniach numerycznych. Układy równań liniowych. Eliminacja Gaussa, rozkład LU oraz metody iteracyjne. Równania nieliniowe. Metoda bisekcji, stycznych i Newtona. Miejsca zerowe wielomianów. Interpolacja i aproksymacja. Interpolacja Lagrange'a, funkcjami sklejanymi trzeciego stopnia, metoda regresji liniowej. Całkowanie numeryczne. Kwadratury Newtona-Cotesa i kwadratury Gaussa. Różniczkowanie numeryczne. Równania różniczkowe

		zwyczajne. Metoda Rungego-Kutty i inne. Zagadnienia własne. Metoda Jacobiego. Wartości własne macierzy trójdzielnych.
42	Modelowanie komputerowe	Automaty komórkowe. Generatory liczb losowych. Błądzenie losowe. Prawa potęgowe. Odwzorowanie logistyczne. Chaos deterministyczny. Wzrost klastrów i zlepków. Fraktale. Modelowanie ruchu oddziałujących cząstek. Modele agentowe. Modelowanie dynamiki płynów. Model śledzenia promieni światła. Analiza i wizualizacja wyników symulacji.
43	Obliczenia numeryczne i symboliczne w fizyce	Podstawowe typy zmiennych i wyrażeń oraz podstawowe rutyny do przeprowadzenia operacji symbolicznych oraz obliczeń numerycznych. Elementy funkcyjnego języka programowania – podstawowe komendy języka Mathematica, w tym wzorce i operowanie na nich. Podstawowe bazy danych programu Mathematica. Zastosowania programu Wolfram Mathematica w zagadnieniach fizycznych, takich jak analiza statystyczna pomiarów, rozwiązywanie obwodów z prądem stałym, rozwiązywanie problemów mechaniki teoretycznej (np. spadek swobodny, ruch harmoniczny, zagadnienie rzutu ukośnego, wizualizacja dynamiki ruchu), układy z więzami w ujęciu Lagrange'a (takie jak wahadło pojedyncze, podwójne, wahadło sferyczne), zagadnienie dwu ciał, ruch w polu grawitacyjnym, wyznaczanie rozkładu pola elektrycznego, ruch ładunku w polu elektrycznym i magnetycznym, rozwiązywanie stacjonarnego równania Schrodingera, nieskończona i skończona studnia potencjału, paczka falowa cząstki swobodnej.
44	Ochrona własności intelektualnej	Pojęcie, zakres i systematyka wewnętrzna prawa własności intelektualnej. Źródła prawa krajowego i międzynarodowego. Konwencja paryska, berneńska, TRIPS i in. Ogólne pojęcie utworu oraz rodzaje utworów. Podmioty praw do utworów. Współdziałanie twórcze. Autorskie prawa osobiste i ich ochrona. Ochrona wizerunku, adresata korespondencji oraz źródła informacji wykorzystanej w utworze. Autorskie prawa majątkowe i ich ochrona. Dozwolony użytek z utworów i przedmiotów praw pokrewnych. Zbiorowe zarządzanie prawami autorskimi i pokrewnymi. Przeniesienie praw autorskich oraz licencje na korzystanie z utworów i przedmiotów praw pokrewnych – ogólne zasady. Przedmioty praw pokrewnych i bazy danych <i>sui generis</i> . Urząd Patentowy i rzecznicy patentowi – rola w ochronie przedmiotów własności intelektualnej. Projekty wynalazcze i ich prawna ochrona. Znaki towarowe i geograficzne oznaczenia pochodzenia towarów oraz ich ochrona. Ogólne zasady postępowania przed Urzędem Patentowym RP w celu uzyskania ochrony przedmiotów własności przemysłowej.
45	Optyka kwantowa	Równania Maxwella w próżni, pola klasyczne w rezonatorze, teoria Plancka. Struktura teorii kwantowej: obserwowalne, stany czyste, stany mieszane. Kwantowe pole elektromagnetyczne, fotony. Efekty związane z fluktuacjami próżni: emisja spontaniczna. Stany pola fotonowego: stan termiczny, stany mieszane pola, stany spójne, stany ściśnięte. Dwumodowe stany ściśnięte: realizacja stanów EPR. Funkcje rozkładu kwazi-prawdopodobieństwa. Układy złożone, stany splątane. „Nieklasyczne” aspekty kwantowych stanów pola: łamanie nierówności Bella, „kontekstualność”. Oddziaływanie atomów z polem: opis półklasyczny (model Rabiego), opis kwantowy (model Jaynesa-Cummingsa). Eksperymentalne potwierdzenie przewidywań modelu Jaynesa-Cummingsa. Wytwarzanie stanów splątanych atomów. Kwantowa teoria spójności.
46	Pedagogiczne podstawy pracy nauczyciela	Rola początkującego nauczyciela w szkolnej rzeczywistości. Najczęstsze problemy początkujących nauczycieli. Uwarunkowania sukcesu w pracy nauczyciela. Plan pracy wychowawczo-profilaktycznej. Wspomaganie ucznia w projektowaniu ścieżki edukacyjno-zawodowej. Metody i techniki określania potencjału ucznia. Przygotowanie uczniów do uczenia się przez całe życie. Style kierowania klasą, ład i dyscyplina. Rozwijanie u dzieci, uczniów

		lub wychowanków kompetencji komunikacyjnych i umiejętności społecznych niezbędnych do nawiązywania poprawnych relacji. Współpraca rodziny i szkoły.
47	Pedagogika dla nauczycieli – konwersatorium	Profilaktyka zagrożeń rozwoju dzieci i młodzieży. Dzieci uzależnione, zaniedbane i pozbawione opieki. Agresja i przemoc (także cyberprzemoc) w szkole. Klasa szkolna jako środowisko społeczne i wychowawcze. Dialog w pracy nauczyciela – tworzenie klimatu wychowawczego w klasie i szkole. Funkcjonowanie klasy szkolnej jako grupy społecznej, procesy społeczne w klasie, rozwiązywanie konfliktów w klasie lub grupie wychowawczej, animowanie życia społeczno-kulturalnego klasy. Nauczyciel wychowawcą – planowanie i reżyserowanie pracy wychowawczej. Program pracy wychowawczej, style kierowania klasą, ład i dyscyplina. Różnicowanie, indywidualizacja i personalizacja pracy z uczniami. Znaczenie współpracy rodziny ucznia i szkoły oraz szkoły ze środowiskiem pozaszkolnym. Plan pracy wychowawczej szkoły. Metody i formy realizacji procesu wychowawczego. Alternatywne formy edukacji – założenia, koncepcje i możliwości wykorzystania w praktyce.
48	Pedagogika dla nauczycieli – wykład	Szkoła jako instytucja edukacyjna, funkcje i cele edukacji szkolnej. Modele współczesnej szkoły. Ukryty program szkoły. Zawód nauczyciela. Rola nauczyciela, koncepcje pracy nauczyciela. Etyka zawodowa nauczyciela. Poszanowanie godności dziecka/ucznia/wychowanka. Wychowanie a rozwój. Ontologiczne, aksjologiczne, antropologiczne podstawy wychowania. Istota i funkcje wychowania. Proces wychowania, jego struktura, właściwości, dynamika. Media i ich wpływ wychowawczy. Praca opiekuńczo-wychowawcza nauczyciela. Nauczyciel jako wychowawca klasy. Metodyka pracy wychowawczej. Program pracy wychowawczej.
49	Pedagogika – uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi	Pomoc psychologiczno-pedagogiczna w szkole – regulacje prawne, formy i zasady udzielania wsparcia. Specjalne potrzeby edukacyjne uczniów i ich uwarunkowania. Diagnoza funkcjonalna – cele, metody, etapy. Narzędzia stosowane w diagnozie nauczycielskiej. Uczeń z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Uczeń z zaburzeniami w komunikowaniu się. Uczeń z niepełnosprawnością intelektualną i ruchową. Uczeń z zaburzeniami wzroku i słuchu. Uczeń przewlekle chory. Uczeń z trudnościami w uczeniu się. Uczeń z trudnościami adaptacyjnymi, związanymi z doświadczeniem migracyjnym. Dostosowanie procesu kształcenia do specjalnych potrzeb edukacyjnych uczniów. Różnicowanie, indywidualizacja i personalizacja pracy z uczniami. Projektowanie wsparcia, konstruowanie indywidualnych programów rozwoju uczniów. Ocena skuteczności wsparcia uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. Integracja i inkluzja. Edukacja włączająca – przykłady dobrych praktyk. Współpraca rodziny i szkoły w procesie wspierania rozwoju uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi.
50	Podstawowe pojęcia prawa i prawoznawstwa	Ogólna charakterystyka nauk prawnych. Struktura i system prawa. Pojęcie prawa i jego funkcje. Norma prawna a przepis prawny. Formy tworzenia prawa. Wykładowia prawa i wnioski prawne. Stosowanie prawa. Charakterystyka wybranych gałęzi prawa.
51	Podstawy analizy danych – praktyczne warsztaty	Dane ilościowe i jakościowe. Elementy statystyki opisowej. Identyfikacja obserwacji nietypowych. Metody wizualizacji danych. Ogólne zasady testowania hipotez statystycznych. Wybrane testy zgodności. Wybrane nieparametryczne i parametryczne testy istotności dla dwóch niezależnych i zależnych prób. Podstawowe metody doboru próby statystycznej. Moc testu statystycznego, szacowanie wielkości próby. Jednoczynnikowa analiza wariancji (ANOVA) i testy <i>post hoc</i> . Podstawowe metody analizy danych jakościowych. Wprowadzenie do metod regresyjnych.
52	Podstawy dydaktyki	Dydaktyka jako subdyscyplina pedagogiczna. Szkoła jako instytucja wspomagająca rozwój jednostki i społeczeństwa. Proces nauczania i uczenia się. System oświaty. Klasa szkolna jako środowisko edukacyjne.

		Projektowanie działań edukacyjnych w kontekście specjalnych potrzeb edukacyjnych oraz szczególnych uzdolnień uczniów. Diagnostyka, kontrola i ocena wyników kształcenia. Język jako narzędzie pracy nauczyciela.
53	Podstawy fizyki 1	Wielkości fizyczne i ich charakter; wielkości wektorowe i podstawowe operacje na wektorach; opis ruchu po prostej, na płaszczyźnie i w przestrzeni; zasady dynamiki i ich zastosowanie do analizy ruchu; inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia; siły bezwładności; praca, energia kinetyczna i potencjalna, zasada zachowania energii mechanicznej i jej stosowanie; zasada zachowania pędu; zderzenia i ich analiza; dynamika bryły sztywnej; zasada zachowania momentu pędu i jej zastosowania; prawo grawitacji; prawa Keplera; ruch satelitów; pole grawitacyjne; ruch harmoniczny prosty; drgania tłumione i wymuszone, rezonans mechaniczny; składanie drgań; statyka i dynamika płynów; temperatura i ciepło; transport ciepła; gaz doskonały i jego model; przemiany gazowe; I i II zasada termodynamiki.
54	Podstawy fizyki 2	Ładunki elektryczne a struktura materii, przewodniki i izolatory. Oddziaływania ładunków, prawo Coulomba. Pole elektryczne: natężenie pola, linie pola, strumień elektryczny. Prawo Gaussa i jego zastosowania. Wyznaczanie natężenia pola elektrycznego wytworzonego przez dyskretne i ciągłe rozkłady ładunków. Ładunek punktowy i dipol elektryczny w jednorodnym i niejednorodnym polu elektrycznym. Zachowawczość pola elektrostatycznego, energia potencjalna układu ładunków. Potencjał elektrostatyczny, związki pomiędzy potencjałem a natężeniem pola, obliczanie potencjału dla różnych rozkładów ładunku. Rozkład ładunków na przewodnikach, przewodnik w polu elektrycznym, metoda obrazów. Kondensatory, pojemność, energia pola elektrycznego. Dielektryk w polu elektrycznym, pole elektryczne w ośrodku dielektrycznym, indukcja elektryczna i polaryzacja ośrodka. Prąd elektryczny: model Drudego przewodnictwa metali, natężenie i gęstość prądu, opór i oporność przewodnika, prawo Ohma, obwody prądu stałego, reguły Kirchhoffa i ich zastosowania, przemiany energetyczne w obwodach. Pole magnetyczne: indukcja magnetyczna, linie pola, strumień magnetyczny, prawo Gaussa dla magnetyzmu. Siła Lorentza, siła magnetyczna działająca na przewodnik z prądem, dipol magnetyczny w jednorodnym i niejednorodnym polu magnetycznym. Efekt Halla. Źródła pola magnetycznego: prawa Biota-Savarta i Ampera i ich zastosowania. Pole magnetyczne w ośrodku, natężenie pola magnetycznego i magnetyzacja ośrodka, materiały magnetyczne: para-, dia- i ferromagnetyki. Indukcja elektromagnetyczna, prawo Faradaya i jego zastosowania, indukowane pole elektryczne. Indukcyjność i samoindukcja, cewka indukcyjna, energia pola magnetycznego. Obwody prądu zmiennego: reaktancje elementów obwodu i moc na nich wydzielana, rezonans w obwodzie RLC, dobroć obwodu. Równania Maxwella w postaci całkowitej i różniczkowej.
55	Podstawy fizyki 3	Fale rozchodzące się na strunie i na sprężynie, fale podłużne w prętach, fale dźwiękowe w gazie, fale na powierzchni wody, fale elektromagnetyczne. Matematyczny opis i analiza fali w jednym wymiarze: funkcja falowa, klasyczne równanie falowe i jego rozwiązania, zasada superpozycji, fala biegnąca i stojąca, dudnienia, zjawisko Dopplera, dyspersja, prędkość fazowa, prędkość grupowa. Częstość własne i drgania własne: przykłady układów o jednym, dwóch i nieskończonej liczbie stopni swobody, rezonatory. Wnioski z równań Maxwella dla elektromagnetycznej fali płaskiej: polaryzacja, energia i ciśnienie fali elektromagnetycznej, widmo elektromagnetyczne. Optyka geometryczna. Zasada Huygensa, zasada Fermata, polaryzacja światła. Interferencja fal od dwóch źródeł punktowych, rzeczywistych i pozornych, interferencja w cienkich warstwach, interferometri. Dyfrakcja w przybliżeniu Fraunhofera, siatka dyfrakcyjna. Analiza interferencji i dyfrakcji za pomocą diagramów wskazowych; zastosowanie liczb zespolonych i transformaty Fouriera.

56	Podstawy fizyki 4	Podstawy teorii względności. Fotony, elektrony i atomy – absorpcja i emisja fotonów, widma, model atomu Bohra. Fale de Broglie’a, dyfrakcja elektronów, funkcje falowe i równanie Schrödingera. Cząstka w pudle potencjału, tunelowanie. Atom wieloelektronowy, spin elektronu, efekt Zeemana. Struktura ciał stałych, wiązania, swobodne elektrony, półprzewodniki. Własności jąder atomowych – promieniotwórczość, reakcje jądrowe, rozszczepienie i synteza jąder atomowych. Cząstki elementarne i fundamentalne (leptony, kwarki). Przyspieszacze i detektory.
57	Podstawy opracowania danych pomiarowych	Pomiary fizyczne bezpośrednie i pośrednie. Podstawowe pomiary bezpośrednie i przyrządy pomiarowe (m.in. suwmiarka, śruba mikrometryczna, stoper ręczny). Wyniki pomiarów: cyfry znaczące, obliczenia z uwzględnieniem cyfr znaczących. Niepewności i błędy pomiarowe. Rozkład normalny, odchylenie standardowe. Szacowanie niepewności pomiarów bezpośrednich. Szacowanie niepewności pomiarów pośrednich. Pomiary nieskorelowane i skorelowane – podstawowe metody szacowania niepewności. Podstawowe pomiary elektryczne i przyrządy pomiarowe używane w pracowni studenckiej. Graficzna prezentacja wyników pomiarów, zasady sporządzania wykresów. Regresja liniowa i metoda najmniejszych kwadratów – praktyczne wprowadzenie do metody regresji liniowej prostej.
58	Podstawy przedsiębiorczości	Podstawy matematyki finansowej: wartość pieniądza w czasie, podstawowe funkcje finansowe (FV, PV, FVA, PVA), obliczanie rat kredytu (raty równe i równe raty kapitałowe), szacowanie opłacalności inwestycji (NPV, IRR, okres zwrotu nakładów inwestycyjnych). Inflacja i deflacja. Podstawowe instrumenty finansowe: bony skarbowe, obligacje, akcje – stopa zwrotu i ryzyko. Elementarne zasady budowy portfela inwestycyjnego. Fundusze powiernicze. Opodatkowanie przedsiębiorstw w Polsce – zarys problematyki. Pracownik i zleceniobiorca w firmie – rozliczanie wynagrodzeń. Podstawy rachunkowości finansowej: podstawowe pojęcia (m.in. przychód, koszt uzyskania przychodu, dochód, aktywa, pasywa), podstawowe dokumenty sprawozdawczości finansowej, rodzaje kosztów. Elementy analizy finansowej, rentowność, płynność, sprawność gospodarowania i odpowiednie wskaźniki. Próg rentowności firmy. Dźwignie: operacyjna, finansowa i całkowita. Pojęcie strategii, rola zarządzania strategicznego. Elementy analizy strategicznej: analiza SWOT/TOWS. Strategie w zarządzaniu finansami. Pojęcie kultury organizacyjnej, wpływ kultury organizacyjnej na zarządzanie strategiczne. Wprowadzenie do problematyki zarządzania zmianą, zachowania pracowników w sytuacji zmiany. Jakość w przedsiębiorstwie – wprowadzenie do statystycznej kontroli jakości. Podstawy planowania finansowego. Podstawowe zasady sporządzania biznesplanu.
59	Podstawy statystyki i analizy danych	Prawdopodobieństwo warunkowe, prawdopodobieństwo całkowite, twierdzenie Bayesa. Badanie statystyczne. Dane ilościowe i jakościowe. Zmienne losowe dyskretne i ciągłe. Podstawowe rozkłady zmiennych losowych. Momenty. Twierdzenia graniczne. Standaryzowany rozkład normalny. Dwuwymiarowy rozkład normalny. Podstawy statystyki opisowej. Obserwacje nietypowe. Metody wizualizacji danych. Podstawowe zasady projektowania doświadczeń. Wprowadzenie do teorii estymacji: estymatory punktowe i ich właściwości, przedziały ufności. Ogólne zasady testowania hipotez statystycznych, poziom istotności. Wybrane testy zgodności. Wybrane nieparametryczne i parametryczne testy istotności dla dwóch niezależnych i zależnych prób. Podstawowe metody doboru próby statystycznej. Moc testu statystycznego, szacowanie liczebności próby. Jedno- i dwuczynnikowa analiza wariancji, testy <i>post hoc</i> . Elementarne metody analizy danych jakościowych. Wprowadzenie do metod regresyjnych.
60	Praca licencjacka i egzamin licencjacki	Przygotowanie pracy licencjackiej zgodnie z wymaganiami stawianymi pracom dyplomowym na studiach I stopnia fizyki. Po uzyskaniu pozytywnej oceny pracy dyplomowej – zdanie egzaminu licencjackiego na zasadach określonych w warunkach ukończenia studiów na kierunku fizyka.

61	Pracownia elektroniczna	Tworzenie, symulowanie i analiza pracy układów elektronicznych, obejmujących podstawowe przyrządy półprzewodnikowe, filtry i generatory, prostowniki, stabilizatory napięcia, przetwornice, wzmacniacze operacyjne i ich układy pracy, mierniki cyfrowe, czujniki i układy wykonawcze, z wykorzystaniem oprogramowania NI Multisim. Realizacja układów na makiacie NI ELVIS II. Analiza pracy rzeczywistych układów z pomocą zestawu urządzeń pomiarowych (multimetr, oscyloskop, analizatory pracy układów analogowych i cyfrowych). Odniesienie wyników pomiarów do wykonanych symulacji komputerowych.
62	Pracownia elektroniki cyfrowej	Synteza i minimalizacja funkcji logicznych. Realizacja i testowanie układów z wykorzystaniem bramek logicznych, przerzutników, rejestrów, liczników i innych układów cyfrowych. Projektowanie i implementacja układów kombinacyjnych i sekwencyjnych o większym poziomie złożoności. Podstawy programowania mikrokontrolerów w języku niskopoziomowym i wysokopoziomowym.
63	I pracownia fizyczna 1	Ćwiczenia eksperymentalne obejmujące zagadnienia z dwóch działów fizyki: mechaniki oraz ciepła. W zakres ćwiczenia wchodzi opracowanie teoretyczne jego problematyki, zestawienie układu pomiarowego, wykonanie pomiarów, opracowanie i analiza danych pomiarowych, dyskusja i interpretacja wyników, wyciągnięcie wniosków oraz sporządzenie pisemnego sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.
64	I pracownia fizyczna 2	Ćwiczenia eksperymentalne obejmujące zagadnienia z dwóch działów fizyki: elektryczności oraz optyki. W zakres ćwiczenia wchodzi opracowanie teoretyczne jego problematyki, zestawienie układu pomiarowego, wykonanie pomiarów, opracowanie i analiza danych pomiarowych, dyskusja i interpretacja wyników, wyciągnięcie wniosków oraz sporządzenie pisemnego sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.
65	II pracownia fizyczna	Ćwiczenia eksperymentalne na poziomie zaawansowanym, w tym doświadczenia będące powtórzeniem historycznych eksperymentów o przełomowym znaczeniu dla rozwoju fizyki (np. doświadczenie Francka–Hertza, doświadczenie Millikana) oraz doświadczenia polegające na wyznaczaniu wartości stałych uniwersalnych (stała Plancka, ładunek właściwy elektronu) lub stałych materiałowych (współczynnik przewodnictwa cieplnego metali, stała Halla półprzewodników, temperatura i stała Curie ferroelektryka). W zakres wykonywanego samodzielnie przez studenta ćwiczenia wchodzi opracowanie teoretyczne jego problematyki, zestawienie układu pomiarowego, wykonanie pomiarów, opracowanie i analiza danych pomiarowych, dyskusja i interpretacja wyników, wyciągnięcie wniosków oraz sporządzenie pisemnego sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.
66	Pracownia komputerowa metod matematycznych 1	Podstawowe komendy programu Wolfram Mathematica niezbędne w najprostszym użytkowaniu. Rutyny wizualizacyjne, rysowanie funkcji itp. oraz niezbędne elementy języka programowania Wolfram Mathematica. Obliczanie granic ciągów i badanie ich zbieżności. Obliczanie sum oraz badanie przebiegu zbieżności szeregów. Obliczanie granic funkcji (lewostronnych, prawostronnych i obustronnych). Znajdowanie miejsc zerowych funkcji, określanie dziedziny i obrazu funkcji. Rozwiązywanie równań z jedną zmienną. Obliczanie funkcji odwrotnych. Obliczanie pochodnych, całek, rozwinięcie funkcji w szeregi. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Funkcje parametryczne jednej zmiennej. Liczby zespolone i ich podstawowe własności. Elementy geometrii 3D, tożsamości trygonometryczne, iloczyn wektorowy oraz skalarny. Wizualizacja wielokątów w przestrzeni 2D oraz brył w przestrzeni 3D. Macierze: mnożenie macierzy, wyznacznik, rząd, minory, wartości własne i wektory własne, macierze odwrotne. Rozwiązywanie równań liniowych.
67	Pracownia komputerowa metod matematycznych 2	Podstawowe komendy i funkcje programu Wolfram Mathematica. Równania różniczkowe zwyczajne, analiza i wizualizacja rozwiązań. Analityczne i numeryczne rozwiązywanie podstawowych równań różniczkowych cząstkowych, równania Poissona, równania przewodnictwa oraz równania falowego, z zadanymi warunkami brzegowymi i początkowymi. Funkcje specjalne. Geometria. Jednowymiarowa analiza fourierowska. Komendy w postaci Free-Form.

68	Praktyczny wstęp do programowania	Cel i motywacja programowania, języki programowania i środowiska programistyczne, tworzenie programu w języku C/C++ (struktura programu, podstawowe funkcje), kompilacja i uruchomienie programu. Instrukcje wyjścia, formatowanie wyjścia do konsoli w trybie ANSI. Pętle, instrukcje warunkowe if/switch. Prosta animacja w konsoli. Typy danych i operatory, wyrażenia warunkowe. Tablice danych 1D i 2D. Wskaźniki. Funkcje. Struktury danych. Procedury wejścia/wyjścia do plików. Biblioteka SFML. Format graficzny ppm i generowanie sekwencji plików do animacji. Elementy obiektowe języka C++. Przykłady praktyczne: programowanie prostych gier, algorytm generowania fraktali (np. Mandelbrota), kalkulator, operacje na danych liczbowych zapisanych w plikach: import, obróbka, eksport. Użycie bibliotek zewnętrznych rozszerzających standard języka.
69	Praktyka badawcza	Udział w pracach badawczych wybranej grupy badawczej wydziału lub innej instytucji naukowej. Poznanie zasad prowadzenia działalności naukowej. Realizacja indywidualnego lub zespołowego zadania badawczego lub udział w większym projekcie. Poznanie wybranych doświadczalnych lub teoretycznych metod i technik badawczych. Rozwinięcie umiejętności rozwiązywania problemów praktycznych z wykorzystaniem zdobytej wiedzy. Nabywanie podstawowych kompetencji badawczych w aktywnym naukowo środowisku. Rozwijanie umiejętności wyszukiwania potrzebnych informacji, ich krytycznej oceny, selekcji i syntezy, stawiania hipotez naukowych i ich weryfikacji, analizy i prezentacji uzyskanych wyników, poprawnego wnioskowania, rzeczowej argumentacji i dyskusji naukowej opartej na faktach. Doskonalenie umiejętności planowania i organizacji pracy własnej lub zespołowej oraz efektywnego zarządzania swoim czasem pracy. Kształtowanie postawy naukowej.
70	Praktyka psychologiczno-pedagogiczna w szkole	Kształtowanie kompetencji psychologiczno-pedagogicznych poprzez: zapoznanie się ze specyfiką szkoły, poznanie sposobu funkcjonowania, organizacji pracy, pracowników, uczestników procesów pedagogicznych i prowadzonej dokumentacji. Obserwowanie: pracy wychowawcy klasy, jego interakcji z uczniami klasy oraz sposobu, w jaki planuje i realizuje zajęcia wychowawcze, integrowania działań opiekuńczo-wychowawczych i dydaktycznych przez nauczycieli przedmiotowych, objawów fizjologicznych, poznawczych i behawioralnych stresu u ucznia i u siebie, dyżurów podczas przerw; działania praktyczne: zaplanowanie i przeprowadzenie pod nadzorem opiekuna zajęć wychowawczych, przeprowadzenie rozmowy z uczniem na temat jego uzdolnień i zainteresowań; opis i analizę zaobserwowanych/doświadczonych w czasie praktyki zdarzeń pedagogicznych; prowadzenie dokumentacji praktyki psychologiczno-pedagogicznej, w tym protokołów obserwacji zachowań ucznia i arkusza analizy pracy wychowawczej nauczyciela.
71	Praktyka zawodowa	Poznanie zasad funkcjonowania i organizacji pracy w wybranym podmiocie oferującym praktykę. Poznanie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w miejscu odbywania praktyki. Rozwinięcie umiejętności rozwiązywania praktycznych problemów pojawiających się w pracy związanej z działalnością podmiotu oferującego praktykę. Doskonalenie umiejętności planowania i organizacji pracy własnej lub zespołowej oraz efektywnego zarządzania swoim czasem pracy. Rozwój umiejętności komunikacyjnych w relacjach z innymi pracownikami podmiotu oferującego praktykę lub jego interesariuszami zewnętrznymi. Kształtowanie postaw oczekiwanych od przyszłego pracownika. Prowadzenie dokumentacji przebiegu praktyki wraz z opisem wykonywanych czynności. Szczegółowy zakres przewidzianych w trakcie praktyki zadań i obowiązków oraz innych wykonywanych przez studenta działań i aktywności określa program praktyki uzgadniany indywidualnie z podmiotem oferującym praktykę i akceptowany przez uczelnianego opiekuna praktyk.
72	Procesy stochastyczne w ekonomii	Przypomnienie podstaw statystyki matematycznej – zmienne niezależne i zależne, podstawowe rozkłady prawdopodobieństw, Centralne Twierdzenie Graniczne. Autokowariancja i autokorelacja w procesie stochastycznym a prawdopodobieństwo warunkowe, bezwarunkowe, n-wymiarowy rozkład prawdopodobieństwa procesu. Dyskretny całkowity spacer losowy Browna i jego własności. Dyskretny

		ułamkowy spacer Browna i jego własności. Związki między wykładnikiem Hursta procesu a wykładnikiem skalowania funkcji autokorelacji w procesie stacjonarnym. Procesy Wienera – arytmetyczny i geometryczny, zapis procesu ciągłego poprzez różniczkowe równanie stochastyczne. Rozkłady Levy’ego i własności procesów Levy’ego. Pojęcie osiągalności punktu wyjścia i czas pierwszego dojścia do niego z przykładami. Procesy Markowa, równanie Chapmana-Kołmogorowa. Równanie dyfuzji i związek z procesem Wienera – zastosowanie w finansach. Lemat Ito.
73	Programowanie w C++	Operatory, wyrażenia i instrukcje. Funkcje (w tym: argumenty i wartość funkcji, funkcje inline, funkcje składowe klas, funkcje rekurencyjne, przeciążanie operatorów, funkcja main). Typy wbudowane (w tym arytmetyka całkowita i zmiennopozycyjna). Tablice, wskaźniki i referencje. Dynamiczna alokacja pamięci. Dynamiczne struktury danych (np. tablica dynamiczna lub lista pojedynczo linkowana). Klasy i obiekty. Dziedziczenie. Hermetyzacja danych. Składowe wirtualne. Szablony (na poziomie użytkownika). Wstęp do biblioteki STL, w tym iteratory i kontenery. Preprocesor, kompilator, linker. Używanie zewnętrznych bibliotek. Wybrane narzędzia związane z C++, np. środowisko programistyczne, debugger. Wyjątki (na poziomie elementarnym) i wzorzec programistyczny RAII.
74	Programy użytkowe	Powłoka systemowa jako narzędzie automatyzacji obliczeń. Tworzenie grafiki naukowej przy pomocy programu GnuPlot. Opracowanie tekstu naukowego w systemie składu Latex. Narzędzia do zarządzania bibliografią w tekście: Bibtex. Obliczenia numeryczne przy wykorzystaniu Octave. Obliczenia symboliczne przy pomocy Maxima.
75	Psychologia dla nauczycieli	Procesy poznawcze. Spostrzeganie, odbiór i przetwarzanie informacji. Myślenie i rozumowanie. Mowa. Pamięć i uwaga. Modele uczenia się – koncepcje klasyczne, współczesne ujęcia w oparciu o wyniki badań neuropsychologicznych. Emocje i motywacja w procesach regulacji zachowania. Zdolności i uzdolnienia. Inteligencja i style poznawcze. Temperament i osobowość.
76	Psychologia rozwoju człowieka	Sylwetka rozwojowa ucznia w okresie dzieciństwa, adolescencji i wczesnej dorosłości. Rozwój fizyczny, motoryczny, psychoseksualny. Rozwój procesów poznawczych (myślenie, mowa, spostrzeganie, uwaga, pamięć). Rozwój społeczno-emocjonalny i moralny. Zmiany fizyczne i psychiczne w okresie dojrzewania. Rozwój wybranych funkcji psychicznych. Rozwój osobowości. Kształtowanie się indywidualnej tożsamości. Rozwój a wychowanie. Dorosłość. Identyfikacja z nowymi rolami społecznymi. Kształtowanie się stylu życia.
77	Psychologiczne podstawy pracy nauczyciela	Poznanie i spostrzeganie społeczne. Postawy, stereotypy, uprzedzenia. Zachowania społeczne i ich uwarunkowania. Sytuacja interpersonalna. Porozumiewanie się w sytuacjach konfliktowych. Empatia i inteligencja emocjonalna. Zachowania asertywne, agresywne, uległe. Reguły współdziałania. Nauczyciel w procesie komunikacji – autoprezentacja. Procesy komunikowania się. Komunikacja niewerbalna. Aktywne słuchanie, efektywne nadawanie. Porozumiewanie się emocjonalne w klasie. Style komunikowania się uczniów i nauczyciela. Bariery i trudności w procesie komunikowania się, techniki i metody usprawniania komunikacji z uczniem. Metody i techniki uczenia się z uwzględnieniem rozwijania metapoznania. Stres i radzenie sobie z nim. Indywidualne strategie radzenia sobie z trudnościami.
78	Rachunek prawdopodobieństwa	Pojęcie prawdopodobieństwa, przestrzeń probabilistyczna. Prawdopodobieństwo warunkowe, losowa niezależność zdarzeń, wzór Bayesa. Zmienne losowe dyskretne i ciągłe, charakterystyki liczbowe. Zmienne losowe dwuwymiarowe, rozkłady brzegowe, zmienne losowe niezależne, kowariancja, współczynnik korelacji. Ciągi zmiennych losowych i ich zbieżność, prawa wielkich liczb, centralne twierdzenie graniczne.

79	Rynki finansowe	System finansowy i jego elementy. Rynki finansowe, ich klasyfikacja i funkcje w gospodarce. Instytucje finansowe rynku pieniężnego: banki, spółdzielcze kasy oszczędnościowo-kredytowe, Bankowy Fundusz Gwarancyjny, Narodowy Bank Polski. Instytucje rynku kapitałowego: Giełda Papierów Wartościowych, firmy inwestycyjne, Krajowy Depozyt Papierów Wartościowych, Komisja Nadzoru Finansowego.
80	Selected Topics in Condensed Matter Physics (Wybrane zagadnienia fizyki fazy skondensowanej)	Specific advanced issues of condensed matter physics, including presentation of selected experimental, theoretical and computational methods. Lectures might be accompanied by classes or labs of a form adequate to the course topic. Zaawansowane zagadnienia z zakresu fizyki fazy skondensowanej, obejmujące wybrane metody doświadczalne, teoretyczne i obliczeniowe. Wykładom mogą towarzyszyć ćwiczenia lub laboratoria, adekwatnie do tematyki zajęć.
81	Seminarium licencjackie	Prezentacja i dyskusja zagadnień związanych z nowymi odkryciami i aktualnymi trendami badań naukowych w różnych obszarach nauk fizycznych oraz dotyczących tematyki prac licencjackich przygotowywanych przez uczestników seminarium. Prezentacja i omówienie wstępnych lub oczekiwanych wyników realizowanych prac licencjackich. Problematyka właściwego korzystania ze źródeł, krytycznej analizy pozyskiwanych informacji, danych i innych treści, sposobów i technik prezentacji zagadnień, przekazu ze zrozumieniem, rzeczowej argumentacji, poprawności wnioskowania oraz prowadzenia dyskusji naukowej.
82	Sieci komputerowe	Podstawy transmisji danych. Protokoły aplikacji. Warstwa transportowa. Programowanie gniazd sieciowych. Warstwa sieci. Zarządzanie adresacją. Warstwa łącza danych. Protokoły Ethernetu. Algorytmy routingu dynamicznego. Bezpieczeństwo transmisji danych.
83	Statistical Physics (Fizyka statystyczna)	Summary of the thermodynamics of equilibrium states in the Gibbs approach. Principles of statistical mechanics of equilibrium states: the method of Gibbs ensembles, relations of ensembles with thermodynamics, the role of the thermodynamic limit. Classical ensembles: microcanonical, canonical and grand canonical. Quantum ensembles: microcanonical, canonical and great canonical. The relation of spin to statistics: Bose-Einstein and Fermi-Dirac distributions. Applications: Fermi gas, Bose gas and the Debye model of the solid state. Podsumowanie termodynamiki stanów równowagowych w podejściu gibbsowskim. Zasady mechaniki statystycznej stanów równowagowych – metoda zespołów Gibbsa, związki zespołów z termodynamiką, rola granicy termodynamicznej. Klasyczne zespoły: mikrokanoniczny, kanoniczny i wielki kanoniczny. Kwantowe zespoły: mikrokanoniczny, kanoniczny i wielki kanoniczny. Związek spinu ze statystyką: rozkłady Bose-Einsteina i Fermi-Diraca. Zastosowania: gaz Fermiego, gaz Bosego i model Debye'a ciała stałego.
84	Systemy operacyjne	Definicja, rola oraz podstawowe funkcje systemu operacyjnego, klasyfikacja systemów operacyjnych, zasada działania systemu operacyjnego. Konfiguracja przestrzeni składowania systemu operacyjnego. Systemy plików: zarządzanie hierarchią plików i katalogów, mechanizmy i zasoby w różnych systemach plików, mechanizmy ochrony w systemie operacyjnym, kontrola dostępu do plików/katalogów. Zarządzanie pamięcią w systemie operacyjnym. Strategie przydziału pamięci dla procesów. Pamięć wirtualna. Przestrzeń wymiany. Wprowadzenie do systemu operacyjnego Linux, interfejs użytkownika i tekstowy interpreter poleceń, tworzenie poleceń w powłoce, korzystanie z dokumentacji systemu operacyjnego Linux. Drzewo katalogów systemu Linux, poruszanie się po nim i jego modyfikacja, atrybuty plików i katalogów, dowiązania do plików regularnych, określanie typu pliku, metaznaki, przeszukiwanie systemu plików i strumieni w oparciu o wyrażenia regularne. Narzędzia do zarządzania systemami plików systemu Linux, kompresja i archiwizacja danych, popularne

		edytory i menedżery plików. Systemowe dzienniki zdarzeń, konta i grupy użytkowników, zmiany poziomu uprzywilejowania w systemie, konfiguracja daty i czasu, zarządzanie zadaniami czasowymi, zarządzanie usługami systemowymi i oprogramowaniem. Monitorowanie zasobów procesu, zarządzanie procesami w systemie operacyjnym Linux, monitorowanie zdarzeń i działań użytkowników w systemie operacyjnym Linux. Tworzenie skryptów powłoki bash, instrukcje porównujące i testujące, operatory logiczne i arytmetyczne, wyrażenia łańcuchowe i rozpoznawanie słów kluczowych, pojęcie kodu wyjścia poleceń i jego interpretacja, argumenty wywołania poleceń i zarządzanie nimi w skryptach powłoki, metody interakcji poleceń z użytkownikiem. Zarządzanie pakietami oprogramowania: instalacja, modyfikacja, usuwanie; kompilacja pakietów z wersji źródłowych.
85	Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	Podstawowe pojęcia dotyczące bhp. Czynniki szkodliwe dla zdrowia lub uciążliwe występujące podczas zajęć studenckich. Akty prawne dotyczące bhp w szkołach wyższych. Postępowanie w razie zaistnienia wypadku. Podstawowe zasady udzielania pierwszej pomocy. Zagrożenia bhp i p-poż. występujące w miejscu nauki. Organizacja ochrony przeciwpożarowej. Przyczyny powstawania i rozprzestrzeniania się pożarów. Podstawowe obowiązki i zadania wynikające z przepisów w zakresie zapobiegania pożarom i na wypadek powstania pożaru. Zasady stosowania i umiejętności posługiwania się sprzętem i urządzeniami pożarniczymi.
86	Teoria przejść fazowych i zjawisk krytycznych	Termodynamika przejść fazowych: warunki równowagi i stabilności, potencjały termodynamiczne, klasyfikacja przejść fazowych, utajone ciepło przemiany, diagramy fazowe. Parametr porządku i teoria Landaua: parametr porządku, funkcje korelacyjne, promień korelacji, wykładniki krytyczne, klasy uniwersalności. Teoria Ginzburga-Landaua. Teoria pola średniego Weissa. Prawa potęgowe i skalowanie w fizyce. Rozwiązania ścisłe modeli fizyki statystycznej. Metoda macierzy przenoszenia. Kwantowe zjawiska krytyczne: model Isinga.
87	Termodynamika	Podstawowe pojęcia termodynamiczne. Pierwsza zasada termodynamiki, ciepło molowe gazów, procesy izoparametryczne. Równanie gazu doskonałego i rzeczywistego (równanie van der Waalsa), parametry krytyczne i skraplanie gazów. Cykl Carnota, sprawność silnika cieplnego, sformułowanie drugiej zasady termodynamiki. Bezwzględna skala temperatur. Ciepło zredukowane, entropia, związek entropii z prawdopodobieństwem termodynamicznym. Potencjały termodynamiczne. Przemiany fazowe. Reguła faz Gibbsa. Kinetyczna teoria gazów, prawdopodobieństwo termodynamiczne. Zespoły statystyczne: mikrokanoniczny, kanoniczny, wielki kanoniczny. Ruchy Browna. Statystyka Maxwella-Boltzmannna – przestrzeń fazowa, gęstość stanów, rozkład Boltzmannna. Rozkład Maxwella (szybkość średnia, prędkość najbardziej prawdopodobna, prędkość średnia kwadratowa), doświadczenie Sterna. Zasada ekwipartycji energii. Zjawiska transportu w gazach rozrzedzonych: dyfuzja i przewodnictwo cieplne. Siły spójności, napięcie powierzchniowe, włoskowatość.
88	Warsztat pracy nauczyciela	Podstawowe pojęcia związane z ocenianiem szkolnym: cele, funkcje, modele i techniki oceniania. Trafność i rzetelności oceniania. Program a ocenianie. Typy zadań i problemów fizycznych i ich własności dydaktyczne. Zadania sprawdzające wiedzę i zadania sprawdzające umiejętności poznawcze. Sposoby oceniania umiejętności doświadczalnych. Konstruowanie schematów oceniania i ich rola dydaktyczna. Wymagania maturalne. Struktura arkuszy egzaminacyjnych z fizyki i astronomii. Wpływ egzaminów zewnętrznych na nauczanie fizyki. Wady i zalety formy testowej. Wskaźniki łatwości i mocy różnicującej zadań. Modelowanie numeryczne jako opis problemów fizycznych. Numeryczne rozwiązywanie równań ruchu. Stabilność metod numerycznych. Przykłady animacji. Zastosowanie arkusza kalkulacyjnego oraz środowisk edukacyjnych do tworzenia animacji oraz opracowania wyników sprawdzianów i egzaminów. Internet w nauczaniu fizyki w szkole.

89	Wspomaganie rozwoju dziecka i dysharmonie rozwojowe	Teorie integralnego rozwoju ucznia. Norma rozwojowa. Dysharmonie i zaburzenia rozwojowe u uczniów a ich funkcjonowanie w grupie rówieśniczej. Zaburzenia funkcjonowania w okresie dorastania. Wspomaganie rozwoju uzdolnień i zainteresowań. Uczeń zdolny. Uczeń nadpobudliwy. Zaburzenia zachowania. Uczeń nieśmiały. Obniżenie nastroju, depresja. Dziecko w sytuacji kryzysowej i traumatycznej. Zachowania autodestruktywne, próby samobójcze.
90	Wstęp do algebry	Liczby zespolone i działania na nich, wzory Moivre'a, pierwiastki rzeczywiste i zespolone wielomianów drugiego i trzeciego stopnia. Macierze i działania na macierzach, macierze symetryczne, ortogonalne, unitarne, hermitowskie. Pojęcie grupy i ciała z przykładami. Elementy teorii permutacji-cykle, inwersje, pojęcie parzystości permutacji. Wyznacznik macierzy i jego własności, macierz odwrotna, minory macierzy. Macierzowy zapis układu równań liniowych, wzory Cramera. Wektory w trzech wymiarach. Iloczyn skalarny, iloczyn wektorowy. Rzeczywiste przestrzenie wektorowe. Liniowa niezależność wektorów, baza i wymiar przestrzeni liniowej. Rząd macierzy. Rozwiązywanie dowolnych układów równań liniowych, twierdzenie Kroneckera-Capelli. Wartości własne i wektory własne macierzy. Macierze podobne, diagonalizacja macierzy. Diagonalizacja form kwadratowych i hermitowskich. Przekształcenia liniowe i ich macierzowa realizacja w zadanej bazie. Rzeczywiste i zespolone przestrzenie liniowe z iloczynem skalarnym. Operatory symetryczne i ortogonalne, hermitowskie i unitarne.
91	Wstęp do elektroniki	Podstawowe wielkości fizyczne z zakresu elektroniki i prawa opisujące relacje pomiędzy nimi (prawo Ohma, prawa Kirchhoffa). Obwody elektryczne, źródła napięcia/prądu, elementy pasywne/aktywne, elementy liniowe/nieliniowe, charakterystyka prądowo-napięciowa, energia i moc. Wybrane metody obliczania obwodów elektrycznych, zapis zespolony (reaktancja, impedancja), domena czasu/częstotliwości. Elementy półprzewodnikowe: dioda, tranzystor, wzmacniacz operacyjny. Układy elektroniczne: prostownik, filtr, generator, modulator/demodulator. Wstęp do elektroniki cyfrowej. Przetworniki AC/CA. Szum: biały, 1/f, gęstość. Metody pomiarowe, rezystancja/pojemność pasożytnicza.
92	Wstęp do geometrii różniczkowej	Pojęcie różniczkowości. Kiełki odwzorowań. Krzywe na rozmaitościach. Wektory styczne jako klasy równoważności krzywych i jako derywacje. Odwzorowanie styczne. Wiązka styczna. Wiązki wektorowe. Cięcia wiązki wektorowej. Pola wektorowe. Potoki zadane przez pola wektorowe. Pola i potoki powiązane. Nawias Liego. Pochodna Liego obiektów na rozmaitości. Komutujące pola wektorowe i ich potoki. Dystrybucje na rozmaitościach. Całkowalność dystrybucji i twierdzenie Frobeniusa. Foliacje. Formy różniczkowe. Pochodna zewnętrzna. Pochodna kowariantna.
93	Zaawansowane programowanie w C++	Szablony (w tym metaprogramowanie, szablony wariadyczne). Obsługa wyjątków. Semantyka move. Obiekty funkcyjne i wyrażenia lambda. Programowanie współbieżne (w tym: thread, mutex, promise/future, async, operacje atomowe; wyścig i zakleszczenie). Wybrane biblioteki programowania współbieżnego w środowisku z pamięcią współdzieloną i rozproszoną, np. OpenMP, AVX, MPI. Wybrane narzędzia programistyczne (np. cmake, instrumentacja kodu, wybrany analizator, formater, profiler kodu). Testy jednostkowe (np. GTest).
94	Zastosowanie środowiska LabVIEW w pomiarach	Elementy graficznego środowiska programistycznego i języka programowania LabView. Używanie LabView do akwizycji, analizy oraz prezentacji danych. Tworzenie interfejsów użytkownika. Wykorzystywanie struktur danych oraz struktur programistycznych stosowanych w LabView. Edycja oraz testowanie aplikacji. Tworzenie własnych podprogramów. Tworzenie aplikacji wykorzystujących dedykowane urządzenia do akwizycji danych (DAQ). Obsługa zapisu/odczytu danych do/z plików tekstowych i binarnych. Optymalizacja kodu. Stosowanie podstawowych szablonów aplikacji zawierających wiele pętli.

PROGRAM STUDIÓW

FIZYKA I STOPNIA

NAZWA PRZEDMIOTU		sposób weryfikacji (semestr)	łączny wymiar godzinowy	forma realizacji zajęć				ECTS	ROZKŁAD OBCIĄŻEŃ (GODZINY/ECTS) W KOLEJNYCH SEMESTRACH											
									I ROK				II ROK				III ROK			
									SEMESTR I		SEMESTR II		SEMESTR III		SEMESTR IV		SEMESTR V		SEMESTR VI	
				godz	ECTS	godz	ECTS		godz	ECTS	godz	ECTS	godz	ECTS	godz	ECTS				
PRZEDMIOTY OBOWIĄZKOWE																				
blok podstaw matematyki i fizyki ogólnej – do wyboru tok A albo B ¹			945 / 930					68 / 64												
tok A	Algebra 1	E/Z (I)	60	30	30			6	60	6										
	Algebra 2	E/Z (II)	60	30	30			4			60	4								
	Analiza matematyczna 1	E/Z (I)	105	45	60			8	105	8										
	Analiza matematyczna 2	E/Z (II)	120	60	60			8			120	8								
	Analiza matematyczna 3	E/Z (III)	90	45	45			6					90	6						
	Rachunek prawdopodobieństwa	E/Z (II)	60	30	30			4			60	4								
	Mechanika	E/Z (I)	135	60	75			10	135	10										
	Termodynamika	E/Z (II)	60	30	30			4			60	4								
	Elektryczność i magnetyzm	E/Z (III)	120	60	60			8					120	8						
	Fale	E/Z (IV)	75	45	30			5							75	5				
Fizyka atomu, jądra i cząstek elementarnych	E/Z (V)	60	30	30			5									60	5			
tok B	Wstęp do algebry	E/Z (I)	90	45	45			6	90	6										
	Matematyka 1	E/Z (I)	120	60	60			8	120	8										

	Matematyka 2	E/Z (II)	120	60	60			8			120	8							
	Matematyka 3	E/Z (III)	90	45	45			6					90	6					
	Elementy rachunku prawdopodobieństwa	E/Z (II)	60	30	30			4			60	4							
	Podstawy fizyki 1	E/Z (I)	135	60	75			10	135	10									
	Podstawy fizyki 2	E/Z (II)	120	60	60			8			120	8							
	Podstawy fizyki 3	E/Z (III)	120	60	60			8					120	8					
	Podstawy fizyki 4	E/Z (IV)	75	45	30			6							75	6			
	Pracownia komputerowa metod matematycznych 1	Z (II)	30			30		2			30	2							
	Pracownia komputerowa metod matematycznych 2	Z (III)	30			30		2					30	2					
	I pracownia fizyczna 1	Z (II)	45			45		5			45	5							
	I pracownia fizyczna 2	Z (III)	45			45		5					45	5					
DO WYBORU PRZEDMIOT W WERSJI A ALBO B																			
A	Mechanika teoretyczna	E/Z (III)	60	30	30			5					60	5					
B	Elementy mechaniki teoretycznej i STW	E/Z (III)	60	30	30			5					60	5					
DO WYBORU PRZEDMIOTY W WERSJI A ALBO B																			
A	Mechanika kwantowa 1	E/Z (IV)	60	30	30			5							60	5			
	Mechanika kwantowa 2	E/Z (V)	60	30	30			5									60	5	
B	Fizyka kwantowa	E/Z (IV)	60	30	30			5							60	5			
DO WYBORU PRZEDMIOT W WERSJI A ALBO B																			
A	Statistical Physics (Fizyka statystyczna)	E/Z (IV)	60	30	30			5							60	5			
B	Elementy fizyki statystycznej	E/Z (IV)	60	30	30			5							60	5			

DO WYBORU PRZEDMIOT W WERSJI A ALBO B																				
A	Classical Electrodynamics (Elektrodynamika klasyczna)	E/Z (V)	60	30	30			5									60	5		
B	Elementy elektrodynamiki klasycznej	E/Z (V)	60	30	30			5									60	5		
	Podstawy opracowania danych pomiarowych	Z (I)	15	15				1	15	1										
	Programy użytkowe	Z (I)	45	15		30		3	45	3										
	Praktyczny wstęp do programowania	Z (II)	60	15		45		3			60	3								
	Podstawy statystyki i analizy danych	Z (V)	75	30	45			4									75	4		
	Obliczenia numeryczne i symboliczne w fizyce	Z (V)	60	30		30		4									60	4		
	Elementy astronomii i astrofizyki	E (VI)	45	45				3											45	3
DO WYBORU PRZEDMIOT W WERSJI A ALBO B																				
A	Praktyka zawodowa	Z (IV)	90					4								90	4			
B	Praktyka badawcza	Z (IV)	90					4								90	4			
	Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	Z (I)	4	E-LEARNING				0	4	0										
	Ochrona własności intelektualnej	Z (II)	15	15				1			15	1								
	Podstawy przedsiębiorczości	Z (IV)	60	30	30			4								60	4			
	Wychowanie fizyczne ²	Z (V,VI)	60		60			0									30	0	30	0
	Język obcy (poziom B2) ³	E (V)	180		180			12					60		60		60	12		
	Seminarium licencjackie	Z (VI)	30				30	2											30	2
	Praca licencjacka i egzamin licencjacki ⁴	E (VI)	n/o					10												10
PRZEDMIOTY UZUPEŁNIAJĄCE DO WYBORU ^{5,6}																				
	Metody matematyczne fizyki teoretycznej	E/Z (IV)	60	30	30			5								60	5			

General Chemistry with Elements of Physical Chemistry ⁷ (Chemia ogólna z elementami chemii fizycznej)	Z (IV)	60	30	30			4							60	4				
Programowanie w C++	E/Z (IV)	60	30		30		5							60	4				
Języki programowania i GIU	Z (IV)	60	30		30		4							60	4				
Systemy operacyjne	Z (IV)	45	15		30		4							45	4				
Sieci komputerowe	Z (IV)	45			45		3							45	3				
Introduction to Condensed Matter Physics ⁷ (Wstęp do fizyki fazy skondensowanej)	E/Z (V)	60	30	30			5									60	5		
Wstęp do elektroniki	E (V)	45	30			15	4									45	4		
Pracownia elektroniczna	Z (V)	45			45		4									45	4		
II pracownia fizyczna	Z (V)	120			120		8									120	8		
Zaawansowane programowanie w C++	E/Z (V)	60	30		30		5									60	5		
Metody numeryczne	E/Z (V)	60	30		30		5									60	5		
Języki skryptowe – Python 1	E/Z (V)	45	15		30		4									45	4		
Procesy stochastyczne w ekonomii	E/Z (V)	60	30	30			5									60	5		
Ekonofizyka 1	E/Z (V)	60	30	30			5									60	5		
Wstęp do geometrii różniczkowej	E/Z (VI)	60	30	30			5											60	5
Optyka kwantowa	E/Z (VI)	60	30	30			5											60	5
Elektronika cyfrowa	E (VI)	45	30			15	4											45	4
Pracownia elektroniki cyfrowej	Z (VI)	45			45		4											45	4
Zastosowania środowiska LabVIEW w pomiarach	Z (VI)	60			60		4											60	4
Selected Topics in Condensed Matter Physics ^{7,8} (Wybrane zagadnienia fizyki fazy skondensowanej)	Z (VI)	30	30				3											30	3
Exploring Physics Problems with Numerical Tools (Numeryczne badanie problemów fizycznych)	Z (VI)	45	30		15		4											45	4

Algorytmy i struktury danych		E/Z (VI)	60	30		30		5										60	5
Bazy danych		Z (VI)	45	15		30		4										45	4
Modelowanie komputerowe		Z (VI)	60	30		30		5										60	5
Języki skryptowe – Python 2		Z (VI)	45	15		30		4										45	4
Podstawy analizy danych – praktyczne warsztaty		Z (VI)	30			30		3										30	3
Ekonofizyka 2		E/Z (VI)	60	30	30			5										60	5
Teoria przejść fazowych i zjawisk krytycznych		E/Z (VI)	60	30	30			5										60	5
OPCJONALNY MODUŁ KSZTAŁCENIA PRZYGOTOWUJĄCEGO DO WYKONYWANIA ZAWODU NAUCZYCIELA FIZYKI – do wyboru wersja 1 albo 2 ⁹																			
wersja 1	Psychologia dla nauczycieli – wykład	E (II)	15	15				1			15	1							
	Psychologia rozwoju człowieka	Z (II)	15		15			1			15	1							
	Pedagogika dla nauczycieli – wykład	E (II)	15	15				1			15	1							
	Pedagogika dla nauczycieli – konwersatorium	Z (II)	15		15			1			15	1							
	Wspomaganie rozwoju dziecka i dysharmonie rozwojowe	Z (III)	15		15			1					15	1					
	Pedagogika - uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi	Z (III)	30		30			2					30	2					
	Elementy prawa oświatowego i bezpieczeństwa w szkole	Z (III)	15		15			1					15	1					
	Psychologiczne podstawy pracy nauczyciela	Z (IV)	30		30			2							30	2			
	Pedagogiczne podstawy pracy nauczyciela	Z (IV)	15		15			1							15	1			
	Podstawy dydaktyki	Z (IV)	45		30		15	3							45	3			
	Emisja głosu	Z (IV)	15		15			1							15	1			
	Praktyka psychologiczno-pedagogiczna w szkole	Z (V)	30					2									30	2	
	Kompetencje psychologiczno-pedagogiczne nauczyciela	Z (VI)	30				30	2										30	2

	Dydaktyka fizyki	Z (VI)	30	30			2											30	2
	Warsztat pracy nauczyciela	Z (VI)	30		30		3											30	3
wersja 2	Psychologia dla nauczycieli – wykład	E (III)	15	15			1					15	1						
	Psychologia rozwoju człowieka	Z (III)	15		15		1					15	1						
	Pedagogika dla nauczycieli – wykład	E (III)	15	15			1					15	1						
	Pedagogika dla nauczycieli – konwersatorium	Z (III)	15		15		1					15	1						
	Wspomaganie rozwoju dziecka i dysharmonie rozwojowe	Z (III)	15		15		1					15	1						
	Pedagogika – uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi	Z (IV)	30		30		2							30	2				
	Elementy prawa oświatowego i bezpieczeństwa w szkole	Z (IV)	15		15		1							15	1				
	Psychologiczne podstawy pracy nauczyciela	Z (IV)	30		30		2							30	2				
	Pedagogiczne podstawy pracy nauczyciela	Z (IV)	15		15		1							15	1				
	Podstawy dydaktyki	Z (IV)	45		30		15	3						45	3				
	Emisja głosu	Z (V)	15		15		1									15	1		
	Praktyka psychologiczno-pedagogiczna w szkole	Z (V)	30				2									30	2		
	Kompetencje psychologiczno-pedagogiczne nauczyciela	Z (VI)	30				30	2										30	2
	Dydaktyka fizyki	Z (VI)	30	30			2											30	2
	Warsztat pracy nauczyciela	Z (VI)	30		30		3											30	3
ŁĄCZNIE ¹⁰			2405 ¹⁰				180												
			/																
			2441 ¹⁰																
przedmioty obowiązkowe dla toku/wersji A/B			2134				158	364	28	450	31	405	31	405	23	405	35	105	15
			/				/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
			2059				149	409	28	450	31	405	31	405	24	285	25	105	15
przedmioty uzupełniające do wyboru ⁵			1590 ⁵				129 ⁵							330	24	555	45	705	60

blok kształcenia nauczycielskiego w wersji 1/2		345					23			60	4	60	4	105	6	30	2	90	7
		/					/			/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		345					23			0	0	75	5	135	8	45	3	90	7

Formy realizacji zajęć:

WYK – wykład

K/ĆW – konwersatorium/ćwiczenia/warsztat

LAB – laboratorium/pracownia

SEM – seminarium

Sposoby weryfikacji:

E – egzamin

Z – zaliczenie na ocenę

Wyjaśnienia:

¹ Student wybiera do realizacji i zalicza przedmioty z bloku podstaw matematyki i fizyki ogólnej w toku A albo B.

² Student realizuje dwa semestry zajęć z wychowania fizycznego w łącznym wymiarze 60 godzin i zalicza je do końca semestru 6.

³ Cudzoziemcy zobowiązani są dodatkowo do realizacji lektoratu języka polskiego w semestrach 1-4 w łącznym wymiarze 120 godzin, zgodnie z odrębnymi przepisami. Wymagany poziom biegłości językowej B2. 8 punktów ECTS uzyskanych za zaliczenie tego lektoratu nie wlicza się do puli 180 punktów ECTS wymaganych do ukończenia studiów.

⁴ Do egzaminu licencjackiego może przystąpić student, który złożył pracę licencjacką i została ona pozytywnie oceniona, zaliczył wszystkie przedmioty obowiązkowe, stosownie do wybranego toku A albo B, i uzyskał łącznie co najmniej 170 punktów ECTS. Po zdaniu egzaminu dyplomowego otrzymuje się 10 punktów ECTS przewidzianych za pracę licencjacką i egzamin licencjacki.

⁵ W zależności od wybranego toku/wersji A/B, student zalicza przedmioty uzupełniające do wyboru za co najmniej 22/31 punktów ECTS. Wiąże się to odpowiednio z realizacją przeciętnie 271/382 godzin zajęć uzupełniających.

⁶ Przedmioty uzupełniające do wyboru mogą być realizowane odpowiednio w innym semestrze parzystym/nieparzystym, z zastrzeżeniem spełnienia wymagań wstępnych.

⁷ Alternatywnie przedmiot oferowany w języku polskim.

⁸ Dopuszcza się różną formę zajęć w zależności od specyfiki przedmiotu.

⁹ Student ma możliwość kształcenia modułowego przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela fizyki poprzez realizację bloku zajęć w wersji 1 albo 2 na studiach fizyki I stopnia, a pozostałych zajęć wymaganych do uzyskania uprawnień nauczycielskich – na studiach fizyki II stopnia.

¹⁰ Uwzględnia wymiar zajęć obowiązkowych odpowiednio w toku/wersji A/B oraz przeciętny wymiar realizowanych przedmiotów uzupełniających do wyboru.

FIZYKA I STOPNIA – SPECJALNOŚĆ EKONOFIZYKA

NAZWA PRZEDMIOTU	sposób weryfikacji (semestr)	łączny wymiar godzinowy	forma realizacji zajęć				ECTS	ROZKŁAD OBCIĄŻEŃ (GODZINY/ECTS) W KOLEJNYCH SEMESTRACH											
								I ROK				II ROK				III ROK			
								SEMESTR I		SEMESTR II		SEMESTR III		SEMESTR IV		SEMESTR V		SEMESTR VI	
			godz	ECTS	godz	ECTS		godz	ECTS	godz	ECTS	godz	ECTS	godz	ECTS	godz	ECTS		
PRZEDMIOTY OBOWIĄZKOWE																			
Wstęp do algebry	E/Z (I)	90	45	45			6	90	6										
Matematyka 1	E/Z (I)	120	60	60			8	120	8										
Podstawy fizyki 1	E/Z (I)	135	60	75			10	135	10										
Programy użytkowe	Z (I)	45	15		30		3	45	3										
Podstawy opracowania danych pomiarowych	Z (I)	15	15				1	15	1										

Podstawowe pojęcia prawa i prawoznawstwa ¹	Z (I)	14	14				3	14	3										
Matematyka 2	E/Z (II)	120	60	60			8			120	8								
Elementy rachunku prawdopodobieństwa	E/Z (II)	60	30	30			4			60	4								
Podstawy fizyki 2	E/Z (II)	120	60	60			8			120	8								
I pracownia fizyczna 1	Z (II)	45			45		5			45	5								
Pracownia komputerowa metod matematycznych 1	Z (II)	30			30		2			30	2								
Praktyczny wstęp do programowania	L (II)	60	15		45		3			60	3								
Matematyka 3	E/Z (III)	90	45	45			6					90	6						
Podstawy fizyki 3	E/Z (III)	120	60	60			8					120	8						
Elementy mechaniki teoretycznej i STW ²	E/Z (III)	60	30	30			5					60	5						
I pracownia fizyczna 2	Z (III)	45			45		5					45	5						
Pracownia komputerowa metod matematycznych 2	Z (III)	30			30		2					30	2						
Rynki finansowe ¹	E (III)	34	20	14			6					34	6						
Makroekonomia ^{1,3}	E (IV)	105	60	45			7							105	7				
Podstawy fizyki 4	E/Z (IV)	75	45	30			6							75	6				
Fizyka kwantowa ⁴	E/Z (IV)	60	30	30			5							60	5				
Elementy fizyki statystycznej ⁵	E/Z (IV)	60	30	30			5							60	5				
Podstawy przedsiębiorczości	Z (IV)	60	30	30			4							60	4				
Elementy elektrodynamiki klasycznej ⁶	E/Z (V)	60	30	30			5									60	5		
Procesy stochastyczne w ekonomii	E/Z (V)	60	30	30			5									60	5		
Ekonofizyka 1	E/Z (V)	60	30	30			5									60	5		

Podstawy statystyki i analizy danych	Z (V)	75	30	45			4									75	4		
Obliczenia numeryczne i symboliczne w fizyce	Z (V)	60	30		30		4									60	4		
Ekonofizyka 2	E/Z (VI)	60	30	30			5											60	5
Teoria przejść fazowych i zjawisk krytycznych	E/Z (VI)	60	30	30			5											60	5
Elementy astronomii i astrofizyki	E (VI)	45	45				3											45	3
Praktyka zawodowa ⁷	Z (IV)	90					4								90	4			
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	Z (I)	4	E-LEARNING				0	4	0										
Ochrona własności intelektualnej	Z (II)	15	15				1			15	1								
Wychowanie fizyczne ⁸	Z (V,VI)	60		60			0									30	0	30	0
Język obcy (poziom B2) ⁹	E (V)	180		180			12					60		60		60	12		
Seminarium licencjackie	Z (VI)	30				30	2											30	2
Praca licencjacka i egzamin licencjacki ¹⁰	E (VI)	n/o					10												10
ŁĄCZNIE		2452					185												
przedmioty obowiązkowe		2452					185	423	31	450	31	439	32	510	31	405	35	225	25

Formy realizacji zajęć:

WYK – wykład
K/ĆW – konwersatorium/ćwiczenia/warsztat
LAB – laboratorium/pracownia
SEM – seminarium

Sposoby weryfikacji:

E – egzamin
Z – zaliczenie na ocenę

Wyjaśnienia:

¹ Zajęcia realizowane na Wydziale Prawa, Administracji i Ekonomii dla studentów kierunku ekonomia.

² Alternatywnie przedmiot Mechanika teoretyczna.

³ Alternatywnie przedmioty Podstawy ekonomii albo Ekonomia prowadzone przez Wydział Prawa, Administracji i Ekonomii dla studentów innych wydziałów UWr.

⁴ Alternatywnie przedmioty Mechanika kwantowa 1/2.

⁵ Alternatywnie przedmiot Statistical Physics.

⁶ Alternatywnie przedmiot Classical Electrodynamics.

⁷ Alternatywnie przedmiot Praktyka badawcza.

⁸ Student realizuje dwa semestry zajęć z wychowania fizycznego w łącznym wymiarze 60 godzin i zalicza je do końca semestru 6.

⁹ Cudzoziemcy zobowiązani są dodatkowo do realizacji lektoratu języka polskiego w semestrach 1-4 w łącznym wymiarze 120 godzin, zgodnie z odrębnymi przepisami. Wymagany poziom biegłości językowej B2. 8 punktów ECTS uzyskanych za zaliczenie tego lektoratu nie wlicza się do puli 180 punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów.

¹⁰ Do egzaminu licencjackiego może przystąpić student, który złożył pracę licencjacką i została ona pozytywnie oceniona, zaliczył wszystkie przedmioty obowiązkowe i uzyskał łącznie co najmniej 175 punktów ECTS. Po zdaniu egzaminu dyplomowego otrzymuje się 10 punktów ECTS przewidzianych za pracę licencjacką i egzamin licencjacki.

Wskaźniki ECTS	
Liczba punktów ECTS niezbędna do uzyskania kwalifikacji	180 (cudzoziemcy dodatkowo 8 ECTS w ramach lektoratu języka polskiego)
Łączna liczba punktów ECTS, które student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	176
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	5
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego	12
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać realizując moduły na zajęciach ogólnouczeniowych	12 (cudzoziemcy dodatkowo 8 ECTS w ramach lektoratu języka polskiego)
Wymiar praktyki zawodowej i liczba punktów ECTS przypisanych praktykom określonym w programie studiów	Praktyka zawodowa albo badawcza w wymiarze 90 godzin (trzy tygodnie) i 4 ECTS Fakultatywna praktyka psychologiczno-pedagogiczna w szkole w wymiarze 30 godzin i 2 ECTS
Procentowy udział liczby punktów ECTS dla programu przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny	nauki fizyczne 100%
Procentowy udział poszczególnych dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia. Suma udziałów musi być równa 100%	nauki fizyczne 100%

PROGRAM STUDIÓWNazwa kierunku studiów: **Fizyka**Dyscypliny naukowe: **nauki fizyczne 100%**Poziom kształcenia: **studia drugiego stopnia**Poziom kwalifikacji: **7 Polskiej Ramy Kwalifikacji**Profil kształcenia: **ogólnoakademicki**Forma studiów: **stacjonarna**Tytuł zawodowy nadawany absolwentom: **magister**Nazwa wydziału: **Wydział Fizyki i Astronomii****OPIS ZAKŁADANYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DLA KIERUNKU STUDIÓW**

Kod efektu uczenia się dla kierunku studiów	Efekty uczenia się dla kierunku studiów Po ukończeniu studiów drugiego stopnia na kierunku <i>Fizyka</i> absolwent uzyska efekty uczenia się w zakresie:	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK (kody)
WIEDZA		
F2_W01	Ma pogłębioną wiedzę w działach fizyki związanych z wybraną specjalnością; zna i rozumie specjalistyczne pojęcia, zaawansowane koncepcje i złożone teorie fizyczne właściwe dla wybranej specjalności, niezbędne do zrozumienia skomplikowanych zagadnień oraz realizacji prostych projektów badawczych.	P7S_WG
F2_W02	Zna zaawansowane metody matematyczne i technologie informatyczne w stopniu i zakresie umożliwiającym modelowanie zjawisk fizycznych w obrębie wybranej specjalności; rozumie różnice pomiędzy zjawiskami fizycznymi a opisującymi je modelami matematycznymi.	P7S_WG
F2_W03	Zna w stopniu pogłębionym wybrane techniki pomiarowe i obliczeniowe, metody analizy danych i symulacje komputerowe stosowane w fizyce; zna i rozumie ich teoretyczne podstawy, możliwości i ograniczenia.	P7S_WG
F2_W04	Zna wybrane metody doświadczalne w stopniu i zakresie odpowiadającym wybranej specjalności; zna i rozumie podstawy funkcjonowania wykorzystywanej aparatury badawczej.	P7S_WG
F2_W05	Ma ogólną wiedzę o najnowszych odkryciach i aktualnych trendach badawczych w fizyce; zna historyczny rozwój nauk fizycznych; rozumie znaczenie osiągnięć fizyki dla poznania świata, rozwoju nauki i postępu cywilizacyjnego.	P7S_WG P7S_WK
F2_W06	Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w laboratorium fizycznym lub na stanowisku badawczym.	P7S_WK

F2_W07	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową, dydaktyczną i zawodową; zna i rozumie podstawowe zasady ochrony własności intelektualnej.	P7S_WK
F2_W08	Ma wiedzę z zakresu przedsiębiorczości; zna podstawowe zasady funkcjonowania firm i prowadzenia biznesu.	P7S_WK
UMIEJĘTNOŚCI		
F2_U01	Integruje wiedzę z nauk ścisłych do wyjaśniania i modelowania zjawisk fizycznych oraz rozwiązywania problemów właściwych dla wybranej specjalności; umie uzasadnić założenia i uproszczenia oraz zakres stosowalności przyjętych modeli; potrafi wykorzystać zaawansowane metody matematyczne i numeryczne do ich analizy.	P7S_UW
F2_U02	Potrafi wykonywać zadania badawcze w obrębie wybranej specjalności, również złożone i nietypowe, planując i prowadząc odpowiednie pomiary lub obliczenia teoretyczne przy wykorzystaniu właściwie dobranych metod i narzędzi; potrafi formułować i weryfikować związane z nimi hipotezy badawcze.	P7S_UW
F2_U03	Potrafi opracować wyniki przeprowadzonych obliczeń lub pomiarów, prawidłowo je przeanalizować, krytycznie ocenić i właściwie zinterpretować.	P7S_UW
F2_U04	Posiada umiejętność dokonywania uogólnień na bazie obserwowanych prawidłowości; formułuje wnioski jakościowe na podstawie analizy ilościowej.	P7S_UW
F2_U05	Sprawnie wyszukuje i wykorzystuje informacje niezbędne do poznania nowego zagadnienia lub rozwiązania problemu, właściwie dobierając ich źródła; potrafi korzystać ze specjalistycznej literatury naukowej; dokonuje krytycznej analizy, właściwej selekcji i syntezy pozyskiwanych informacji.	P7S_UW
F2_U06	Potrafi przygotować i w sposób przystępny przedstawić, w języku polskim i angielskim, prezentację ustną i opracowanie pisemne wybranych zagadnień, osiągnięć i odkryć z zakresu nauk fizycznych; w wystąpieniach ustnych i opracowaniach pisemnych przestrzega zasad uczciwości intelektualnej i rzetelnie cytuje źródła wykorzystywanych informacji.	P7S_UK
F2_U07	Potrafi przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanej oryginalnej rozprawy, zawierającej uzasadnienie podjęcia badań, sposób ich przeprowadzenia, przyjętą metodologię, uzyskane wyniki, ich opracowanie i krytyczną analizę oraz wnioski.	P7S_UK
F2_U08	Potrafi prowadzić dyskusję naukową opartą na faktach i rzeczowej argumentacji, krytycznie oceniać różne opinie prezentowane w jej trakcie oraz merytorycznie uzasadniać własne stanowisko.	P7S_UK
F2_U09	Potrafi współdziałać z innymi przy realizacji powierzonych zadań; potrafi organizować pracę własną i zespołu.	P7S_UO

F2_U10	Potrafi zaplanować i zrealizować proces własnego kształcenia, odpowiednio określając priorytety dla osiągnięcia zamierzonego celu; posiada umiejętność przekazywania swojej wiedzy i uczenia się od innych.	P7S_UU
F2_U11	Potrafi posługiwać się językiem obcym zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, uwzględniając specyfikę języka akademickiego i profesjonalne słownictwo z zakresu nauk fizycznych.	P7S_UK
KOMPETENCJE SPOŁECZNE		
F2_K01	Ma świadomość ograniczeń posiadanych kompetencji; rozpoznaje swoje mocne i słabe strony i adekwatnie ocenia swoje możliwości; rozumie konieczność nieustannego poszerzania wiedzy i doskonalenia umiejętności, w szczególności poprzez umiejętne korzystanie z dorobku innych osób.	P7S_KK
F2_K02	Uznaje wiodącą rolę nauki we współczesnym świecie; dostrzega społeczno-gospodarcze znaczenie działalności badawczej; jest gotów do popularyzowania wiedzy i osiągnięć z zakresu nauk fizycznych.	P7S_KK P7S_KO
F2_K03	Reprezentuje i promuje naukowe podejście do rozwiązywania problemów poznawczych i praktycznych; wykazuje postawę krytyczną wobec prezentowanych opinii, w szczególności poglądów pseudonaukowych.	P7S_KK P7S_KO
F2_K04	Jest przedsiębiorczy i kreatywny; wykazuje samodzielność w myśleniu i działaniu; jest odpowiedzialny za podejmowane decyzje i rozumie konsekwencje swoich działań.	P7S_KO P7S_KR
F2_K05	Jest przygotowany do prowadzenia działalności naukowej i wykonywania pracy zawodowej w sposób odpowiedzialny; prawidłowo identyfikuje potrzeby i rozstrzyga dylematy z tym związane; przestrzega zasad etyki i uczciwości intelektualnej; wywiązuje się z podjętych zobowiązań.	P7S_KR
F2_K06	Świadomie planuje swój rozwój i karierę zawodową; uznaje samokształcenie za standard i warunek powodzenia na rynku pracy.	P7S_KR

Objaśnienie symboli:

PRK – Polska Rama Kwalifikacji

P7S_WG itp. – kod składnika opisu kwalifikacji dla poziomu 7 w charakterystykach drugiego stopnia PRK

F2_W – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie wiedzy

F2_U – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie umiejętności

F2_K – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie kompetencji społecznych

01, 02, 03 itd. – kolejny numer kierunkowego efektu uczenia się w danej kategorii

POKRYCIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ OKREŚLONYCH W CHARAKTERYSTYKACH DRUGIEGO STOPNIA POLSKIEJ RAMY KWALIFIKACJI PRZEZ EFEKTY KIERUNKOWE

Kod składnika opisu Polskiej Ramy Kwalifikacji	Efekty uczenia się określone w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji	Odniesienie do efektów uczenia się dla kierunku <i>Fizyka</i> (kody)
WIEDZA – absolwent zna i rozumie:		
P7S_WG	w pogłębionym stopniu – wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu dyscyplin naukowych lub artystycznych tworzących podstawy teoretyczne, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia oraz wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej – właściwe dla programu studiów; główne tendencje rozwojowe dyscyplin naukowych lub artystycznych, do których jest przyporządkowany kierunek studiów	F2_W01, F2_W02, F2_W03, F2_W04, F2_W05
P7S_WK	fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji; ekonomiczne, prawne, etyczne i inne uwarunkowania różnych rodzajów działalności zawodowej związanej z kierunkiem studiów, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego; podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości	F2_W05, F2_W06, F2_W07, F2_W08
UMIEJĘTNOŚCI – absolwent potrafi:		
P7S_UW	wykorzystywać posiadaną wiedzę – 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; formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi	F2_U01, F2_U02, F2_U03, F2_U04, F2_U05
P7S_UK	komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców; prowadzić debatę; posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią	F2_U06, F2_U07, F2_U08, F2_U11
P7S_UO	kierować pracą zespołu; współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach	F2_U09
P7S_UU	samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie	F2_U10
KOMPETENCJE SPOŁECZNE – absolwent jest gotów do:		

P7S_KK	krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści; uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	F2_K01, F2_K02, F2_K03
P7S_KO	wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego; inicjowania działań na rzecz interesu publicznego; myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	F2_K02, F2_K03, F2_K04
P7S_KR	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym: – rozwijania dorobku zawodu, – podtrzymywania etosu zawodu, – przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad	F2_K04, F2_K05, F2_K06

Objaśnienie symboli:

P7S_WG itp. – kod składnika opisu kwalifikacji dla poziomu 6 w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji

F2_W – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie wiedzy

F2_U – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie umiejętności

F2_K – kierunkowy efekt uczenia się w zakresie kompetencji społecznych

01, 02, 03 itd. – kolejny numer kierunkowego efektu uczenia się w danej kategorii

MATRYCA EFEKTÓW UCZENIA SIĘ: PRZYPISANIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DO PRZEDMIOTÓW ¹

Fizyka – studia II stopnia	KIERUNKOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ																								
	F2_W01	F2_W02	F2_W03	F2_W04	F2_W05	F2_W06	F2_W07	F2_W08	F2_U01	F2_U02	F2_U03	F2_U04	F2_U05	F2_U06	F2_U07	F2_U08	F2_U09	F2_U10	F2_U11	F2_K01	F2_K02	F2_K03	F2_K04	F2_K05	F2_K06
NAZWA PRZEDMIOTU																									
Advanced General Relativity	X	X			X				X				X			X		X	X	X	X	X			
Advanced Statistical Physics	X	X							X				X			X		X	X	X		X			
Classical Field Theory	X	X							X				X			X		X	X	X		X			
Computational Methods I		X	X						X		X							X	X			X			
Computational Methods II		X	X						X		X							X	X			X			

Contemporary Problems in Condensed Matter Physics	X	X			X				X				X			X		X	X	X	X	X			
Data Analysis in Physics and Astronomy			X						X		X	X						X	X			X			
Elementy elektrodynamiki klasycznej	X	X							X				X			X		X		X	X	X			
Elementy fizyki statystycznej	X	X							X				X			X		X		X		X			
Entrepreneurship and Intellectual Property Protection							X	X					X					X		X		X	X	X	
Ethics in Research							X						X			X	X	X	X		X		X	X	
General Relativity and Gravitation	X	X			X				X				X			X		X	X	X	X	X			
Gravitational Waves	X	X	X		X				X		X	X						X	X			X			
Highlights of Modern Physics and Astrophysics	X	X		X	X		X		X				X	X		X		X	X		X	X	X	X	
Historia astronomii					X								X	X							X	X			
Historia fizyki					X								X	X							X	X			
Introduction to Quantum Information Theory for Physicists	X	X			X				X				X			X		X	X	X	X	X			
Machine Learning		X	X								X	X						X	X			X			
Modern Quantum Mechanics with Elements of Quantum Optics	X	X			X				X				X			X		X	X	X	X	X			
Nauki przyrodnicze a rozwój cywilizacji					X								X	X		X		X			X	X			
Neutrino Physics	X	X			X								X					X	X			X			
Obserwacje astronomiczne			X	X		X			X		X						X				X	X			
Osiągnięcia fizyki współczesnej	X	X		X	X		X		X				X	X		X		X			X	X	X	X	
Podstawy przedsiębiorczości								X					X			X		X		X		X	X	X	X
II pracownia fizyczna	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X				X	X	X	
Pracownia LabVIEW dla zaawansowanych			X								X						X						X		

Pracownia jądrowa	X		X	X		X	X		X	X	X	X	X	X			X	X				X		X	
Pracownia pomiarów i sterowania	X		X	X		X			X		X		X				X	X				X	X		
Pracownia specjalistyczna	X		X	X	X	X				X	X		X	X		X	X	X		X		X		X	X
Praktyczna mechanika kwantowa	X	X			X				X				X			X		X		X	X	X			
Projekt programistyczny		X	X						X		X		X	X		X		X		X		X	X		
Przedmiot z zakresu przedsiębiorczości								X														X	X	X	
Quantum Electrodynamics	X	X							X				X			X		X	X	X		X			
Quantum Field Theory	X	X							X				X			X		X	X	X		X			
Selected Tools of Modern Theoretical Physics 1A		X	X						X		X							X	X	X		X			
Selected Tools of Modern Theoretical Physics 1B		X							X				X					X	X	X		X			
Selected Tools of Modern Theoretical Physics 2A/2B		X							X				X					X	X	X		X			
Selected Topics in Condensed Matter Physics	X	X	X						X				X			X		X	X	X		X			
Theoretical and Observational Cosmology	X	X			X				X				X			X		X	X	X	X	X			
Theory of Elementary Particles	X	X							X				X			X		X	X	X		X			
Trends in Modern Theoretical Physics A/B/C	X	X			X				X				X			X		X	X	X		X			X
Wstęp do nanofizyki i nanotechnologii	X	X	X	X	X				X				X			X		X		X	X	X			
Wybrane metody diagnostyki powierzchni fazy skondensowanej	X	X	X	X	X				X				X					X				X			
Zaawansowane metody analizy danych			X						X		X	X						X		X		X			
Zaawansowane metody numeryczne			X						X		X	X						X				X			
Wykład monograficzny	X	X	X		X								X					X		X		X			X
Monografic Lecture	X	X	X		X								X					X	X	X		X			X

Wykład specjalistyczny	X	X	X		X				X				X			X		X		X			X	
Specialized Lecture	X	X	X		X				X				X			X		X	X	X		X		X
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.						X	X																X	
Initial Training on OHS and Fire Protection						X	X																X	
Język obcy (poziom B2+)																X	X		X					
English (B2+ level)																X	X		X					
Seminarium magisterskie I/II	X	X	X	X	X		X		X				X	X		X		X		X		X	X	X
Master's Seminar I/II	X	X	X	X	X		X		X				X	X		X		X	X	X		X	X	X
Projekt magisterski I/II	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X		X		X	X	X
Master's Degree Project I/II	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X
Praca magisterska i egzamin magisterski	X	X	X		X		X		X						X	X		X				X	X	X
Master Thesis and Master's Degree Examination	X	X	X		X		X		X						X	X		X	X			X	X	X

¹ Przedmioty z zakresu przygotowania psychologiczno-pedagogicznego, podstaw dydaktyki i emisji głosu oraz przygotowania dydaktycznego do nauczania fizyki, stanowiące obowiązkowy blok zajęć na specjalności *fizyka nauczycielska*, jak również opcjonalny moduł uzupełniający przygotowujący do wykonywania zawodu nauczyciela fizyki, realizują specyficzne efekty uczenia się określone w *Standardzie kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela* i zostały ujęte w odrębnej matrycy.

MATRYCA OGÓLNYCH I SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ OKREŚLONYCH W STANDARDZIE KSZTAŁCENIA PRZYGOTOWUJĄCEGO DO WYKONYWANIA ZAWODU NAUCZYCIELA, FORM ICH REALIZACJI ORAZ METOD WERYFIKACJI DLA ZAJĘĆ Z ZAKRESU PRZYGOTOWANIA PSYCHOLOGICZNO-PEDAGOGICZNEGO (BLOK ZAJĘĆ B, POZ. 1–11), PODSTAW DYDAKTYKI I EMISJI GŁOSU (BLOK ZAJĘĆ C, POZ. 12–13) ORAZ PRZYGOTOWANIA DYDAKTYCZNEGO DO NAUCZANIA FIZYKI (BLOK ZAJĘĆ D, POZ. 14–21), OBECNYCH W PROGRAMIE STUDIÓW II STOPNIA NA KIERUNKU FIZYKA W RAMACH SPECJALNOŚCI FIZYKA NAUCZYCIELSKA ORAZ UZUPEŁNIAJĄCEGO MODUŁU KSZTAŁCENIA PRZYGOTOWUJĄCEGO DO WYKONYWANIA ZAWODU NAUCZYCIELA FIZYKI.

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Nazwa zajęć	Psychologia dla nauczycieli – wykład	Psychologia rozwoju człowieka	Wspomaganie rozwoju dziecka i dysharmonie rozwojowe	Psychologiczne podstawy pracy nauczyciela	Pedagogika dla nauczycieli – wykład	Pedagogika dla nauczycieli – konwersatorium	Pedagogiczne podstawy pracy nauczyciela	Pedagogika – uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi	Praktyka psychologiczno-pedagogiczna w szkole	Kompetencje psychologiczno-pedagogiczne nauczyciela	Elementy prawa oświatowego i bezpieczeństwa w szkole	Podstawy dydaktyki	Emisja głosu	Dydaktyka fizyki	Warsztat pracy nauczyciela	Pracowania dydaktyki fizyki 1	Pracowania dydaktyki fizyki 2	Praktyka śródroczna w SP	Praktyka śródroczna w LO	Praktyka ciągła w SP	Praktyka ciągła w LO
Wymiar godzinowy zajęć	15	15	15	30	15	15	15	30	30	30	15	45	15	30	30	45	45	20	20	40	40
ECTS	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	3	1	2	3	4	4	1	1	2	2
OGÓLNE EFEKTY UCZENIA SIĘ*																					
1.1	WIEDZA																				
1.1.1					X																
1.1.2	X	X	X		X										X						
1.1.3					X	X	X	X				X		X							
1.1.4					X	X			X					X	X			X	X	X	X

1.1.5								X													
1.1.6	X		X					X						X						X	X
1.1.7								X							X						
1.1.8					X				X		X	X		X				X	X		
1.1.9											X			X							
1.1.10											X										
1.1.11									X		X			X		X	X	X	X	X	X
1.1.12				X			X							X	X						
1.1.13													X								
1.1.14														X	X	X	X			X	X
1.1.15							X					X		X	X	X	X	X	X		
1.2	UMIEJĘTNOŚCI																				
1.2.1				X					X	X				X				X	X	X	X
1.2.2						X			X					X	X	X	X			X	X
1.2.3			X							X				X	X			X	X		
1.2.4						X															
1.2.5									X						X						
1.2.6														X						X	X
1.2.7														X	X			X	X	X	X
1.2.8														X	X	X	X	X	X	X	X
1.2.9							X								X					X	X

1.2.10				X										X				X	X	X	X
1.2.11														X	X					X	X
1.2.12								X							X						
1.2.13											X			X				X	X		
1.2.14							X													X	X
1.2.15												X	X	X	X					X	X
1.2.16													X	X							
1.2.17											X										
1.2.18														X						X	X
1.3	KOMPETENCJE SPOŁECZNE																				
1.3.1									X					X				X	X	X	X
1.3.2						X									X			X	X	X	X
1.3.3				X		X								X				X	X	X	X
1.3.4								X							X						
1.3.5						X								X						X	X
1.3.6												X			X						
1.3.7						X	X		X					X		X	X	X	X	X	X
SZCZEGÓŁOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ*																					
B.1 I B.2: PSYCHOLOGIA I PEDAGOGIKA																					
WIEDZA																					
B.1.W1	X																				

B.1.W2		X	X																	
B.1.W3				X	X															
B.1.W4	X		X	X				X												
B.1.W5				X						X										
B.2.W1					X	X	X				X									
B.2.W2					X		X			X	X									
B.2.W3					X	X	X	X												
B.2.W4			X		X	X	X	X												
B.2.W5								X												
B.2.W6								X												
B.2.W7							X													
UMIEJĘTNOŚCI																				
B.1.U1		X																		
B.1.U2				X						X										
B.1.U3				X																
B.1.U4				X																
B.1.U5								X												
B.1.U6			X																	
B.1.U7				X																
B.1.U8										X										
B.2.U1								X			X									

B.2.U2										X											
B.2.U3										X											
B.2.U4						X															
B.2.U5						X					X										
B.2.U6								X													
B.2.U7							X														
KOMPETENCJE SPOŁECZNE																					
B.1.K1										X											
B.1.K2										X											
B.2.K1										X											
B.2.K2						X															
B.2.K3						X				X											
B.2.K4						X															
B.3: PRAKTYKI ZAWODOWE																					
WIEDZA																					
B.3.W1									X												
B.3.W2									X												
B.3.W3									X												
UMIEJĘTNOŚCI																					
B.3.U1									X												
B.3.U2									X												

B.3.U3									X												
B.3.U4									X												
B.3.U5									X												
B.3.U6									X												
KOMPETENCJE SPOŁECZNE																					
B.3.K1									X												
C: PODSTAWY DYDAKTYKI I EMISJA GŁOSU																					
WIEDZA																					
C.W1												X									
C.W2												X									
C.W3												X									
C.W4												X									
C.W5												X									
C.W6												X									
C.W7													X								
UMIEJĘTNOŚCI																					
C.U1												X									
C.U2												X									
C.U3												X									
C.U4												X									
C.U5												X									

C.U6												X									
C.U7													X								
C.U8													X								
KOMPETENCJE SPOŁECZNE																					
C.K1												X									
C.K2													X								
D.1: DYDAKTYKA PRZEDMIOTU NAUCZANIA																					
WIEDZA																					
D.1.W1														X							
D.1.W2															X						
D.1.W3															X						
D.1.W4														X		X	X				
D.1.W5														X		X	X				
D.1.W6														X	X						
D.1.W7															X	X	X				
D.1.W8														X	X	X	X				
D.1.W9														X		X	X				
D.1.W10														X	X						
D.1.W11															X						
D.1.W12														X	X						
D.1.W13															X						

D.1.W14														X	X	X	X				
D.1.W15														X							
UMIEJĘTNOŚCI																					
D.1.U1														X	X						
D.1.U2														X							
D.1.U3															X	X	X				
D.1.U4															X						
D.1.U5														X		X	X				
D.1.U6														X							
D.1.U7														X		X	X				
D.1.U8															X						
D.1.U9														X	X						
D.1.U10														X	X						
D.1.U11															X						
KOMPETENCJE SPOŁECZNE																					
D.1.K1															X	X	X				
D.1.K2														X							
D.1.K3															X	X	X				
D.1.K4														X	X						
D.1.K5														X							
D.1.K6															X						

D.1.K7														X		X	X				
D.1.K8															X						
D.1.K9														X	X						
D.2: PRAKTYKI ZAWODOWE																					
WIEDZA																					
D.2.W1																		X	X		
D.2.W2																				X	X
D.2.W3																		X	X		
UMIEJĘTNOŚCI																					
D.2.U1																				X	X
D.2.U2																				X	X
D.2.U3																		X	X		
KOMPETENCJE SPOŁECZNE																					
D.2.K1																		X	X	X	X
FORMY REALIZACJI																					
wykład	X				X									X							
konwers./ ćwiczenia		X	X			X		X					X		X						
seminarium												X									
laboratorium																X	X				
praktyki									X									X	X	X	X
warsztat				X			X			X	X	X									

METODY WERYFIKACJI																					
egzamin	X				X									X							
projekt							X								X						
praca pisemna		X	X	X		X	X	X		X	X	X	X								
wypo- wiedź/wystą- pienie ustne				X						X		X	X								
raport									X						X	X	X	X	X	X	X
zaliczenie praktyczne											X										

*Kody ogólnych i szczegółowych efektów uczenia się z zakresu przygotowania psychologiczno-pedagogicznego (blok zajęć B1/B2/B3), podstaw dydaktyki i emisji głosu (blok zajęć C) oraz przygotowania dydaktycznego do nauczania fizyki (blok zajęć D1/D2) są zgodne z ich klasyfikacją w *Standardzie kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela*, określonym w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 25 lipca 2019 r. (Dz.U. 2021, poz. 890 z późn. zm.).

TREŚCI PROGRAMOWE

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe
1	Advanced General Relativity (Zaawansowane zagadnienia ogólnej teorii względności)	From Newton to Einstein: conceptual foundations of general relativity. Motion of particles and geodesic equation. Geodesic deviation and curvature. Energy momentum tensor and Einstein equations. Gravitational waves, theory and observations. Black holes, theory and observations. Gravitational lensing, theory and observations. Some modern developments in general relativity. Od Newtona do Einsteina: pojęciowe podstawy ogólnej teorii względności. Ruch cząstek i równanie geodezyjnych. Odchylenie geodezyjne i krzywizna. Tensor pędu energii i równania Einsteina. Fale grawitacyjne, teoria i obserwacje. Czarne dziury, teoria i obserwacje. Soczewkowanie grawitacyjne, teoria i obserwacje. Niektóre współczesne zagadnienia z zakresu ogólnej teorii względności.
2	Advanced Statistical Physics (Zaawansowana fizyka statystyczna)	Statistical physics of interacting gases (Gibbs' formulation of equilibrium state thermodynamics of interacting gases. Partition function. Mayer's cluster expansion. Virial expansion. Beth-Uhlenbeck approach to quantum gases. Equation of state of multicomponent plasma with applications to stars. Chemical equilibrium and Saha equation. Gravitational equilibrium of stars for different equations of state.) Statistical physics of quantized fields. (The method of quantized fields. Low-temperature behavior of Bose gas, Bose-Einstein condensation. Low-lying excitations in Fermi systems. Fermi-liquid theory. Equation of state of degenerate matter, white dwarfs, and neutron stars. Weak equilibrium and charge neutrality conditions. Gravitational equilibrium of white dwarfs and neutron stars.) Phase transitions (Phase transitions in Van-der-Waals gas. Lattice models. Spontaneous magnetization of a ferromagnet.

		Lattice gas and binary alloys. Ising model in the Bethe approximation. Critical exponents. Thermodynamic inequalities. Landau's theory of second-order phase transitions. Crystallization of white dwarf matter. Phase transitions from hadronic to quark matter in neutron stars.) Renormalization group approach (Basic scalings. Simple examples of renormalization. General formation of renormalization group equations. Fluctuation-dissipation theorem. Linear response theory. Photon and neutrino interactions in the stellar matter within the linear response theory.) Fluctuations (Thermodynamic fluctuations. Spatial correlations. Fluctuation analysis on the example of Brownian motion. Statistical physics of nuclear reaction in stars, pycnonuclear reactions in neutron stars.) Fizyka statystyczna oddziałujących gazów (Sformułowanie Gibbsa termodynamiki stanu równowagowego oddziałujących gazów. Funkcja rozkładu. Rozwinięcie Mayera. Rozwinięcie Wirialne. Podejście Betha-Uhlenbecka do gazów kwantowych. Równanie stanu plazmy wieloskładnikowej z zastosowaniem do gwiazd. Równowaga chemiczna i równanie Saha. Grawitacyjna równowaga gwiazd dla różnych równań stanu). Fizyka statystyczna skwantowanych pól (Metoda pól skwantowanych. Zachowanie gazu Bosego w niskich temperaturach. Kondensacja Bosego-Einsteina. Niskie wzbudzenia w układach Fermiego. Teoria Fermiego cieczy. Równanie stanu materii zdegenerowanej. Białe karły i gwiazdy neutronowe. Słaba równowaga i warunki neutralności ładunków. Grawitacyjna równowaga białych karłów i gwiazd neutronowych). Przejścia fazowe (Przejścia fazowe w gazie Van-der-Waalsa. Modele na sieci. Spontaniczna magnetyzacja ferromagnetyka. Gaz na sieci i stopy dwuskładnikowe. Model Isinga w przybliżeniu Bethego. Wykładniki krytyczne. Nierówności termodynamiczne. Teoria Landaua przejść fazowych drugiego rodzaju. Krystalizacja materii w białych karłach. Przejścia fazowe pomiędzy materią hadronową a kwarkową w gwiazdach neutronowych). Podejście grupy renormalizacyjnej (Podstawowe skalowania. Proste przykłady renormalizacji. Ogólne sformułowanie równań grupy renormalizacji. Twierdzenie fluktuacji-dysypacji. Teoria odpowiedzi liniowej. Oddziaływania fotonów i neutrin w materii gwiazdowej w teorii odpowiedzi liniowej). Fluktuacje (Fluktuacje termodynamiczne. Korelacje przestrzenne. Analiza fluktuacji na przykładzie ruchów Browna. Fizyka statystyczna reakcji jądrowych w gwiazdach, reakcje piknojądrowe w gwiazdach neutronowych).
3	Classical Field Theory (Klasyczna teoria pola)	From discrete to continuous mechanical systems. The essence of field theoretical description of nature. Fundamental concepts of the classical field theory. Relativistic physics and the geometry of the Minkowski space. The Poincare group and its representations. Elements of the tensor calculus. Basics models: relativistic particle, bosonic string. Variational formalism. Field equations. The Noether's theorem. Conserved charges. The energy-momentum tensor and its properties. Fundamental types of fields and their Lagrangian models. Gauge transformations. Gauge fields: abelian models, nonabelian models. Global symmetries and breaking of global symmetries. The Goldstone theorem. Local symmetries and breaking of local symmetries. The Higgs effect. Przejście graniczne od dyskretnych układów mechanicznych do ciągłych. Istota opisu teoriopolewego. Podstawowe koncepcje klasycznej teorii pola. Fizyka relatywistyczna i geometria przestrzeni Minkowskiego. Grupa Poincarego i jej reprezentacje. Podstawowe modele: cząstka relatywistyczna, struna bozonowa. Elementy rachunku tensorowego. Zasada wariacyjna. Twierdzenie Noether. Zachowane ładunki. Własności tensora energii-pędu. Podstawowe typy pól i analiza modeli lagranżowskich je opisujących.

		Pojęcie transformacji cechowania. Podstawowe modele pól z cechowaniem: abelowe i nieabelowe. Symetrie globalne i ich łamanie. Twierdzenie Goldstone'a. Symetrie lokalne i ich łamanie. Efekt Higgsa.
4	Computational Methods I (Metody obliczeniowe I)	Basic operations. Ordinary differential equations. Boundary value problems. Special functions, Fourier transformation and Gauss quadrature. Operacje podstawowe. Równania różniczkowe zwyczajne. Problemy wartości brzegowych. Funkcje specjalne, transformacja Fouriera i kwadratura Gaussa.
5	Computational Methods II (Metody obliczeniowe II)	Random numbers and Monte Carlo techniques. Partial differential equations. Particle code problems and smoothed particle hydrodynamics. Liczby losowe i techniki Monte Carlo. Równania różniczkowe cząstkowe. Metody cząsteczkowe, hydrodynamika cząstek rozmytych.
6	Contemporary Problems in Condensed Matter Physics (Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej)	Normal metals, Fermi surface, conductivity. Basic facts about superconductivity. Method of canonical transformation. Pairing Hamiltonian and gap equation. Thermodynamics functions of a superconductor. Green's function at zero temperature. Representations. S-matrix. Green's functions at finite temperature. Free Green's function of a fermion. Feynman rules. Finite temperature Matsubara Green's functions. Computing loops in Matsubara formalism. Computing the self-energies for various normal systems. Electron Fock self-energy. Phonon self-energy. Microscopic BCS theory of superconductivity. Dyson equations and the gap equation. Josephson current from microscopic theory. Non-interacting Bose gas and condensation. Canonical transformation method for a Bose gas. Green's functions approach for a Bose gas. Diagram techniques for a Bose gas. Screening and linear response. Electron-phonon interaction in normal metals. Strong coupling superconductivity (Eliashberg theory). Metale normalne, powierzchnia Fermiego, przewodnictwo. Podstawowe fakty o nadprzewodnictwie. Metoda transformacji kanonicznej. Hamiltonian z parowaniem i równanie przerwy. Funkcje termodynamiczne nadprzewodnika. Funkcja Greena w zerowej temperaturze. Reprezentacje. Macierz S. Funkcje Greena w skończonej temperaturze. Swobodna funkcja Greena fermionu. Reguły Feynmana. Funkcje Greena Matsubary w skończonej temperaturze. Wyliczanie pętli w formalizmie Matsubary. Obliczanie energii własnych dla różnych układów normalnych. Energia własna elektronu Focka. Energia własna fononu. Mikroskopowa teoria nadprzewodnictwa BCS. Równania Dysona i równanie przerwy. Prąd Josephsona w teorii mikroskopowej. Nieoddziałujący gaz Bosego i kondensacja. Metoda transformacji kanonicznej dla gazu Bosego. Podejście funkcji Greena dla gazu Bosego. Techniki tworzenia diagramów dla gazu Bosego. Ekranowanie i odpowiedź liniowa. Oddziaływanie elektron-fonon w metalach normalnych. Nadprzewodnictwo silnego sprzężenia (teoria Eliashberga).
7	Data Analysis in Physics and Astronomy (Analiza danych fizycznych i astronomicznych)	Statistical frameworks and data analysis. Classical statistical inference. Bayesian statistical inference. Data mining and searching for structure in point data. Data dimensionality and its reduction. Regression and model fitting. Data classification. Time series analysis. Pakiety programowe do analizy danych i obliczeń statystycznych. Klasyczne wnioskowanie statystyczne. Bayesowskie wnioskowanie statystyczne. Ekspozycja danych i wyszukiwanie struktury danych

		punktowych. Wymiarowość danych i metody redukcji wymiaru. Regresja i dopasowanie modelu. Klasyfikacja danych. Analiza szeregów czasowych.
8	Dydaktyka fizyki	Dydaktyka fizyki: charakterystyka, obszar zainteresowań badawczych oraz przegląd aktualnych tematów badań. Badania nauczycielskie. Fizyka jako przedmiot szkolny: przedmiot i jego miejsce w kształceniu ogólnym. Podstawa programowa. Cele kształcenia i treści nauczania przedmiotu fizyka. Program nauczania: tworzenie i modyfikacja, analiza, ocena, dobór i zatwierdzanie. Projektowanie procesu kształcenia. Rozkład materiału. Ewaluacja działań dydaktycznych. Podmiotowość i pełnomocność ucznia. Lekcja. Formalna struktura, cele lekcji, sytuacje wpływające na przebieg lekcji. Typy i modele lekcji fizyki. Zajęcia pozalekcyjne. Metody i zasady nauczania. Dobór metod dydaktycznych. Formy pracy. Organizacja pracy w klasie, praca w grupach. Indywidualizacja nauczania. Projektowanie środowiska lekcji, środki dydaktyczne – dobór i wykorzystanie. Kontrola i ocena efektów pracy uczniów: diagnoza, monitorowanie, ewaluacja i kontrola wyników a ocenianie. Kształtowanie motywacji do uczenia się. Uwarunkowania prawne pracy nauczyciela.
9	Elementy elektrodynamiki klasycznej	Narzędzia rachunkowe elektrodynamiki: rachunek różniczkowy i całkowy wektorów oraz funkcje delta Diraca. Elektrostatyka w próżni i w materii. Magnetostatyka w próżni i materii. Układ równań Maxwella oraz zasady zachowania ładunku, energii i pędu. Transformacja Lorentza w elektrodynamice: czterowektor prądu, tensor pola elektromagnetycznego oraz tensor energii-pędu. Fale elektromagnetyczne w otwartej przestrzeni oraz w falowodach i światłowodach. Źródła promieniowania elektromagnetycznego: antena, lampa mikrofalowa, synchrotron, laser na swobodnych elektronach. Rola elektrodynamiki w fizyce współczesnej: nierozzerwalny związek ze szczególną teorią względności, elektrodynamika jako teoria pola oraz jako punkt wyjścia do elektrodynamiki kwantowej.
10	Elementy fizyki statystycznej	Elementy termodynamiki: podstawowe założenia i pojęcia, zasady termodynamiki, równanie fundamentalne i potencjały termodynamiczne. Podstawowe założenia fizyki statystycznej. Zespoły statystyczne. Kwantowa fizyka statystyczna. Kanoniczne modele: gaz doskonały (klasyczny, kwantowy), oscylator harmoniczny (klasyczny, kwantowy), ciepło właściwe, model Isinga.
11	Elementy prawa oświatowego i bezpieczeństwo w szkole	Międzynarodowe i krajowe regulacje dotyczące praw człowieka. Odpowiedzialność prawna opiekuna, nauczyciela, wychowawcy. Źródła prawa oświatowego. Struktura systemu oświaty i funkcjonowanie placówek oświatowych. Nauczycielska pragmatyka zawodowa. Procedury postępowania nauczycieli w przypadku różnego rodzaju zagrożeń. Pierwsza pomoc. Choroby zawodowe nauczycieli.
12	Emisja głosu	Język jako narzędzie pracy nauczyciela. Praca z uczniami z ograniczoną znajomością języka polskiego lub zaburzeniami komunikacji językowej. Porozumiewanie się w celach dydaktycznych – sztuka wykładania, sztuka zadawania pytań, sposoby zwiększania aktywności komunikacyjnej uczniów. Praktyka wystąpień publicznych, poprawność językowa, etyka języka, etykieta korespondencji tradycyjnej i elektronicznej. Emisja głosu – budowa, działanie i ochrona narządu mowy. Warsztaty emisji głosu.
13	English (B2+ level) (Język angielski (poziom B2+))	Vocabulary and grammar resources of the English language corresponding to proficiency at B2+ level of the Common European Framework of Reference for Languages. Topics within the field of sciences, in particular physics and astronomy. Specialized vocabulary and grammar structures used in academic environment, enabling the student to understand and analyse professional texts/lectures, as well as to describe and present physics-related issues.

		Zasoby leksykalno-gramatyczne języka angielskiego odpowiadające biegłości na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Tematyka z zakresu nauk ścisłych, w szczególności fizyki i astronomii. Specjalistyczne słownictwo i struktury gramatyczne używane w środowisku akademickim, umożliwiające rozumienie i analizę fachowych tekstów i wykładów oraz opisywanie i prezentowanie zagadnień fizycznych.
14	Entrepreneurship and Intellectual Property Protection (Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej)	Introduction to a global high technology market. Assessment of individual business skills. Selection of a new business idea from a high technology area. Market evaluation of a new idea/technology. Study of market competitiveness. Possible methods of IP assessment and protection. Raising capital for innovative activity/business. Successive stages of the introduction of a technology to the market. Registration and introduction of a new entity into the market. Zapoznanie ze światowym rynkiem wysokich technologii. Ocena umiejętności biznesowych. Selekcja pomysłu biznesowego z obszaru wysokich technologii. Rynkowa ocena pomysłu/technologii. Badania konkurencyjności rynku. Metody ochrony własności intelektualnej. Pozyskiwanie kapitału na działalność innowacyjną. Kolejne etapy wprowadzenia technologii na rynek. Rejestracja i wprowadzenie podmiotu biznesowego na rynek.
15	Ethics in Research (Etyka badań naukowych)	The specifics of ethics, code ethics vs. situational ethics, the difference between ethical codes and laws, selected provisions of ethical codes; copyright law and the ethical dimension of plagiarism, the ethical foundations of copyright law, copyright law in the field of scientific research, borderline areas: self-plagiarism, cryptocitation, the problem of duplication of publications and "salami slicing", the credibility of research, the norms governing co-authorship of papers; ethical aspects of reviewing publications: Conflict of interest, challenges to the anonymity of reviews, the problem of bias, confidentiality of data, scope of expertise; ethical aspects of patent law; conflict of interest in scientific research; falsification of research results; social responsibility of the scientist; problems of the modern world; problems of research ethics related to work at the university: closed scientific environment, bullying (sexuality, carnality), verbal bullying, types of bullying specific to the university environment, use of institutional advantage: teacher-student relationship, promoter-doctoral student, scientist experienced more-less. Specyfika etyki, etyka kodeksowa a sytuacyjna, różnica między kodeksami etycznymi a przepisami prawnymi, wybrane zapisy kodeksów etycznych; prawo autorskie a etyczny wymiar plagiatu, etyczne podstawy prawa autorskiego, prawo autorskie w obszarze badań naukowych, obszary graniczne: autoplagiat, kryptocytat, problem powielania publikacji i "salami slicing", wiarygodność badań, normy regulujące współautorstwo prac; etyczne aspekty recenzowania publikacji: konflikt interesów, wyzwania związane z anonimowością recenzji, problem stronniczości, poufność danych, zakres ekspertyzy; etyczne aspekty prawa patentowego; konflikt interesów w badaniach naukowych; fałszowanie wyników badań; społeczna odpowiedzialność naukowca; problemy współczesnego świata; problemy etyki badań naukowych związane z pracą na uczelni: zamknięte środowisko naukowe, mobbing (seksualność, cielesność), mobbing słowny, typy mobbingu specyficzne dla środowiska uczelni, wykorzystywanie przewagi instytucjonalnej: relacja nauczyciel-student, promotor-doktorant, naukowiec doświadczony bardziej-mniej.

16	General Relativity and Gravitation (Ogólna teoria względności i grawitacja)	Szczególna Teoria Względności: czasoprzestrzeń Minkowskiego, transformacje Lorentza, obserwatorzy przyspieszający. Zasada równoważności Einsteina. Rachunek tensorowy. Rozmaitości, pola tensorowe. Geometria afiniczna i metryczna: koneksja, transport równoległy, metryka, geodezyjne, krzywizna. Tensor energii-pędu. Równania Einsteina. Granica newtonowska. Testy Ogólnej Teorii Względności. Geometria Schwarzschilda, czarne dziury, równowaga hydrostatyczna gwiazd. Kosmologia: równania Friedmanna, przyspieszająca ekspansja, ciemna energia, ciemna materia. Fale grawitacyjne. Special Theory of Relativity: Minkowski spacetime, Lorentz transformations, accelerated observers. Einstein's Equivalence Principle. Tensor calculus. Manifolds and tensor fields. Affine and metric geometry: connection, parallel transport, metric, geodesics, curvature. Energy-momentum tensor. Einstein's equations. Newtonian limit. Tests of General Relativity. Schwarzschild's geometry, black holes, hydrostatic equilibrium of stars. Cosmology: Friedmann's equations. accelerated expansion, dark energy, dark matter. Gravitational waves.
17	Gravitational Waves (Fale grawitacyjne)	Einstein's equations, linear approximation, post-Newtonian approximation. Mathematics and physics of gravitational waves. Astrophysical and cosmological sources of gravitational radiation. Gravitational waveforms of binary systems. Detection of gravitational waves. Równania Einsteina, przybliżenie liniowe, przybliżenie pozanewtonowskie. Matematyka i fizyka fal grawitacyjnych. Astrofizyczne i kosmologiczne źródła promieniowania grawitacyjnego. Postać fali grawitacyjnej dla układów podwójnych. Detekcja fal grawitacyjnych.
18	Highlights of Modern Physics and Astrophysics (Dokonania współczesnej fizyki i astrofizyki)	Presentation and discussion of selected topics of modern physics and astrophysics, with emphasis placed on major achievements, groundbreaking discoveries and leading trends of current research. Review of literature and other sources on a given topic, preparing an abstract of oral presentation, delivering a talk, scientific discussion, writing an essay. Opracowanie, prezentacja i dyskusja wybranych zagadnień współczesnej fizyki i astrofizyki, z naciskiem na najważniejsze osiągnięcia, przełomowe odkrycia i główne trendy prowadzonych aktualnie badań. Przegląd literatury i innych źródeł na wybrany temat, przygotowanie streszczenia, wygłoszenie referatu, dyskusja omawianej tematyki, opracowanie pisemne wybranego zagadnienia.
19	Historia astronomii	Do czego ludziom potrzebna jest astronomia? Astronomia prehistoryczna. Astronomia hellenistyczna I: inspiracje, model geocentryczny. Astronomia hellenistyczna II: najważniejsze osiągnięcia, instrumenty obserwacyjne. Astronomia hellenistyczna III: „Almagest”, pokłosie. Przewrót kopernikański: „De revolutionibus”. Godni kontynuatorzy: Brahe, Kepler, Galileusz. „Philosophiae naturalis principia mathematica”, sukcesy mechaniki nieba. Reforma uniwersytetów, towarzystwa naukowe, obserwatoria astronomiczne. Astronomia gwiazd. Narodziny i rozwój astrofizyki. Towarzystwa i czasopisma astronomiczne. Rozwój obserwatoriów. Poznanie natury gwiazd. Kształtowanie się poglądów na budowę Galaktyki i Wszechświata. Astronomia w Polsce. Astronomia we Wrocławiu.
20	Historia fizyki	Wiedza naukowa a inne rodzaje wiedzy. Fenomen nauki. Elementy metodologii nauki (fizyki). Etapy rozwoju wiedzy naukowej jako części procesu zmian cywilizacyjnych. Początki nauki albo nauki przyrodnicze, kiedy jeszcze ich nie było. Początki matematyki (ilościowego opisu świata), odkrycie liczby i jego konsekwencje. Filozoficzny okres rozwoju wiedzy naukowej. Grecka filozofia przyrody i jej

		konsekwencje. Prototypy idei fizycznych jako linie kierunkowe rozwoju poznania. Etapy rozwoju fizyki. Proces wyłaniania się z filozofii przyrody systemu nowożytnych nauk, w tym fizyki. Od Kopernika i Galileusza do mechanistycznego obrazu świata – ontologiczne założenia mechaniki Newtona. Fizyka nowożytna od Newtona do Einsteina. Szanse i zagrożenia współczesnej nauki. Na „froncie badań” w fizyce. Metodologiczne koncepcje rozwoju nauki.
21	Initial Training on OHS and Fire Protection (Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.)	Basic concepts of occupational safety and health (OSH). Harmful and oppressive factors that can occur during classes. Legislation on health and safety at the universities. What to do in the case of an accident. Basic rules of first aid. OHS and fire protection hazards in the place of learning. Organization of fire protection. Causes and spreading of fires. Basic duties and tasks resulting from fire prevention regulations. What to do in the event of fire. Rules of using the fire-fighting equipment and devices. Podstawowe pojęcia dotyczące bhp. Czynniki szkodliwe dla zdrowia lub uciążliwe występujące podczas zajęć studenckich. Akty prawne dotyczące bhp w szkołach wyższych. Postępowanie w razie zaistnienia wypadku. Podstawowe zasady udzielania pierwszej pomocy. Zagrożenia bhp i p-poż. występujące w miejscu nauki. Organizacja ochrony przeciwpożarowej. Przyczyny powstawania i rozprzestrzeniania się pożarów. Podstawowe obowiązki i zadania wynikające z przepisów w zakresie zapobiegania pożarom i na wypadek powstania pożaru. Zasady stosowania i umiejętności posługiwania się sprzętem i urządzeniami pożarniczymi.
22	Introduction to Quantum Information Theory for Physicists (Wstęp do informatyki kwantowej dla fizyków)	Introduction to the principles and concepts of storing and managing information using quantum mechanics. Qubits and their representations, quantum measurements, density operators, pure and mixed states, quantum operations, decoherence. Quantum correlations: EPR paradox, Bell's inequalities, quantum entanglement, measures and witnesses of entanglement. Quantum logic gates and quantum algorithms. Quantum computers. Quantum cryptography, distribution of quantum key. Quantum communication: teleportation, quantum lattices. Wprowadzenie do zasad i idei nowego podejścia do przechowywania i operowania informacjami przy użyciu mechaniki kwantowej. Kubity i ich reprezentacje, pomiary kwantowe, operatory gęstości, stany czyste i mieszane, operacje kwantowe, dekoherencja. Korelacje kwantowe: paradoks EPR, nierówności Bella, splątanie kwantowe, miary i świadkowie splątania. Kwantowe bramki logiczne i algorytmy kwantowe. Komputery kwantowe. Kryptografia kwantowa, dystrybucja klucza kwantowego. Komunikacja kwantowa: teleportacja, sieci kwantowe.
23	Język obcy (poziom B2+)	Zasoby leksykalno-gramatyczne języka obcego nowożytnego odpowiadające biegłości na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Tematyka z zakresu nauk ścisłych, w szczególności fizyki. Specjalistyczne słownictwo i struktury gramatyczne używane w środowisku akademickim, umożliwiające rozumienie i analizę fachowych tekstów i wykładów oraz opisywanie i prezentowanie zagadnień fizycznych.
24	Kompetencje psychologiczno-pedagogiczne nauczyciela	Uwarunkowania sukcesu w pracy nauczyciela. Fazy rozwoju zawodowego nauczyciela. Ocena jakości pracy nauczyciela; omówienie arkusza obserwacji pracy nauczyciela. Refleksja i autorefleksja dotycząca zasobów w pracy nauczyciela; omówienie arkusza pracy nauczyciela i arkusza kompetencji praktykanta. Autorefleksja i analiza zasobów w pracy nauczyciela; omówienie arkusza kompetencji praktykanta. Kompetencje komunikacyjne praktykanta – analiza rozmowy psychologicznej. Trudna sytuacja w szkole

		– analiza zdarzeń pedagogicznych. Awans zawodowy nauczyciela. Zasady projektowania ścieżki rozwoju zawodowego. Projektowanie ścieżki własnego rozwoju zawodowego. Stres w pracy nauczyciela – wprowadzenia teoretyczne, omówienie arkusza obserwacji i analizy objawów stresu u praktykanta, sposoby radzenia sobie. Wypalenie zawodowe.
25	Machine Learning (Uczenie maszynowe)	Machine learning language environments (PyTorch, TensorFlow, Keras, SciKit-Learn, NumPy). Linear and nonlinear regression, polynomial curve fitting, and classification. Bias-variance trade-off. Radial basis functions. Neural networks. Activation functions, optimization algorithms. Cross-validation, regularization, bootstrap. Convolutional neural networks and visual data analysis. Batch-normalization, Dropout. Pre-trained models. Transfer learning. Detection of the objects by U-Net type networks. Recurrent neural networks in series analyses. Generative adversarial neural networks. Środowiska językowe uczenia maszynowego (PyTorch, TensorFlow, Keras, SciKit-Learn, NumPy). Regresja liniowa i nieliniowa, dopasowanie wielomianami oraz problem klasyfikacji. Balans między obciążeniem a wariancją. Radialne funkcje bazowe. Sieci neuronowe. Funkcje aktywacji, algorytmy optymalizacji. Walidacja krzyżowa, regularyzacja, bootstrap. Splotowe sieci neuronowe i wizualna analiza danych. Normalizacja wsadowa, Dropout. Wstępnie wytrenowane modele. Uczenie z przeniesieniem. Wykrywanie obiektów przez sieci typu U-Net. Rekursywne sieci neuronowe w analizach szeregów czasowych. Generatywne sieci neuronowe.
26	Master Thesis and Master's Degree Examination (Praca magisterska i egzamin magisterski)	Writing and submitting the Master thesis, prepared in accordance with the requirements set by the Faculty of Physics and Astronomy of the University of Wrocław for dissertations at the level of second-cycle studies. Upon a positive assessment of the thesis – passing the master's exam on the terms set out in the conditions for graduating in the field of Physics. Opracowanie i złożenie pracy magisterskiej przygotowanej zgodnie z wymaganiami stawianymi na Wydziale Fizyki i Astronomii UWr pracom dyplomowym na poziomie studiów II stopnia. Po uzyskaniu pozytywnej oceny pracy dyplomowej – zdanie egzaminu magisterskiego na zasadach określonych w warunkach ukończenia studiów na kierunku Fizyka.
27	Master's Degree Project I/II (Projekt magisterski I/II)	Student carries out the Master's Degree Project I/II in one of the research groups at the Faculty of Physics and Astronomy, in accordance with the chosen topic of his/her Master thesis. This includes the review of literature and other sources related to the subject of Master thesis, mastering the necessary research tools and techniques, carrying out scientific research constituting the basis for Master thesis, as well as analyzing, elaborating, evaluating and interpreting the obtained results. Student realizuje projekt magisterski I/II w jednej z grup badawczych Wydziału Fizyki i Astronomii, zgodnie z wybranym tematem pracy magisterskiej. Obejmuje to przegląd literatury z zakresu zagadnień poruszanych w pracy magisterskiej, opanowanie i doskonalenie niezbędnych technik i narzędzi badawczych, przeprowadzenie badań naukowych stanowiących podstawę przygotowywanej pracy magisterskiej oraz analizę, opracowanie, ocenę i interpretację uzyskanych wyników.
28	Master's Seminar I/II (Seminarium magisterskie I/II)	Presentation and discussion of recent achievements, major problems and main research trends in different areas of modern physics, the scope of scientific research conducted at the Faculty of Physics and Astronomy of the University of Wrocław in the field of physics, and the subjects of Master theses prepared

		by the students. Presentation and discussion of the initial or expected results of the students' scientific work. The issues of proper use of sources, critical analysis of their content, presentation rules and techniques, the ability to transfer a message, correct reasoning, and conducting scientific discussion based on factual argumentation.
29	Modern Quantum Mechanics with Elements of Quantum Optics (Współczesna mechanika kwantowa z elementami optyki kwantowej)	Introduction to statistical aspects of modern quantum mechanics and its relationship with quantum information theory. The basis of quantum optics, including fundamental experiments verifying quantum theory. The structure of quantum theory: pure and mixed states, compound systems entangled states, structure of the state space; entanglement monotones. Non-classical aspects of quantum mechanics. Photon field and its states (thermal, coherent, squeezed). EPR states, teleportation and its optical realization. Atom-photon interaction (the Rabie model, the Jaynes-Cummings model). Open systems. The evolution of open systems. Wprowadzenie do aspektów statystycznych współczesnej mechaniki kwantowej i jej związków z teorią informacji kwantowej. Dostarczenie podstawowej wiedzy z optyki kwantowej, w tym o fundamentalnych eksperymentach weryfikujących teorię kwantową. Struktura teorii kwantowej, czyste i mieszane stany kwantowe, układy złożone, stany splątane, struktura przestrzeni stanów, miary splątania. Nieklasyczne aspekty mechaniki kwantowej. Pole fotonowe i jego stany (termalne, koherentne, ściśnięte). Stany EPR, teleportacja i jej realizacja optyczna. Oddziaływanie atom-foton (model Rabiego, model Jaynesa-Cummingsa). Układy otwarte. Ewolucja układów otwartych.
30	Monographic Lecture (Wykład monograficzny)	Specific advanced issues related to the field of study, taking into account the proposed topics of master theses. Their original and regularly updated content closely reflects the current research areas at the Faculty of Physics and Astronomy, being also adjusted to the particular fields of scientific interest of the students. Zaawansowane treści specjalistyczne z zakresu szczegółowych zagadnień związanych z kierunkiem studiów, z uwzględnieniem proponowanych tematów prac magisterskich. Wykłady mają charakter autorski, a ich tematyka ściśle wiąże się z aktualną problematyką badań naukowych prowadzonych na Wydziale Fizyki i Astronomii UW i bierze pod uwagę specyficzne zainteresowania naukowe studentów w danym cyklu kształcenia.
31	Nauki przyrodnicze a rozwój cywilizacji	Nauka instytucjonalna – aspekt socjologiczno-historyczny. Wiedza naukowa a inne rodzaje wiedzy ludzkiej. Rola nauki w zmianach cywilizacji. Szanse i zagrożenia dla współczesnej cywilizacji wynikające z rozwoju nauk ścisłych i przyrodniczych. Relacje między nauką a kulturą materialną i symboliczną. Kontekst etyczny i filozoficzny funkcjonowania nauki. Szczegółowy program prezentacji studenckich na konwersatorium powstaje w uzgodnieniu ze studentami.
32	Neutrino Physics (Fizyka neutrin)	A short history of neutrino physics: beta-decay, Pauli hypothesis, Fermi theory, discovery of neutrino in 1950s, discovery of muon neutrino. Neutrinos in the Standard Model, charge current and neutral current processes. Dirac and Majorana neutrino. Neutrino interactions with electrons, hadrons and nuclei. Detection of neutrinos. Neutrino mass, neutrino oscillations, neutrino oscillation experiments. Neutrino oscillation parameters. Solar neutrinos, solar neutrino flux, pp neutrinos, CNO cycle. Deficit of solar neutrinos. MSW effect for solar neutrinos. Supernovae neutrinos, diffuse neutrino spectrum, information from SN1987. Relic neutrinos as Big Bang remnants. Leptogenesis, measurement of CP violation in

		neutrino oscillations. Astrophysical sources of high-energy neutrinos. Neutrino telescopes, IceCub, km3net experiments. Historia fizyki neutrin: rozpad beta, hipoteza Pauliego, teoria Fermiego, odkrycie neutrina w latach 1950-tych, odkrycie neutrina mionowego. Neutrino w Modelu Standardowym, procesy z prądem naładowanym i prądem neutralnym. Neutrino Diraca i Majorany. Oddziaływania neutrin z elektronami, hadronami i jądrami. Detekcja neutrin. Masa neutrin, oscylacje neutrin, eksperymenty z oscylacjami neutrin. Parametry oscylacji neutrin. Neutrino słoneczne, strumień neutrin słonecznych, neutrina pp, cykl CNO. Deficyt neutrin słonecznych. Efekt MSW dla neutrin słonecznych. Neutrino z wybuchów supernowych, rozproszone ("diffuse") widmo neutrin, informacje z SN1987. Reliktowe neutrino jako pozostałość po Wielkim Wybuchu. Leptogeneza, pomiar łamania CP w oscylacjach neutrin. Astrofizyczne źródła neutrin wysokoenergetycznych. Teleskopy neutrinowe, eksperymenty IceCube oraz km3net.
33	Obserwacje astronomiczne	Podstawy obserwacji: Astronomia jako nauka. Ruch obrotowy i obiegowy Ziemi. Podstawowe rodzaje obiektów na niebie. Wprowadzenie do obserwacji astrofizycznych: jasności gwiazdowe, układy współrzędnych, atlasy i gwiazdozbiory, czas w astronomii, równanie czasu, zmiernicy i świty, refrakcja atmosferyczna, warunki obserwacji, charakterystyka parametrów teleskopów, budowa teleskopów, wady optyczne, małe i duże teleskopy naziemne, teleskopy kosmiczne, fotometria, spektroskopia. Praktyka obserwacji: Zapoznanie się z miejscem obserwacji i instrumentami obserwacyjnymi. Budowa teleskopu znajdującego się w obserwatorium IA UW oraz teleskopów dydaktycznych: optyka, montaż, detektor CCD, koło filtrów, autoguider, sterowanie, obsługa kopuły obserwacyjnej. Ogólne omówienie elementów techniki i programu obserwacji stosowanych w obserwatorium astrofizycznym IA UW: fotometria wielobarwna, fotometria różnicowa, fotometryczne szeregi czasowe, fotometria wielobarwna gromad gwiazd (gromady otwarte i kuliste), wykresy barwa-jasność, zmienność fotometryczna gwiazd (gwiazdy pulsujące, zaćmieniowe, zmienne nieregularne). Omówienie typowego przebiegu obserwacji astrofizycznych: obrazy kalibracyjne (obrazy obiektów przed i po kalibracji), obserwacje wybranych obiektów, sposoby wykonania pomiarów fotometrycznych i krzywa blasku. Obserwacje i astrofotografia teleskopami dydaktycznymi IA UW.
34	Osiągnięcia fizyki współczesnej	Opracowanie, prezentacja i dyskusja wybranych zagadnień współczesnej fizyki, z naciskiem na najważniejsze osiągnięcia, przełomowe odkrycia i główne trendy prowadzonych aktualnie badań. Przegląd literatury i innych źródeł na wybrany temat, przygotowanie streszczenia, wygłoszenie referatu, dyskusja prezentowanej problematyki (prowadzenie i udział), opracowanie pisemne wybranego zagadnienia.
35	Pedagogiczne podstawy pracy nauczyciela	Rola początkującego nauczyciela w szkolnej rzeczywistości. Najczęstsze problemy początkujących nauczycieli. Uwarunkowania sukcesu w pracy nauczyciela. Plan pracy wychowawczo-profilaktycznej. Wspomaganie ucznia w projektowaniu ścieżki edukacyjno-zawodowej. Metody i techniki określania potencjału ucznia. Przygotowanie uczniów do uczenia się przez całe życie. Style kierowania klasą, ład i dyscyplina. Rozwijanie u dzieci, uczniów lub wychowanków kompetencji komunikacyjnych i umiejętności społecznych niezbędnych do nawiązywania poprawnych relacji. Współpraca rodziny i szkoły.
36	Pedagogika dla nauczycieli – konwersatorium	Profilaktyka zagrożeń rozwoju dzieci i młodzieży. Dzieci uzależnione, zaniedbane i pozbawione opieki. Agresja i przemoc (także cyberprzemoc) w szkole. Klasa szkolna jako środowisko społeczne i wychowawcze. Dialog w pracy nauczyciela - tworzenie klimatu wychowawczego w klasie i szkole. Funkcjonowanie klasy szkolnej jako grupy społecznej, procesy społeczne w klasie, rozwiązywanie

		konfliktów w klasie lub grupie wychowawczej, animowanie życia społeczno-kulturalnego klasy. Nauczyciel wychowawcą – planowanie i reżyserowanie pracy wychowawczej. Program pracy wychowawczej, style kierowania klasą, ład i dyscyplina. Różnicowanie, indywidualizacja i personalizacja pracy z uczniami. Znaczenie współpracy rodziny ucznia i szkoły oraz szkoły ze środowiskiem pozaszkolnym. Plan pracy wychowawczej szkoły. Metody i formy realizacji procesu wychowawczego. Alternatywne formy edukacji – założenia, koncepcje i możliwości wykorzystania w praktyce.
37	Pedagogika dla nauczycieli – wykład	Szkoła jako instytucja edukacyjna, funkcje i cele edukacji szkolnej. Modele współczesnej szkoły. Ukryty program szkoły. Zawód nauczyciela. Rola nauczyciela, koncepcje pracy nauczyciela. Etyka zawodowa nauczyciela. Poszanowanie godności dziecka/ucznia/wychowanka. Wychowanie a rozwój. Ontologiczne, aksjologiczne, antropologiczne podstawy wychowania. Istota i funkcje wychowania. Proces wychowania, jego struktura, właściwości, dynamika. Media i ich wpływ wychowawczy. Praca opiekuńczo-wychowawcza nauczyciela. Nauczyciel jako wychowawca klasy. Metodyka pracy wychowawczej. Program pracy wychowawczej.
38	Pedagogika – uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi	Pomoc psychologiczno-pedagogiczna w szkole – regulacje prawne, formy i zasady udzielania wsparcia. Specjalne potrzeby edukacyjne uczniów i ich uwarunkowania. Diagnoza funkcjonalna – cele, metody, etapy. Narzędzia stosowane w diagnozie nauczycielskiej. Uczeń z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Uczeń z zaburzeniami w komunikowaniu się. Uczeń z niepełnosprawnością intelektualną i ruchową. Uczeń z zaburzeniami wzroku i słuchu. Uczeń przewlekłe chory. Uczeń z trudnościami w uczeniu się. Uczeń z trudnościami adaptacyjnymi, związanymi z doświadczeniem migracyjnym. Dostosowanie procesu kształcenia do specjalnych potrzeb edukacyjnych uczniów. Różnicowanie, indywidualizacja i personalizacja pracy z uczniami. Projektowanie wsparcia, konstruowanie indywidualnych programów rozwoju uczniów. Ocena skuteczności wsparcia uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. Integracja i inkluzja. Edukacja włączająca – przykłady dobrych praktyk. Współpraca rodziny i szkoły w procesie wspierania rozwoju uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi.
39	Podstawy dydaktyki	Dydaktyka jako subdyscyplina pedagogiczna. Szkoła jako instytucja wspomagająca rozwój jednostki i społeczeństwa. Proces nauczania i uczenia się. System oświaty. Klasa szkolna jako środowisko edukacyjne. Projektowanie działań edukacyjnych w kontekście specjalnych potrzeb edukacyjnych oraz szczególnych uzdolnień uczniów. Diagnoza, kontrola i ocena wyników kształcenia. Język jako narzędzie pracy nauczyciela.
40	Podstawy przedsiębiorczości	Podstawy matematyki finansowej: wartość pieniądza w czasie, podstawowe funkcje finansowe (FV, PV, FVA, PVA), obliczanie rat kredytu (raty równe i równe raty kapitałowe), szacowanie opłacalności inwestycji (NPV, IRR, okres zwrotu nakładów inwestycyjnych). Inflacja i deflacja. Podstawowe instrumenty finansowe: bony skarbowe, obligacje, akcje – stopa zwrotu i ryzyko. Elementarne zasady budowy portfela inwestycyjnego. Fundusze powiernicze. Opodatkowanie przedsiębiorstw w Polsce – zarys problematyki. Pracownik i zleceniobiorca w firmie – rozliczanie wynagrodzeń. Podstawy rachunkowości finansowej: podstawowe pojęcia (m.in. przychód, koszt uzyskania przychodu, dochód, aktywa, pasywa), podstawowe dokumenty sprawozdawczości finansowej, rodzaje kosztów. Elementy analizy finansowej, rentowność, płynność, sprawność gospodarowania i odpowiednie wskaźniki. Próg rentowności firmy. Dźwignie: operacyjna, finansowa i całkowita. Pojęcie strategii, rola zarządzania strategicznego. Elementy analizy strategicznej: analiza SWOT/TOWS. Strategie w zarządzaniu finansami. Pojęcie kultury organizacyjnej, wpływ kultury organizacyjnej na zarządzanie strategiczne. Wprowadzenie do problematyki zarządzania

		zmianą, zachowania pracowników w sytuacji zmiany. Jakość w przedsiębiorstwie – wprowadzenie do statystycznej kontroli jakości. Podstawy planowania finansowego. Podstawowe zasady sporządzania biznesplanu.
41	Polish for Foreigners (A1 level) (Język polski dla cudzoziemców (poziom A1))	Vocabulary and grammar rules necessary to achieve fluency at level A1 of the Common European Framework of Reference for Languages. Topics related to everyday life. Zasób słownictwa oraz zasady gramatyczne konieczne do osiągnięcia biegłości na poziomie A1 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Tematyka związana z życiem codziennym.
42	Praca magisterska i egzamin magisterski	Opracowanie i złożenie pracy magisterskiej przygotowanej zgodnie z wymaganiami stawianymi na Wydziale Fizyki i Astronomii UWr pracom dyplomowym na poziomie studiów II stopnia. Po uzyskaniu pozytywnej oceny pracy dyplomowej – zdanie egzaminu magisterskiego na zasadach określonych w warunkach ukończenia studiów na kierunku Fizyka.
43	Pracownia dydaktyki fizyki 1	Podstawowe urządzenia i techniki w szkolnej pracowni fizycznej: tor powietrzny, źródła zasilania, metody projekcji, komputer jako przyrząd pomiarowy. Podstawa programowa – wymagania doświadczalne na III etapie edukacyjnym. Rola nauczyciela na III etapie edukacyjnym. Planowanie lekcji z wykorzystaniem doświadczeń. Prowadzenie zajęć laboratoryjnych. Wybór, projektowanie i wykonanie doświadczeń przewidzianych na III etapie edukacyjnym.
44	Pracownia dydaktyki fizyki 2	Podstawa programowa – wymagania doświadczalne na IV etapie edukacyjnym. Rola nauczyciela na IV etapie edukacyjnym. Planowanie lekcji z wykorzystaniem doświadczeń. Prowadzenie zajęć laboratoryjnych. Wybór, projektowanie i wykonanie doświadczeń przewidzianych na IV etapie edukacyjnym.
45	II pracownia fizyczna	Ćwiczenia eksperymentalne na poziomie zaawansowanym, w tym doświadczenia będące powtórzeniem historycznych eksperymentów o przełomowym znaczeniu dla rozwoju fizyki (np. doświadczenie Francka–Hertza, doświadczenie Millikana) oraz doświadczenia polegające na wyznaczaniu wartości stałych uniwersalnych (stała Plancka, ładunek właściwy elektronu) lub stałych materiałowych (współczynnik przewodnictwa cieplnego metali, stała Halla półprzewodników, temperatura i stała Curie ferroelektryka). W zakres wykonywanego samodzielnie przez studenta ćwiczenia wchodzi opracowanie teoretyczne jego problematyki, zestawienie układu pomiarowego, wykonanie pomiarów, opracowanie i analiza danych pomiarowych, dyskusja i interpretacja wyników, wyciągnięcie wniosków oraz sporządzenie pisemnego sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.
46	Pracownia LabVIEW dla zaawansowanych	Zaawansowane programowanie w graficznym środowisku programistycznym obejmujące samodzielne tworzenie systemów do rejestracji i analizy sygnałów pomiarowych. Zaawansowane techniki tworzenia aplikacji. Wykorzystanie struktury obsługi zdarzeń oraz programowe sterowanie elementami interfejsu użytkownika. Sposoby optymalnego doboru interfejsów pomiarowych. Optymalizacja kodów. Techniki obsługi błędów. Metody efektywnego tworzenia dokumentacji. Metody testowania aplikacji. Korzystanie z LabVIEW Application Builder i tworzenie plików wykonywalnych oraz instalacyjnych. Dystrybucja aplikacji.
47	Pracownia jądrowa	Ćwiczenia eksperymentalne na poziomie zaawansowanym z zakresu fizyki jądrowej zapoznają z metodami detekcji wszystkich rodzajów promieniowania jonizującego, jak również z budową i zasadami działania aparatury pomiarowej oraz przyrządami służącymi do pomiarów promieniowania jonizującego. Realizowane eksperymenty na pracowni jądrowej: charakterystyka licznika Geigera-Müllera; prawa

		statystyczne i niepewności pomiarowe; pomiar energii promieniowania gamma metodą absorpcji; wyznaczanie czasu martwego licznika Geigera-Müllera metodą dwóch źródeł; wyznaczanie energii cząstek alfa metodą emulsji jądrowych; pomiar górnej granicy widma energetycznego promieniowania beta metodą absorpcji; pomiar energii promieniowania gamma metodą absorpcji elektronów komptonowskich; określenie średniego czasu życia mionu; sztuczna promieniotwórczość; bezwzględny pomiar aktywności źródeł promieniotwórczych beta; bezwzględny pomiar aktywności źródeł promieniotwórczych gamma; wyznaczanie współczynnika rozpraszania zwrotnego promieniowania beta; spektrometr beta; pomiar widma mössbauerowskiego za pomocą spektrometru ze stałym przyspieszeniem; spektrometr gamma; porównanie doświadczalnego rozkładu liczby zliczeń w zadanym przedziale czasu z rozkładem Poissona. W zakres wykonywanego samodzielnie przez studenta ćwiczenia wchodzi opracowanie teoretyczne jego problematyki, zestawienie układu pomiarowego i wykonanie pomiarów, opracowanie i analiza danych pomiarowych, dyskusja i interpretacja wyników, wyciągnięcie wniosków oraz sporządzenie pisemnego sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.
48	Pracownia pomiarów i sterowania	Zasady działania podstawowych czujników i przetworników wielkości elektrycznych oraz nieelektrycznych. Zasady działania podstawowych układów wykonawczych. Techniki pomiarowe. Wykorzystanie mikrokontrolera w systemach pomiarowych (peryferia, komunikacja z urządzeniami zewnętrznymi). Metody regulacji i sterowania. Budowa układów regulacji z wykorzystaniem czujników pomiarowych w oparciu o platformy ewaluacyjne.
49	Pracownia specjalistyczna	Zapoznanie ze specjalistycznymi technikami i zaawansowanymi metodami badawczymi stosowanymi w laboratoriach fizycznych Wydziału Fizyki i Astronomii UW. Przygotowanie warsztatowe do prowadzenia badań naukowych związanych z realizacją pracy magisterskiej.
50	Praktyczna mechanika kwantowa	Założenia mechaniki kwantowej. Cząstka w studni potencjału (prostokątnej, trójkątnej, parabolicznej). Bariery potencjału. Paczka falowa. Kwantowy oscylator harmoniczny. Kwantowanie wymiarowe: 2D gaz elektronowy, druty kwantowe i kropki kwantowe (prostokątna i sferyczna). Heterostruktury i supersieci. Zastosowanie metody macierzy przejścia do opisu układów periodycznych. Atom wodoru (generowanie orbitali, poziomy energetyczne). Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Kwantowe komputery. Elektromagnetyzm w mechanice kwantowej. Kwantowy efekt Halla, kwantowanie Landau'a. Rachunek zaburzeń. Grafen i nanorurki węglowe (podstawowa wiedza dotycząca sieci krystalicznych, komórka Wignera-Seitz, strefa Brillouina, punkty Diraca, pasmo energetyczne dla grafenu).
51	Praktyka dydaktyczna w LO – ciągła	Zapoznanie się ze specyfiką LO w którym odbywa się praktyka. Obserwowanie: opiekuna praktyk podczas prowadzonych przez niego lekcji; aktywności uczniów; toku metodycznego lekcji, stosowanych metod i form pracy, wykorzystywanych pomocy dydaktycznych; wykonywanych przez nauczyciela czynności w toku lekcji i poza nią; interakcji nauczyciel-uczeń oraz interakcji między uczniami w toku lekcji; procesów komunikowania w klasie, sposobów aktywizowania i dyscyplinowania uczniów; sposobu oceniania uczniów, zadawania i kontrolowania pracy domowej; dynamiki i klimatu społecznego klasy, ról pełnionych przez uczniów, zachowania i postaw uczniów; funkcjonowania i aktywności w czasie lekcji uczniów; działań podejmowanych w celu bezpieczeństwa i zachowania dyscypliny; organizacji przestrzeni i sposobu zagospodarowania klasy. Praktyczne ćwiczenie kompetencji związanych z pełnieniem roli nauczyciela w LO: planowanie lekcji, formułowanie celów, dobór metod i form pracy oraz środków dydaktycznych; dostosowywanie metod i form pracy do realizowanych treści, etapu edukacyjnego oraz dynamiki grupy uczniowskiej; organizację i prowadzenie lekcji w oparciu o samodzielnie opracowywane

		scenariusze, wykorzystywanie w toku lekcji środków multimedialnych i technologii informacyjnej, dostosowywanie sposobu komunikacji w toku lekcji do poziomu rozwoju uczniów; animowanie aktywności i współdziałania uczniów. Analiza i interpretacja zaobserwowanych sytuacji i zdarzeń pedagogicznych w LO: prowadzenie dokumentacji praktyki; konfrontowanie wiedzy teoretycznej z praktyką; ocena własnego funkcjonowania w roli nauczyciela, ocenę przebiegu prowadzonych lekcji oraz realizacji zamierzonych celów.
52	Praktyka dydaktyczna w szkole podstawowej – ciągła	Zapoznanie się ze specyfiką szkoły podstawowej w której odbywa się praktyka. Obserwowanie: opiekuna praktyk podczas prowadzonych przez niego lekcji; aktywności uczniów; toku metodycznego lekcji, stosowanych metod i form pracy, wykorzystywanych pomocy dydaktycznych; wykonywanych przez nauczyciela czynności w toku lekcji i poza nią; interakcji nauczyciel–uczeń oraz interakcji między uczniami w toku lekcji; procesów komunikowania w klasie, sposobów aktywizowania i dyscyplinowania uczniów; sposobu oceniania uczniów, zadawania i kontrolowania pracy domowej; dynamiki i klimatu społecznego klasy, ról pełnionych przez uczniów, zachowania i postaw uczniów; funkcjonowania i aktywności w czasie lekcji uczniów; działań podejmowanych w celu bezpieczeństwa i zachowania dyscypliny; organizacji przestrzeni i sposobu zagospodarowania klasy. Praktyczne ćwiczenie kompetencji związanych z pełnieniem roli nauczyciela w szkole podstawowej: planowanie lekcji, formułowanie celów, dobór metod i form pracy oraz środków dydaktycznych; dostosowywanie metod i form pracy do realizowanych treści, etapu edukacyjnego oraz dynamiki grupy uczniowskiej; organizację i prowadzenie lekcji w oparciu o samodzielnie opracowywane scenariusze, wykorzystywanie w toku lekcji środków multimedialnych i technologii informacyjnej, dostosowywanie sposobu komunikacji w toku lekcji do poziomu rozwoju uczniów; animowanie aktywności i współdziałania uczniów. Analiza i interpretacja zaobserwowanych sytuacji i zdarzeń pedagogicznych w szkole podstawowej: prowadzenie dokumentacji praktyki; konfrontowanie wiedzy teoretycznej z praktyką; ocena własnego funkcjonowania w roli nauczyciela, ocenę przebiegu prowadzonych lekcji oraz realizacji zamierzonych celów.
53	Praktyka psychologiczno-pedagogiczna w szkole	Kształtowanie kompetencji psychologiczno-pedagogicznych poprzez: zapoznanie się ze specyfiką szkoły, poznanie sposobu funkcjonowania, organizacji pracy, pracowników, uczestników procesów pedagogicznych i prowadzonej dokumentacji. Obserwowanie: pracy wychowawcy klasy, jego interakcji z uczniami klasy oraz sposobu, w jaki planuje i realizuje zajęcia wychowawcze, integrowania działań opiekuńczo-wychowawczych i dydaktycznych przez nauczycieli przedmiotowych, objawów fizjologicznych, poznawczych i behawioralnych stresu u ucznia i u siebie, dyżurów podczas przerw; działania praktyczne: zaplanowanie i przeprowadzenie pod nadzorem opiekuna zajęć wychowawczych, przeprowadzenie rozmowy z uczniem na temat jego uzdolnień i zainteresowań; opis i analizę zaobserwowanych lub doświadczonych w czasie praktyki zdarzeń pedagogicznych; prowadzenie dokumentacji praktyki psychologiczno-pedagogicznej, w tym protokołów obserwacji zachowań ucznia i arkusza analizy pracy wychowawczej nauczyciela.
54	Praktyka śródroczna w LO	Zapoznanie się ze specyfiką liceum ogólnokształcącego w którym odbywa się praktyka. Obserwowanie: opiekuna praktyk podczas prowadzonych przez niego lekcji; aktywności uczniów; toku metodycznego lekcji, stosowanych metod i form pracy, wykorzystywanych pomocy dydaktycznych; wykonywanych przez nauczyciela czynności w toku lekcji i poza nią; interakcji nauczyciel–uczeń oraz interakcji między uczniami w toku lekcji; procesów komunikowania w klasie, sposobów aktywizowania i dyscyplinowania uczniów; sposobu oceniania uczniów, zadawania i kontrolowania pracy domowej; dynamiki i klimatu społecznego

		klasy, ról pełnionych przez uczniów, zachowania i postaw uczniów; funkcjonowania i aktywności w czasie lekcji uczniów; działań podejmowanych w celu bezpieczeństwa i zachowania dyscypliny; organizacji przestrzeni i sposobu zagospodarowania klasy. Praktyczne ćwiczenie kompetencji związanych z pełnieniem roli nauczyciela w LO: planowanie lekcji, formułowanie celów, dobór metod i form pracy oraz środków dydaktycznych; dostosowywanie metod i form pracy do realizowanych treści, etapu edukacyjnego oraz dynamiki grupy uczniowskiej; dostosowywanie sposobu komunikacji w toku lekcji do poziomu rozwoju uczniów; animowanie aktywności i współdziałania uczniów. Analiza i interpretacja zaobserwowanych sytuacji i zdarzeń pedagogicznych LO: prowadzenie dokumentacji praktyki; konfrontowanie wiedzy teoretycznej z praktyką; ocena własnego funkcjonowania w roli nauczyciela.
55	Praktyka śródroczna w szkole podstawowej	Zapoznanie się ze specyfiką szkoły podstawowej w której odbywa się praktyka. Obserwowanie: opiekuna praktyk podczas prowadzonych przez niego lekcji; aktywności uczniów; toku metodycznego lekcji, stosowanych metod i form pracy, wykorzystywanych pomocy dydaktycznych; wykonywanych przez nauczyciela czynności w toku lekcji i poza nią; interakcji nauczyciel–uczeń oraz interakcji między uczniami w toku lekcji; procesów komunikowania w klasie, sposobów aktywizowania i dyscyplinowania uczniów; sposobu oceniania uczniów, zadawania i kontrolowania pracy domowej; dynamiki i klimatu społecznego klasy, ról pełnionych przez uczniów, zachowania i postaw uczniów; funkcjonowania i aktywności w czasie lekcji uczniów; działań podejmowanych w celu bezpieczeństwa i zachowania dyscypliny; organizacji przestrzeni i sposobu zagospodarowania klasy. Praktyczne ćwiczenie kompetencji związanych z pełnieniem roli nauczyciela w szkole podstawowej: planowanie lekcji, formułowanie celów, dobór metod i form pracy oraz środków dydaktycznych; dostosowywanie metod i form pracy do realizowanych treści, etapu edukacyjnego oraz dynamiki grupy uczniowskiej; dostosowywanie sposobu komunikacji w toku lekcji do poziomu rozwoju uczniów; animowanie aktywności i współdziałania uczniów. Analiza i interpretacja zaobserwowanych sytuacji i zdarzeń pedagogicznych w szkole podstawowej: prowadzenie dokumentacji praktyki; konfrontowanie wiedzy teoretycznej z praktyką; ocena własnego funkcjonowania w roli nauczyciela.
56	Projekt magisterski I/II	Student realizuje projekt magisterski I/II pod opieką promotora w jednej z grup badawczych Wydziału Fizyki i Astronomii, zgodnie z wybranym tematem pracy magisterskiej. Obejmuje to przegląd literatury z zakresu zagadnień poruszanych w pracy magisterskiej, opanowanie i doskonalenie niezbędnych technik i narzędzi badawczych, przeprowadzenie badań naukowych stanowiących podstawę przygotowywanej pracy magisterskiej oraz analizę, opracowanie, ocenę i interpretację uzyskanych wyników.
57	Projekt programistyczny	Modele cyklu życia projektu programistycznego. Wybór i wdrożenie systemu kontroli wersji w projekcie. Programowanie interfejsu graficznego użytkownika. Wybrane technologie potrzebne do wykonania projektu, w tym grafika komputerowa i wizualizacja danych, modelowanie numeryczne i symulacje komputerowe w fizyce, programowanie w technologiach sieciowych, programowanie urządzeń mobilnych, programowanie równoległe, programowanie gier komputerowych. Testowanie oprogramowania. Prezentacja, dystrybucja i promocja zakończonego projektu.
58	Przedmiot humanistyczny/społeczny	Treści humanistyczno-społeczne uzależnione od wyboru konkretnego przedmiotu z dziedziny nauk humanistycznych lub dziedziny nauk społecznych spośród aktualnej oferty takich przedmiotów na Wydziale Fizyki i Astronomii, ujętych w puli przedmiotów uzupełniających do wyboru, lub na innych wydziałach UWr.

59	Przedmiot z zakresu przedsiębiorczości	Treści z zakresu przedsiębiorczości, obejmujące podstawowe zasady funkcjonowania firm i prowadzenia biznesu, uzależnione od wyboru konkretnego przedmiotu spośród aktualnej oferty takich przedmiotów na Wydziale Fizyki i Astronomii, ujętych w puli przedmiotów uzupełniających do wyboru, lub na innych wydziałach UWr.
60	Psychologia dla nauczycieli	Procesy poznawcze. Spostrzeganie, odbiór i przetwarzanie informacji. Myślenie i rozumowanie. Mowa. Pamięć i uwaga. Modele uczenia się – koncepcje klasyczne, współczesne ujęcia w oparciu o wyniki badań neuropsychologicznych. Emocje i motywacja w procesach regulacji zachowania. Zdolności i uzdolnienia. Inteligencja i style poznawcze. Temperament i osobowość.
61	Psychologia rozwoju człowieka	Sylwetka rozwojowa ucznia w okresie dzieciństwa, adolescencji i wczesnej dorosłości. Rozwój fizyczny, motoryczny, psychoseksualny. Rozwój procesów poznawczych (myślenie, mowa, spostrzeganie, uwaga, pamięć). Rozwój społeczno-emocjonalny i moralny. Zmiany fizyczne i psychiczne w okresie dojrzewania. Rozwój wybranych funkcji psychicznych. Rozwój osobowości. Kształtowanie się indywidualnej tożsamości. Rozwój a wychowanie. Dorosłość. Identyfikacja z nowymi rolami społecznymi. Kształtowanie się stylu życia.
62	Psychologiczne podstawy pracy nauczyciela	Poznanie i spostrzeganie społeczne. Postawy, stereotypy, uprzedzenia. Zachowania społeczne i ich uwarunkowania. Sytuacja interpersonalna. Porozumiewanie się w sytuacjach konfliktowych. Empatia i inteligencja emocjonalna. Zachowania asertywne, agresywne, uległe. Reguły współdziałania. Nauczyciel w procesie komunikacji – autoprezentacja. Procesy komunikowania się. Komunikacja niewerbalna. Aktywne słuchanie, efektywne nadawanie. Porozumiewanie się emocjonalne w klasie. Style komunikowania się uczniów i nauczyciela. Bariery i trudności w procesie komunikowania się, techniki i metody usprawniania komunikacji z uczniem. Metody i techniki uczenia się z uwzględnieniem rozwijania metapoznania. Stres i radzenie sobie z nim. Indywidualne strategie radzenia sobie z trudnościami.
63	Quantum Electrodynamics (Elektrodynamika kwantowa)	Lagrangian formalism, the Noether's theorem. Quantization of scalar fields, the Dirac field and the electromagnetic field. The Klein-Gordon equation, the Dirac equation. The Feynman rules. The S-matrix and cross-sections. The Ward-Takahashi identities, the LSZ reduction formula, the optical theorem. Formalizm lagranżowski, twierdzenie Noether. Kwantowanie pól skalarnych, Diraca i elektromagnetycznego. Równanie Kleina-Gordona, równania Diraca. Reguły Feynmana. Macierz S i przekroje czynne. Tożsamości Warda-Takahashiego, wzory redukcyjne LSZ, twierdzenie optyczne.
64	Quantum Field Theory (Kwantowa teoria pola)	Quantization of scalar fields, the Dirac field and the electromagnetic field. The loop expansion and renormalization. Path integrals. The non-Abelian theory. Kwantowanie pól skalarnych, Diraca i elektromagnetycznego. Rozwinięcie pętlowe i renormalizacja. Całki po trajektoriach. Teoria nieabelowa.
65	Selected Tools of Modern Theoretical Physics 1A (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1A)	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics: Python as a scientist's tool. Introduction to programming in Python. Solving the linear and non-linear algebraic equations. Singular value decomposition. Random numbers: standard deviation, gamma deviation, Poisson deviation, binomial deviation. Quasi-random sequences. Monte Carlo simulations and their applications in statistical physics. Simulations of density matrix renormalisation group and applications in solid state physics.

		Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej: Python narzędziem naukowca. Wstęp do programowania w języku Python. Rozwiązywanie algebraicznych równań liniowych i nieliniowych. Rozkłady wartości osobliwych. Liczby losowe: odchylenie standardowe, odchylenie gamma, odchylenie Poissona, odchylenie binominalne. Ciągi kwazi-losowe. Symulacje Monte Carlo i ich zastosowanie w fizyce statystycznej. Symulacje grupy renormalizacyjnej macierzy gęstości i ich zastosowanie w fizyce ciała stałego.
66	Selected Tools of Modern Theoretical Physics 1B (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1B)	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. The basis of Hilbert space theory: geometry, tensor products, simple sum of Hilbert spaces. Basic theory of linear operators in Hilbert spaces. Bounded and unbounded operators, adjoint and self-adjoint operators. Introduction to the theory of group representations. Regular, unitary and irreducible representations. The Schur's lemma. Theory of representation decomposition. Group representations and the theory of special functions (Legendre). Unitary representations of group $SU(2)$. Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej. Podstawy teorii przestrzeni Hilberta: geometria, iloczyny tensorowe, suma prosta przestrzeni Hilberta. Podstawy teorii operatorów liniowych w przestrzeniach Hilberta. Operatory ograniczone i nieograniczone, sprzężenie operatora, operatory samosprężone. Wstęp do teorii reprezentacji grup. Reprezentacje regularne, reprezentacje unitarne, reprezentacje nieredukowalne. Lemat Schura. Teoria rozkładu reprezentacji. Reprezentacje grup i teoria funkcji specjalnych (Legendre'a). Reprezentacje unitarne grupy $SU(2)$.
67	Selected Tools of Modern Theoretical Physics 2A (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 2A)	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. The basis of topology. Diffeomorphisms, charts and atlases. The notion of manifold. Tangent vectors as velocities and as derivations. Vector fields and flows. Tensor fields. Metric tensor. Pull-back and push-forward. Lie derivative. Differential calculus of forms, exterior derivative. Covariant derivatives. Elements of Riemannian geometry. Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej. Podstawy topologii. Dyfeomorfizmy, mapy i atlasy. Pojęcie rozmaitości. Wektory styczne jako prędkości oraz jako derywacje. Pola wektorowe i potoki. Pola tensorowe. Tensor metryczny. Cofnięcie ("pull-back") i popchnięcie ("push-forward"). Pochodna Liego. Rachunek różniczkowy form, pochodna zewnętrzna. Pochodna kowariantna. Elementy geometrii Riemanna.
68	Selected Tools of Modern Theoretical Physics 2B (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 2B)	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. Algebraic structures of groups, automorphisms of linear spaces. Lie groups. Left-invariant tensor fields. Lie algebras, structure constants. Matrix Lie groups. Canonical 1-form, Maurer-Cartan formula. One-parameter subgroups, exponential map. Homomorphisms of Lie algebras. Representations of Lie groups. Adjoint representation and Killing-Cartan metric. Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej. Algebraiczna struktura grup, automorfizmy przestrzeni liniowych. Grupy Liego. Lewo-niezmiennicze pola wektorowe. Algebry Liego, stałe struktury. Macierzowe grupy Liego. Jedno-parametrowe podgrupy, odwzorowanie wykładnicze. Homomorfizmy algebr Liego. Reprezentacje grup Liego. Reprezentacja dołączona i metryka Killinga-Cartana.

69	Selected Topics in Condensed Matter Physics (Wybrane zagadnienia fizyki fazy skondensowanej)	Specific advanced issues of condensed matter physics, including in-depth knowledge and skills in selected experimental, theoretical and computational methods. Course takes the form adequate to the course topic. Zaawansowane zagadnienia z zakresu fizyki fazy skondensowanej, obejmujące pogłębioną wiedzę i umiejętności z wybranych metod doświadczalnych, teoretycznych i obliczeniowych. Forma zajęć w ramach przedmiotu dostosowana do jego specyfiki.
70	Seminarium magisterskie I/II	Prezentacja i dyskusja zagadnień z zakresu najnowszych odkryć, najważniejszych problemów i głównych kierunków badań w różnych obszarach współczesnej fizyki, problematyki badań naukowych z zakresu fizyki prowadzonych na Wydziale Fizyki i Astronomii UWr oraz tematyki prac magisterskich realizowanych przez uczestników seminarium. Prezentacja i omówienie wstępnych lub oczekiwanych wyników pracy naukowej magistrantów. Problematyka właściwego korzystania ze źródeł, krytycznej analizy pozyskiwanych lub przekazywanych treści, sposobów i technik prezentacji zagadnień, przekazu ze zrozumieniem, rzeczowej argumentacji, poprawności wnioskowania oraz prowadzenia dyskusji naukowej.
71	Specialized Lecture (Wykład specjalistyczny)	Specific advanced issues related to the field of study, taking into account the proposed topics of master theses. Their original and regularly updated content closely reflects the current research areas at the Faculty of Physics and Astronomy, being also adjusted to the particular fields of scientific interest of the students. Lectures are accompanied by classes of a form adequate to the course topic. Zaawansowane treści specjalistyczne z zakresu szczegółowych zagadnień związanych z kierunkiem studiów, z uwzględnieniem proponowanych tematów prac magisterskich. Wykłady mają charakter autorski, a ich tematyka ściśle wiąże się z aktualną problematyką badań naukowych prowadzonych na Wydziale Fizyki i Astronomii UWr i bierze pod uwagę specyficzne zainteresowania naukowe studentów w danym cyklu kształcenia. Wykładowi towarzyszą zajęcia praktyczne w formule dostosowanej do jego specyfiki.
72	Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	Podstawowe pojęcia dotyczące bhp. Czynniki szkodliwe dla zdrowia lub uciążliwe występujące podczas zajęć studenckich. Akty prawne dotyczące bhp w szkołach wyższych. Postępowanie w razie zaistnienia wypadku. Podstawowe zasady udzielania pierwszej pomocy. Zagrożenia bhp i p-poż. występujące w miejscu nauki. Organizacja ochrony przeciwpożarowej. Przyczyny powstawania i rozprzestrzeniania się pożarów. Podstawowe obowiązki i zadania wynikające z przepisów w zakresie zapobiegania pożarom i na wypadek powstania pożaru. Zasady stosowania i umiejętności posługiwania się sprzętem i urządzeniami pożarniczymi.
73	Theoretical and Observational Cosmology (Kosmologia teoretyczna i obserwacyjna)	History of cosmology. Newtonian cosmology, Friedmann equations and matter dominated universe. Relativistic generalization of Friedmann equations: radiation dominated universe, cosmological constant, general equations of state. Light propagation in expanding universe: red shift and angular distance. De Sitter universe and cosmological inflation. Inhomogeneous universe, evolution of instabilities in Newtonian theory (quantitative). Relativistic theory of gravitational instabilities. Fluctuations in inflationary scenario and primordial fluctuations. Cosmic Microwave Background and cosmological parameters. Dark matter and structure formation.

		Historia kosmologii. Kosmologia newtonowska, równania Friedmanna i wszechświat zdominowany przez materię. Relatywistyczne uogólnienie równań Friedmanna: wszechświat zdominowany przez promieniowanie, stała kosmologiczna, ogólne równania stanu. Propagacja światła w rozszerzającym się wszechświecie: przesunięcie ku czerwieni i odległość kątowna. Wszechświat De Sittera i inflacja kosmologiczna. Niejednorodny wszechświat, ewolucja niestabilności w teorii Newtona (ilościowo). Relatywistyczna teoria niestabilności grawitacyjnych. Fluktuacje w scenariuszu inflacyjnym i fluktuacje pierwotne. Kosmiczne tło mikrofalowe i parametry kosmologiczne. Ciemna materia i tworzenie się struktur.
74	Theory of Elementary Particles (Teoria cząstek elementarnych)	Conservation laws in scattering and decay processes (charge, baryon number, lepton number, energy-momentum). Differential cross-section formula: derivation and interpretation. Discrete symmetries: C, P, T. Classification of the fundamental and composite particles: quarks and leptons, hadrons, baryons, mesons. Elements of the representation theory of Lie groups. Classification of the fundamental interactions. SU(2) and SU(3) symmetry, the quark model. Gauge symmetries: abelian and non-abelian. Quantum chromodynamics. Goldstone theorem. The Higgs mechanism. The Fermi model of electroweak interactions. The Standard Model. Neutrino oscillations. Prawa zachowania w procesach rozpraszania i rozpadu cząstek elementarnych (ładunek elektryczny, liczba barionowa, liczba leptonowa, energia i pęd). Pojęcie przekroju czynnego. Symetrie dyskretne C, P, T. Klasyfikacja cząstek elementarnych: kwarki, leptyony, hadrony, bariony, mezony. Elementy teorii reprezentacji grup ciągłych. Klasyfikacja oddziaływań fundamentalnych. Symetrie SU(2) i SU(3), model kwarkowy. Symetria cechowania. Twierdzenie Goldstona. Mechanizm Higgsa. Model Fermiego. Model Standardowy oddziaływań elektroslabych. Oddziaływania silne, elementy QCD. Oscylacje neutrin.
75	Trends in Modern Theoretical Physics A/B/C (Trendy we współczesnej fizyce teoretycznej A/B/C)	Introduction into selected areas of modern theoretical physics. Making students familiar with the research currently going on at the Institute of Theoretical Physics of the University of Wrocław, in order to help them choose the subject of their M.Sc. thesis. Exemplary topics: introduction to Feynman path integrals in non-relativistic physics: Schroedinger's equation, propagator, partition function, perturbation theory in path integral formulation; symmetries and supersymmetries in contemporary physical theories; superconductivity, Ginzburg-Landau theory, Gross-Pitaevskii theory. Wprowadzenie w wybrane obszary badawcze współczesnej fizyki teoretycznej i zapoznanie z kierunkami badań prowadzonych aktualnie w Instytucie Fizyki Teoretycznej UW, ułatwiające studentom wybór problematyki pracy magisterskiej i dostosowanie do tego ścieżki kształcenia. Przykładowe treści merytoryczne: wstęp do całki Feynmana w fizyce nierelatywistycznej: równanie Schroedingera, propagator, suma statystyczna, rachunek zaburzeń w sformułowaniu całki po trajektoriach; symetrie i supersymetrie we współczesnych teoriach fizycznych; nadprzewodnictwo, teoria Ginzburga-Landaua, teoria Grossa-Pitaiewskiego.
76	Warsztat pracy nauczyciela	Podstawowe pojęcia związane z ocenianiem szkolnym: cele, funkcje, modele i techniki oceniania. Trafność i rzetelność oceniania. Program a ocenianie. Typy zadań i problemów fizycznych i ich własności dydaktyczne. Zadania sprawdzające wiedzę i zadania sprawdzające umiejętności poznawcze. Sposoby oceniania umiejętności doświadczalnych. Konstruowanie schematów oceniania i ich rola dydaktyczna. Wymagania maturalne. Struktura arkuszy egzaminacyjnych z fizyki i astronomii. Wpływ egzaminów

		zewnątrznych na nauczanie fizyki. Wady i zalety formy testowej. Wskaźniki łatwości i mocy różnicującej zadań. Modelowanie numeryczne jako opis problemów fizycznych. Numeryczne rozwiązywanie równań ruchu. Stabilność metod numerycznych. Przykłady animacji. Zastosowanie arkusza kalkulacyjnego oraz środowisk edukacyjnych do tworzenia animacji oraz opracowania wyników sprawdzianów i egzaminów. Internet w nauczaniu fizyki w szkole.
77	Wspomaganie rozwoju dziecka i dysharmonie rozwojowe	Teorie integralnego rozwoju ucznia. Norma rozwojowa. Dysharmonie i zaburzenia rozwojowe u uczniów a ich funkcjonowanie w grupie rówieśniczej. Zaburzenia funkcjonowania w okresie dorastania. Wspomaganie rozwoju uzdolnień i zainteresowań. Uczeń zdolny. Uczeń nadpobudliwy. Zaburzenia zachowania. Uczeń nieśmiały. Obniżenie nastroju, depresja. Dziecko w sytuacji kryzysowej i traumatycznej. Zachowania autodestruktywne, próby samobójcze.
78	Wstęp do nanofizyki i nanotechnologii	Dziedzina zainteresowań nanonauki, nanotechnologii i nanofizyki: podstawowe pojęcia; związek między mikro- i nanotechnologią; kwantowe efekty wymiarowe. Interdyscyplinarny opis zjawisk fizycznych decydujących o właściwościach nanomateriałów; fizyczne podstawy wybranych metod nanotechnologii; właściwości fizyczne wybranych nanomateriałów i nanoobjektów; konsekwencje skalowania w nanotechnologii i nauce o materiałach; wybrane procedury przygotowania i metod charakteryzacji nanomateriałów; relacja nanonauki do aktualnych i przyszłych potrzeb nanotechnologii; zapoznanie z nową terminologią. Podstawowe narzędzia i metody stosowane w nanonauce: litografia – procesy trawienia; wytwarzanie cienkich warstw – procesy wzrostu; zjawisko samoskładania – zastosowanie do wytwarzania nanomateriałów i nanoobjektów; skaningowa mikroskopia tunelowa; mikroskopia sił atomowych. Wytwarzanie, właściwości fizyczne i zastosowania wybranych nanomateriałów. Znaczenie powierzchni i granic faz w nanofizyce. Właściwości fizyczne struktur niskowymiarowych.
79	Wybrane metody diagnostyki powierzchni fazy skondensowanej	Spektroskopia elektronów Augera (AES), dyfrakcja niskoenergetycznych elektronów (LEED), dyfrakcja wysokoenergetycznych elektronów (RHEED), spektroskopia fotoelektronowa (XPS, UPS, ARPES, XPD), spektroskopia strat energii elektronów (EELS), spektrometria mas (MS), kierunkowa spektroskopia augerowska (DAES), kierunkowa spektroskopia pików elastycznego (DEPES), skaningowa mikroskopia próbnikowa (STM, AFM, STS, IETS). Analizatory energii cząstek naładowanych: RFA, CMA, CSA, HA. Formalizm teoretyczny stosowany do opisu zjawisk towarzyszących poszczególnym metodom badawczym. Analiza jakościowa i ilościowa wyników doświadczalnych.
80	Wykład monograficzny	Zaawansowane treści specjalistyczne z zakresu szczegółowych zagadnień związanych z kierunkiem studiów, z uwzględnieniem proponowanych tematów prac magisterskich. Wykłady mają charakter autorski, a ich tematyka ściśle wiąże się z aktualną problematyką badań naukowych prowadzonych na Wydziale Fizyki i Astronomii UWr i bierze pod uwagę specyficzne zainteresowania naukowe studentów w danym cyklu kształcenia.
81	Wykład specjalistyczny	Zaawansowane treści specjalistyczne z zakresu szczegółowych zagadnień związanych z kierunkiem studiów, z uwzględnieniem proponowanych tematów prac magisterskich. Wykłady mają charakter autorski, a ich tematyka ściśle wiąże się z aktualną problematyką badań naukowych prowadzonych na Wydziale Fizyki i Astronomii UWr i bierze pod uwagę specyficzne zainteresowania naukowe studentów w danym cyklu kształcenia. Wykładowi towarzyszą zajęcia praktyczne w formule dostosowanej do jego specyfiki.
82	Zaawansowane metody analizy danych	Badanie statystyczne, rodzaje danych statystycznych. Wprowadzenie do problematyki planowania doświadczeń. Wybrane rozkłady zmiennej losowej przydatne do praktycznych zastosowań. Metody prezen-

		tacji danych statystycznych. Podstawowe metody identyfikacji i klasyfikacji obserwacji nietypowych. Metody doboru próby statystycznej. Regresja liniowa prosta i wieloraka. Jedno- i dwuczynnikowa analiza wariancji (ANOVA). Wybrane testy <i>post hoc</i> i ich właściwości. Jednoczynnikowa analiza kowariancji (ANCOVA). Ogólny model liniowy. Wprowadzenie do analizy kontrastów. Analiza wariancji z powtarzanymi pomiarami. Jednoczynnikowa MANOVA. Regresja nieliniowa. Regresja logistyczna. Wprowadzenie do liniowej analizy dyskryminacyjnej, analizy skupień i drzew klasyfikacyjnych.
83	Zaawansowane metody numeryczne	Zaawansowane algorytmy numeryczne oraz ich implementacja do rozwiązywania wybranych problemów z fizyki. Równania różniczkowe cząstkowe; równania całkowe; maksima i minima funkcji; analiza danych.

PROGRAM STUDIÓW

FIZYKA II STOPNIA – SPECJALNOŚĆ FIZYKA DOŚWIADCZALNA

NAZWA PRZEDMIOTU	sposób weryfikacji (semestr)	łączny wymiar godzinowy	forma realizacji zajęć				ECTS	ROZKŁAD OBCIĄŻEŃ (GODZINY/ECTS) W KOLEJNYCH SEMESTRACH							
								I ROK				II ROK			
								SEMESTR I		SEMESTR II		SEMESTR III		SEMESTR IV	
			WYK	K/ĆW	LAB	SEM		godziny	ECTS	godziny	ECTS	godziny	ECTS	godziny	ECTS
PRZEDMIOTY OBOWIĄZKOWE															
Wstęp do nanofizyki i nanotechnologii	E/Z (I)	60	30	30			6	60	6						
Zaawansowane metody analizy danych	Z (I)	60	15		45		4	60	4						
II pracownia fizyczna	Z (I)	120			120		8	120	8						
Osiągnięcia fizyki współczesnej	Z (I)	30				30	3	30	3						
Wykład specjalistyczny I ¹	E/Z (I)	60	30	30			6	60	6						
Wybrane metody diagnostyki powierzchni fazy skondensowanej	E (II)	30	30				3			30	3				
Pracownia specjalistyczna	Z (II)	90			90		5			90	5				
Pracownia jądrowa	Z (II)	60			60		6			60	6				
Pracownia pomiarów i sterowania	Z (II)	45			45		4			45	4				
Historia fizyki	Z (II)	30	30				3			30	3				

Highlights of Modern Physics and Astrophysics (Dokonywania współczesnej fizyki i astrofizyki)	Z (II)	30				30	3			30	3				
Wykład specjalistyczny II ¹	E/Z (II)	60	30	30			6			60	6				
Praktyczna mechanika kwantowa	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Selected Topics in Condensed Matter Physics I ² (Wybrane zagadnienia fizyki fazy skondensowanej I)	Z (III)	30					3					30	3		
Wykład specjalistyczny III ¹	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Seminarium magisterskie I	Z (III)	30				30	2					30	2		
Projekt magisterski I ³	Z (III)	n/o					8						8		
Selected Topics in Condensed Matter Physics II ² (Wybrane zagadnienia fizyki fazy skondensowanej II)	Z (III)	30					3							30	3
Wykład specjalistyczny IV ¹	E/Z (IV)	60	30	30			6							60	6
Seminarium magisterskie II	Z (IV)	30				30	2							30	2
Projekt magisterski II ³	Z (IV)	n/o					8								8
Praca magisterska i egzamin magisterski ⁴	E (IV)	n/o					4								4
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	Z (I)	4	E-LEARNING					0	4	0					
Język obcy (poziom B2+) ⁵	E (I)	60		60			4	60	4						
Przedmiot humanistyczny/społeczny ⁶	Z (III)	n/o					3						3		
Przedmiot z zakresu przedsiębiorczości ⁷	Z (IV)	n/o					2								2
PRZEDMIOTY UZUPEŁNIAJĄCE DO WYBORU ^{8,9}															
Elementy elektrodynamiki klasycznej	E/Z (I)	60	30	30			5	60	5						
Elementy fizyki statystycznej	E/Z (II)	60	30	30			5			60	5				
Data Analysis in Physics and Astronomy (Analiza danych fizycznych i astronomicznych)	Z (III)	45	15		30		3					45	3		
Pracownia LabVIEW dla zaawansowanych	Z (III)	30			30		3					30	3		

Obserwacje astronomiczne	Z (III)	15		15			1					15	1		
Ethics in Research ⁶ (Etyka badań naukowych)	Z (III)	24		24			3					24	3		
Nauki przyrodnicze a rozwój cywilizacji ⁶	Z (III)	60	30	30			4					60	4		
Contemporary Problems in Condensed Matter Physics ¹⁰ (Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej)	E/Z (IV)	60	30	30			6							60	6
Podstawy przedsiębiorczości ⁷	Z (IV)	60	30	30			4							60	4
Entrepreneurship and Intellectual Property Protection ⁷ (Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej)	Z (IV)	15	15				2							15	2
Historia astronomii	Z (IV)	45	30	15			3							45	3
ŁĄCZNIE		1112 ¹¹					120								
przedmioty obowiązkowe		1039					114	394	31	345	30	180	28	120	25
przedmioty uzupełniające do wyboru ⁹		474 ⁹					39 ⁹	60	5	60	5	174	14	180	15

Formy realizacji zajęć:

WYK – wykład
K/ĆW – konwersatorium/ćwiczenia
LAB – laboratorium/pracownia
SEM – seminarium

Sposoby weryfikacji:

E – egzamin
Z – zaliczenie na ocenę

Wyjaśnienia:

¹ Dopuszcza się różną formę zajęć w ramach wykładu specjalistycznego, dostosowaną do jego specyfiki. Zamiast jednego wykładu specjalistycznego za 6 punktów ECTS można alternatywnie zaliczyć kilka wykładów specjalistycznych lub monograficznych o mniejszym wymiarze, uzyskując łącznie co najmniej 6 punktów ECTS.

² Forma zajęć w ramach przedmiotu dostosowana jest do jego specyfiki.

³ Po wyborze tematu pracy magisterskiej student realizuje projekt magisterski I/II pod opieką promotora w jednej z grup badawczych wydziału.

Całkowity przewidywany nakład pracy z tym związany wynosi 200 godzin w semestrze, co odpowiada 8 punktom ECTS. Liczba godzin zajęć związanych z realizacją projektu zależy od jego specyfiki i dlatego pozostaje nieokreślona.

⁴ Do egzaminu magisterskiego może przystąpić student, który złożył pracę magisterską i została ona pozytywnie oceniona, zaliczył wszystkie przedmioty obowiązkowe w ramach wybranej specjalności i uzyskał łącznie co najmniej 116 punktów ECTS. Po zdaniu egzaminu magisterskiego otrzymuje się 4 punkty ECTS przewidziane za pracę magisterską i egzamin magisterski.

⁵ Cudzoziemcy zobowiązani są dodatkowo do realizacji lektoratu języka polskiego w semestrach 1-4 w łącznym wymiarze 120 godzin, zgodnie z odrębnymi przepisami. 8 punktów ECTS uzyskanych za zaliczenie tego lektoratu nie wlicza się do puli 120 punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów.

⁶ Student wybiera zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych z oferty przedmiotów uzupełniających do wyboru lub, za zgodą dziekana, realizuje je na innym wydziale, uzyskując łącznie co najmniej 3 punkty ECTS. Zajęcia mogą być realizowane w innym niż wskazany semestrze.

⁷ Student wybiera zajęcia z zakresu przedsiębiorczości z oferty przedmiotów uzupełniających do wyboru lub, za zgodą dziekana, realizuje je na innym wydziale, uzyskując łącznie co najmniej 2 punkty ECTS. Zajęcia mogą być realizowane w innym niż wskazany semestrze.

⁸ Przedmioty uzupełniające do wyboru oferowane w semestrze 1. albo 2. mogą być realizowane odpowiednio w semestrze 3. albo 4. i na odwrót, z zastrzeżeniem spełnienia wymagań wstępnych.

⁹ Student zalicza przedmioty do wyboru za co najmniej 6 punktów ECTS. Wiąże się to z realizacją zajęć przeciętnie w wymiarze 73 godzin.

¹⁰ Przedmiot może zastąpić jeden z obowiązkowych wykładów specjalistycznych.

¹¹ Uwzględnia wymiar zajęć obowiązkowych oraz przeciętny wymiar zajęć realizowanych z puli przedmiotów do wyboru.

FIZYKA II STOPNIA – SPECJALNOŚĆ FIZYKA TEORETYCZNA

NAZWA PRZEDMIOTU	sposób weryfikacji (semestr)	łączny wymiar godzinowy	forma realizacji zajęć				ECTS	ROZKŁAD OBCIĄŻEŃ (GODZINY/ECTS) W KOLEJNYCH SEMESTRACH							
								I ROK				II ROK			
								SEMESTR I		SEMESTR II		SEMESTR II		SEMESTR IV	
			WYK	K/ĆW	LAB	SEM		godziny	ECTS	godziny	ECTS	godziny	ECTS	godziny	ECTS
PRZEDMIOTY OBOWIĄZKOWE															
Classical Field Theory (Klasyczna teoria pola)	E/Z (I)	60	30	30			6	60	6						
Quantum Electrodynamics (Elektrodynamika kwantowa)	E/Z (I)	60	30	30			6	60	6						
Wykład specjalistyczny I ¹	E/Z (I)	60	30	30			6	60	6						
II pracownia fizyczna	Z (I)	120			120		8	120	8						
Osiągnięcia fizyki współczesnej	Z (I)	30				30	3	30	3						
Quantum Field Theory (Kwantowa teoria pola)	E/Z (II)	60	30	30			6			60	6				
General Relativity and Gravitation (Ogólna teoria względności i grawitacja)	E/Z (II)	60	30	30			6			60	6				
Wykład specjalistyczny II ¹	E/Z (II)	60	30	30			6			60	6				
Historia fizyki	Z (II)	30	30				3			30	3				
Highlights of Modern Physics and Astrophysics (Dokonania współczesnej fizyki i astrofizyki)	Z (II)	30			30		3			30	3				
Theory of Elementary Particles (Teoria cząstek elementarnych)	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Wykład specjalistyczny III ¹	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Wykład monograficzny I ²	E (III)	60	30				3					30	3		
Seminarium magisterskie I	Z (III)	30				30	2					30	2		
Projekt magisterski I ³	Z (III)	n/o					8						8		
Wykład specjalistyczny IV ¹	E/Z (IV)	60	30	30			6							60	6

Wykład monograficzny II ²	E (IV)	60	30				3							30	3
Seminarium magisterskie II	Z (IV)	30				30	2							30	2
Projekt magisterski II ³	Z (IV)	n/o					8								8
Praca magisterska i egzamin magisterski ⁴	E (IV)	n/o					4								4
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	Z (I)	4	E-LEARNING				0	4	0						
Język obcy (poziom B2+) ⁵	E (I)	60		60			4	60	4						
Przedmiot humanistyczny/społeczny ⁶	Z (III)	n/o					3						3		
Przedmiot z zakresu przedsiębiorczości ⁷	Z (IV)	n/o					2								2
PRZEDMIOTY UZUPEŁNIAJĄCE DO WYBORU ^{8,9}															
Advanced Statistical Physics ¹⁰ (Zaawansowana fizyka statystyczna)	E/Z (III)	60	30	30			6	60	6						
Modern Quantum Mechanics with Elements of Quantum Optics ¹⁰ (Nowoczesna mechanika kwantowa z elementami optyki kwantowej)	E/Z (I)	60	30	30			6	60	6						
Introduction to Quantum Information Theory for Physicists ¹⁰ (Wstęp do teorii informacji kwantowej dla fizyków)	E/Z (II)	60	30	30			6			60	6				
Contemporary Problems in Condensed Matter Physics ¹⁰ (Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej)	E/Z (II)	60	30	30			6			60	6				
Machine Learning (Uczenie maszynowe)	Z (II)	60	30		30		6			60	6				
Advanced General Relativity ¹⁰ (Zaawansowane zagadnienia ogólnej teorii względności)	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Gravitational Waves ¹¹ (Fale grawitacyjne)	Z (III)	30	15		15		3					30	3		
Data Analysis in Physics and Astronomy (Analiza danych fizycznych i astronomicznych)	Z (III)	45	15		30		3					45	3		
Computational Methods I (Metody obliczeniowe I)	Z (III)	60	30		30		6					60	6		
Ethics in Research ⁶ (Etyka badań naukowych)	Z (III)	24		24			3					24	3		
Nauki przyrodnicze a rozwój cywilizacji ⁶	Z (III)	60	30	30			4					60	4		
Computational Methods II (Metody obliczeniowe II)	Z (IV)	60	30		30		6							60	6

Theoretical and Observational Cosmology ¹⁰ (Kosmologia teoretyczna i obserwacyjna)	E/Z (IV)	60	30	30			6							60	6
Neutrino Physics ¹¹ (Fizyka neutrin)	E (IV)	30	30				3							30	3
Podstawy przedsiębiorczości ⁷	Z (IV)	60	30	30			4							60	4
Entrepreneurship and Intellectual Property Protection ⁷ (Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej)	Z (IV)	15	15				2							15	2
Historia astronomii	Z (IV)	45	30	15			3							45	3
ŁĄCZNIE		1041 ¹²					120								
przedmioty obowiązkowe		934					110	394	33	240	24	180	28	120	25
przedmioty uzupełniające do wyboru ⁹		849 ⁹					79 ⁹	120	12	180	18	279	25	270	24

Formy realizacji zajęć:

WYK – wykład

K/ĆW – konwersatorium/ćwiczenia

LAB – laboratorium/pracownia

SEM – seminarium

Sposoby weryfikacji:

E – egzamin

Z – zaliczenie na ocenę

Wyjaśnienia:

¹ Dopuszcza się różną formę zajęć w ramach wykładu specjalistycznego, dostosowaną do jego specyfiki. Zamiast jednego wykładu specjalistycznego za 6 punktów ECTS można alternatywnie zaliczyć kilka wykładów specjalistycznych lub monograficznych o mniejszym wymiarze, uzyskując łącznie co najmniej 6 punktów ECTS.

² Zamiast jednego wykładu monograficznego za 3 punkty ECTS można alternatywnie zaliczyć kilka wykładów monograficznych o mniejszym wymiarze, uzyskując łącznie co najmniej 3 punkty ECTS. Dwa wykłady monograficzne za 3 punkty ECTS można zastąpić jednym wykładem specjalistycznym za 6 punktów ECTS.

³ Po wyborze tematu pracy magisterskiej student realizuje projekt magisterski I/II pod opieką promotora w jednej z grup badawczych wydziału. Całkowity przewidywany nakład pracy z tym związany wynosi 200 godzin w semestrze, co odpowiada 8 punktom ECTS. Liczba godzin zajęć związanych z realizacją projektu zależy od jego specyfiki i dlatego pozostaje nieokreślona.

⁴ Do egzaminu magisterskiego może przystąpić student, który złożył pracę magisterską i została ona pozytywnie oceniona, zaliczył wszystkie przedmioty obowiązkowe w ramach wybranej specjalności i uzyskał łącznie co najmniej 116 punktów ECTS. Po zdaniu egzaminu magisterskiego otrzymuje się 4 punkty ECTS przewidziane za pracę magisterską i egzamin magisterski.

⁵ Cudzoziemcy zobowiązani są dodatkowo do realizacji lektoratu języka polskiego w semestrach 1-4 w łącznym wymiarze 120 godzin, zgodnie z odrębnymi przepisami. 8 punktów ECTS uzyskanych za zaliczenie tego lektoratu nie wlicza się do puli 120 punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów.

⁶ Student wybiera zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych z oferty przedmiotów uzupełniających do wyboru lub, za zgodą dziekana, realizuje je na innym wydziale, uzyskując łącznie co najmniej 3 punkty ECTS. Zajęcia mogą być realizowane w innym niż wskazany semestrze.

⁷ Student wybiera zajęcia z zakresu przedsiębiorczości z oferty przedmiotów uzupełniających do wyboru lub, za zgodą dziekana, realizuje je na innym wydziale, uzyskując łącznie co najmniej 2 punkty ECTS. Zajęcia mogą być realizowane w innym niż wskazany semestrze.

⁸ Przedmioty uzupełniające do wyboru oferowane w semestrze 1. albo 2. mogą być realizowane odpowiednio w semestrze 3. albo 4. i na odwrót, z zastrzeżeniem spełnienia wymagań wstępnych.

⁹ Student zalicza przedmioty do wyboru za co najmniej 10 punktów ECTS. Wiąże się to z realizacją zajęć przeciętnie w wymiarze 107 godzin.

¹⁰ Przedmiot może zastąpić jeden z obowiązkowych wykładów specjalistycznych.

¹¹ Przedmiot może zastąpić jeden z obowiązkowych wykładów monograficznych.

¹² Uwzględnia przeciętny wymiar zajęć realizowanych z puli przedmiotów do wyboru.

FIZYKA II STOPNIA – SPECJALNOŚĆ FIZYKA KOMPUTEROWA

NAZWA PRZEDMIOTU	sposób weryfikacji (semestr)	łączny wymiar godzinowy	forma realizacji zajęć				ECTS	ROZKŁAD OBCIĄŻEŃ (GODZINY/ECTS) W KOLEJNYCH SEMESTRACH							
								I ROK				II ROK			
								SEMESTR I		SEMESTR II		SEMESTR III		SEMESTR IV	
			WYK	K/ĆW	LAB	SEM		godziny	ECTS	godziny	ECTS	godziny	ECTS	godziny	ECTS
PRZEDMIOTY OBOWIĄZKOWE															
Data Analysis in Physics and Astronomy (Analiza danych fizycznych i astronomicznych)	Z (I)	45	15		30		3	45	3						
Computational Methods I (Metody obliczeniowe I)	Z (I)	60	30		30		6	60	6						
II pracownia fizyczna	Z (I)	120			120		8	120	8						
Osiągnięcia fizyki współczesnej	Z (I)	30			30		3	30	3						
Wykład specjalistyczny I ¹	E/Z (I)	60	30	30			6	60	6						
Computational Methods II (Metody obliczeniowe II)	Z (II)	60	30		30		6			60	6				
Zaawansowane metody numeryczne	E/Z (II)	60	30		30		6			60	6				
Projekt programistyczny	Z (II)	30			30		4			30	4				
Historia fizyki	Z (II)	30	30				3			30	3				
Highlights of Modern Physics and Astrophysics (Dokonywania współczesnej fizyki i astrofizyki)	Z (II)	30			30		3			30	3				
Wykład monograficzny I ²	E (II)	60	30				3			30	3				
Machine Learning (Uczenie maszynowe)	Z (II)	60	30		30		6			60	6				
Praktyczna mechanika kwantowa	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Wykład specjalistyczny II ¹	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Wykład monograficzny II ²	E (III)	60	30				3					30	3		
Seminarium magisterskie I	Z (III)	30				30	2					30	2		

Projekt magisterski I ³	Z (III)	n/o					8						8		
Wykład specjalistyczny III ¹	E/Z (IV)	60	30	30			6							60	6
Wykład monograficzny III ²	E (IV)	60	30				3							30	3
Seminarium magisterskie II	Z (IV)	30				30	2							30	2
Projekt magisterski II ³	Z (IV)	n/o					8								8
Praca magisterska i egzamin magisterski ⁴	E (IV)	n/o					4								4
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	Z (I)	4	E-LEARNING				0	4	0						
Język obcy (poziom B2+) ⁵	E (I)	60		60			4	60	4						
Przedmiot humanistyczny/społeczny ⁶	Z (III)	n/o					3						3		
Przedmiot z zakresu przedsiębiorczości ⁷	Z (IV)	n/o					2								2
PRZEDMIOTY UZUPEŁNIAJĄCE DO WYBORU ^{8,9}															
Elementy elektrodynamiki klasycznej	E/Z (I)	60	30	30			5	60	5						
Elementy fizyki statystycznej	E/Z (II)	60	30	30			5			60	5				
Advanced Statistical Physics ¹⁰ (Zaawansowana fizyka statystyczna)	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Ethics in Research ⁶ (Etyka badań naukowych)	Z (III)	24		24			3					24	3		
Nauki przyrodnicze a rozwój cywilizacji ⁶	Z (III)	60	30	30			4					60	4		
Contemporary Problems in Condensed Matter Physics ¹⁰ (Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej)	E/Z (IV)	60	30	30			6							60	6
Podstawy przedsiębiorczości ⁷	Z (IV)	60	30	30			4							60	4
Entrepreneurship and Intellectual Property Protection ⁷ (Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej)	Z (IV)	15	15				2							15	2
Historia astronomii	Z (IV)	45	30	15			3							45	3
ŁĄCZNIE		1049 ¹¹					120								

przedmioty obowiązkowe		979					114	379	30	300	31	180	28	120	25
przedmioty uzupełniające do wyboru ⁹		444 ⁹					38 ⁹	60	5	60	5	144	13	180	15

Formy realizacji zajęć:

WYK – wykład
K/ĆW – konwersatorium/ćwiczenia
LAB – laboratorium/pracownia
SEM – seminarium

Sposoby weryfikacji:

E – egzamin
Z – zaliczenie na ocenę

Wyjaśnienia:

¹ Dopuszcza się różną formę zajęć w ramach wykładu specjalistycznego, dostosowaną do jego specyfiki. Zamiast jednego wykładu specjalistycznego za 6 punktów ECTS można alternatywnie zaliczyć kilka wykładów specjalistycznych lub monograficznych o mniejszym wymiarze, uzyskując łącznie co najmniej 6 punktów ECTS.

² Zamiast jednego wykładu monograficznego za 3 punkty ECTS można alternatywnie zaliczyć kilka wykładów monograficznych o mniejszym wymiarze, uzyskując łącznie co najmniej 3 punkty ECTS. Dwa wykłady monograficzne za 3 punkty ECTS można zastąpić jednym wykładem specjalistycznym za 6 punktów ECTS.

³ Po wyborze tematu pracy magisterskiej student realizuje projekt magisterski I/II pod opieką promotora w jednej z grup badawczych wydziału. Całkowity przewidywany nakład pracy z tym związany wynosi 200 godzin w semestrze, co odpowiada 8 punktom ECTS. Liczba godzin zajęć związanych z realizacją projektu zależy od jego specyfiki i dlatego pozostaje nieokreślona.

⁴ Do egzaminu magisterskiego może przystąpić student, który złożył pracę magisterską i została ona pozytywnie oceniona, zaliczył wszystkie przedmioty obowiązkowe w ramach wybranej specjalności i uzyskał łącznie co najmniej 116 punktów ECTS. Po zdaniu egzaminu magisterskiego otrzymuje się 4 punkty ECTS przewidziane za pracę magisterską i egzamin magisterski.

⁵ Cudzoziemcy zobowiązani są dodatkowo do realizacji lektoratu języka polskiego w semestrach 1-4 w łącznym wymiarze 120 godzin, zgodnie z odrębnymi przepisami. 8 punktów ECTS uzyskanych za zaliczenie tego lektoratu nie wlicza się do puli 120 punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów.

⁶ Student wybiera zajęcia z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych z oferty przedmiotów uzupełniających do wyboru lub, za zgodą dziekana, realizuje je na innym wydziale, uzyskując łącznie co najmniej 3 punkty ECTS. Zajęcia mogą być realizowane w innym niż wskazany semestrze.

⁷ Student wybiera zajęcia z zakresu przedsiębiorczości z oferty przedmiotów uzupełniających do wyboru lub, za zgodą dziekana, realizuje je na innym wydziale, uzyskując łącznie co najmniej 2 punkty ECTS. Zajęcia mogą być realizowane w innym niż wskazany semestrze.

⁸ Przedmioty uzupełniające do wyboru oferowane w semestrze 1. albo 2. mogą być realizowane odpowiednio w semestrze 3. albo 4. i na odwrót, z zastrzeżeniem spełnienia wymagań wstępnych.

⁹ Student zalicza przedmioty do wyboru za co najmniej 6 punktów ECTS. Wiąże się to z realizacją zajęć przeciętnie w wymiarze 70 godzin.

¹⁰ Przedmiot może zastąpić jeden z obowiązkowych wykładów specjalistycznych.

¹¹ Uwzględnia przeciętny wymiar zajęć realizowanych z puli przedmiotów do wyboru.

FIZYKA II STOPNIA – SPECJALNOŚĆ FIZYKA NAUCZYCIELSKA

NAZWA PRZEDMIOTU	sposób weryfikacji (semestr)	łączny wymiar godzinowy	forma realizacji zajęć						ECTS	ROZKŁAD OBCIĄŻEŃ (GODZINY/ECTS) W KOLEJNYCH SEMESTRACH							
										I ROK				II ROK			
			SEMESTR I		SEMESTR II		SEMESTR III			SEMESTR IV							
			godziny	ECTS	godziny	ECTS	godziny	ECTS		godziny	ECTS						
PRZEDMIOTY OBOWIĄZKOWE																	
Nauki przyrodnicze a rozwój cywilizacji	Z (I)	60	30	30					4	60	4						
II pracownia fizyczna	Z (I)	120				120			8	120	8						
Osiągnięcia fizyki współczesnej	Z (I)	30					30		3	30	3						
Wykłady specjalistyczne/monograficzne I ¹	E/Z (I)	60	30	30					6	60	6						
Pracownia jądrowa	Z (II)	60				60			6			60	6				
Highlights of Modern Physics and Astrophysics (Dokonania współczesnej fizyki i astrofizyki)	Z (II)	30					30		3			30	3				
Wykłady specjalistyczne/monograficzne II ¹	E/Z (II)	30	30						3			30	3				
Praktyczna mechanika kwantowa	E/Z (III)	60	30	30					6					60	6		
Obserwacje astronomiczne	Z (III)	15		15					1					15	1		
Wykłady specjalistyczne/monograficzne III ¹	E/Z (III)	30	30						3					30	3		
Seminarium magisterskie I	Z (III)	30					30		2					30	2		
Projekt magisterski I ²	Z (III)	n/o							8						8		
Historia fizyki	Z (IV)	30	30						3							30	3
Wykłady specjalistyczne/monograficzne IV ¹	E/Z (IV)	60	30	30					6							60	6
Seminarium magisterskie II	Z (IV)	30					30		2							30	2
Projekt magisterski II ²	Z (IV)	n/o							8								8

Praca magisterska i egzamin magisterski ³	E (IV)	n/o							4								4
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	Z (I)	4	E-LEARNING						0	4	0						
Język obcy (poziom B2+) ⁴	E (I)	60		60					4	60	4						
Przedmiot z zakresu przedsiębiorczości ⁵	Z (IV)	n/o							2								2
OBOWIĄZKOWY BLOK KSZTAŁCENIA PRZYGOTOWUJĄCEGO DO WYKONYWANIA ZAWODU NAUCZYCIELA FIZYKI																	
Psychologia dla nauczycieli	E (I)	15	15						1	15	1						
Psychologia rozwoju człowieka	Z (I)	15		15					1	15	1						
Pedagogika dla nauczycieli – wykład	E (I)	15	15						1	15	1						
Pedagogika dla nauczycieli – konwersatorium	Z (I)	15		15					1	15	1						
Wspomaganie rozwoju dziecka i dysharmonie rozwojowe	Z (I)	15		15					1	15	1						
Pedagogika – uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi	Z (II)	30		30					2			30	2				
Podstawy dydaktyki	Z (II)	45			15		30		3			45	3				
Dydaktyka fizyki	E (II)	30	30						2			30	2				
Pracownia dydaktyki fizyki 1	Z (II)	45				45			4			45	4				
Praktyka śródroczna w LO	Z (II)	20						20	1			20	1				
Praktyka śródroczna w szkole podstawowej	Z (II)	20						20	1			20	1				
Elementy prawa oświatowego i bezpieczeństwo w szkole	Z (II)	15			15				1			15	1				
Pedagogiczne podstawy pracy nauczyciela	Z (II)	15			15				1			15	1				
Psychologiczne podstawy pracy nauczyciela	Z (II)	30			30				2			30	2				
Pracownia dydaktyki fizyki 2	Z (III)	45				45			4					45	4		
Praktyka psychologiczno-pedagogiczna w szkole (śródroczna)	Z (III)	30						30	2					30	2		

Praktyka dydaktyczna w szkole podstawowej – ciągła	Z (III)	40						40	2					40	2		
Praktyka dydaktyczna w LO – ciągła	Z (III)	40						40	2					40	2		
Emisja głosu	Z (III)	15		15					1					15	1		
Kompetencje psychologiczno-pedagogiczne nauczyciela	Z (IV)	30					30		2							30	2
Warsztat pracy nauczyciela	Z (IV)	30		30					3							30	3
PRZEDMIOTY UZUPEŁNIAJĄCE DO WYBORU ⁶																	
Ethics in Research (Etyka badań naukowych)	Z (III)	24		24					3					24	3		
Podstawy przedsiębiorczości ⁵	Z (IV)	60	30	30					4							60	4
Entrepreneurship and Intellectual Property Protection ⁵ (Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej)	Z (IV)	15	15						2							15	2
Historia astronomii	Z (IV)	45	30	15					3							45	3
ŁĄCZNIE		1339 ⁷							120								
przedmioty obowiązkowe		1324							120	409	30	370	29	305	31	240	30
w tym blok przygotowania nauczycielskiego		555							38	75	5	250	17	170	11	60	5
przedmioty uzupełniające do wyboru		144							12					24	3	120	9

Formy realizacji zajęć:

WYK – wykład
K/ĆW – konwersatorium/ćwiczenia
WAR – warsztat
LAB – laboratorium/pracownia
SEM – seminarium
PRA – praktyka

Sposoby weryfikacji:

E – egzamin
Z – zaliczenie na ocenę

Wyjaśnienia:

¹ Student zalicza jeden lub kilka wykładów specjalistycznych lub monograficznych, uzyskując łącznie co najmniej wskazaną liczbę punktów ECTS. Dopuszcza się różną formę zajęć w ramach wykładów specjalistycznych/monograficznych, dostosowaną do ich specyfiki.

² Po wyborze tematu pracy magisterskiej student realizuje projekt magisterski I/II pod opieką promotora w jednej z grup badawczych wydziału. Całkowity przewidywany nakład pracy z tym związany wynosi 200 godzin w semestrze, co odpowiada 8 punktom ECTS. Liczba godzin zajęć związanych z realizacją projektu zależy od jego specyfiki i dlatego pozostaje nieokreślona.

³ Do egzaminu magisterskiego może przystąpić student, który złożył pracę magisterską i została ona pozytywnie oceniona, zaliczył wszystkie przedmioty obowiązkowe w ramach wybranej specjalności i uzyskał łącznie co najmniej 116 punktów ECTS. Po zdaniu egzaminu magisterskiego otrzymuje się 4 punkty ECTS przewidziane za pracę magisterską i egzamin magisterski.

⁴ Cudzoziemcy zobowiązani są dodatkowo do realizacji lektoratu języka polskiego w semestrach 1-4 w łącznym wymiarze 120 godzin, zgodnie z odrębnymi przepisami. 8 punktów ECTS uzyskanych za zaliczenie tego lektoratu nie wlicza się do puli 120 punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów.

⁵ Student wybiera zajęcia z zakresu przedsiębiorczości z oferty przedmiotów uzupełniających do wyboru lub, za zgodą dziekana, realizuje je na innym wydziale, uzyskując łącznie co najmniej 2 punkty ECTS. Zajęcia mogą zostać zrealizowane w innym niż wskazany semestrze.

⁶ Przedmioty uzupełniające do wyboru mogą być realizowane odpowiednio w innym semestrze parzystym/nieparzystym.

⁷ Uwzględnia realizację przedmiotu z zakresu przedsiębiorczości.

FIZYKA II STOPNIA – SPECJALNOŚĆ MASTER’S STUDY OF THEORETICAL PHYSICS
PHYSICS SECOND-CYCLE STUDIES – SPECIALTY MASTER’S STUDY OF THEORETICAL PHYSICS

COURSE NAME (NAZWA PRZEDMIOTU)	Assessment method (semester) (Sposób weryfikacji (semestr))	Total number of class hours (łączny wymiar godzi- nowy)	Course form (forma realizacji zajęć)				ECTS	TEACHING LOAD (HOURS/ECTS) IN SUCCESSIVE SEMESTERS (OBCIĄŻENIA DYDAKTYCZNE (GODZINY/ECTS) W KOLEJNYCH SEMESTRACH)							
			LEC (WYK)	CLA (KONW)	LAB (LAB)	SEM (SEM)		1st YEAR (I ROK)				2nd YEAR (II ROK)			
								1st SEMESTER (SEMESTR I)		2nd SEMESTER (SEMESTR II)		3rd SEMESTER (SEMESTR III)		4th SEMESTER (SEMESTR IV)	
								hours (godz)	ECTS	hours (godz)	ECTS	hours (godz)	ECTS	hours (godz)	ECTS
MANDATORY COURSES (PRZEDMIOTY OBOWIĄZKOWE)															
Basic Course I: Selected Tools of Modern Theoretical Physics 1A (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1A)	Z (I)	30	15		15		3	30	3						
Basic Course I: Selected Tools of Modern Theoretical Physics 1B (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1B)	Z (I)	30	15	15			3	30	3						
Basic Course I: Selected Tools of Modern Theoretical Physics 2A (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 2A)	Z (II)	30	15	15			3			30	3				
Basic Course I: Selected Tools of Modern Theoretical Physics 2B (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 2B)	Z (II)	30	15	15			3			30	3				
Basic Course II: Trends in Modern Theoretical Physics A (Trendy we współczesnej fizyce teoretycznej A)	Z (I)	20	10	10			2	20	2						
Basic Course II: Trends in Modern Theoretical Physics B (Trendy we współczesnej fizyce teoretycznej B)	Z (I)	20	10	10			2	20	2						
Basic Course II: Trends in Modern Theoretical Physics C (Trendy we współczesnej fizyce teoretycznej C)	Z (I)	20	10	10			2	20	2						
Core Course 1: Modern Quantum Mechanics with Elements of Quantum Optics (Nowoczesna mechanika kwantowa z elementami optyki kwantowej)	E/Z (1)	60	30	30			6	60	6						
Core Course 2: Classical Field Theory (Klasyczna teoria pola)	E/Z (I)	60	30	30			6	60	6						
Core Course 3: Introduction to Quantum Information Theory for Physicists (Wstęp do teorii informacji kwantowej dla fizyków)	E/Z (II)	60	30	30			6			60	6				
Core Course 4: General Relativity and Gravitation (Ogólna teoria względności i grawitacja)	E/Z (II)	60	30	30			6			60	6				

Core Course 5: ¹	Advanced Statistical Physics (Zaawansowana fizyka statystyczna)	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
	Advanced General Relativity (Zaawansowane zagadnienia ogólnej teorii względności)															
Core Course 6: ²	Contemporary Problems in Condensed Matter Physics (Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej)	E/Z (IV)	60	30	30			6							60	6
	Quantum Field Theory (Kwantowa teoria pola)															
Highlights of Modern Physics and Astrophysics (Dokonywania współczesnej fizyki i astrofizyki)		Z (II)	30				30	3			30	3				
Optional Course: Specialized Lecture I ³ (Wykład specjalistyczny I)		E/Z (II)	60	30	30			6			60	6				
Optional Course: Monographic Lecture I ⁴ (Wykład monograficzny I)		E (II)	30	30				3			30	3				
Optional Course: Specialized Lecture II ³ (Wykład specjalistyczny II)		E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Optional Course: Monographic Lecture II ⁴ (Wykład monograficzny II)		E (III)	30	30				3					30	3		
Optional Course: Specialized Lecture III ³ (Wykład specjalistyczny III)		E/Z (IV)	60	30	30			6							60	6
Optional Course: Monographic Lecture III ⁴ (Wykład monograficzny III)		E (IV)	30	30				3							30	3
Master's Seminar I (Seminarium magisterskie I)		Z (III)	30				30	2					30	2		
Master's Degree Project I ⁵ (Projekt magisterski I)		Z (III)	ND					8						8		
Master's Seminar II (Seminarium magisterskie II)		Z (IV)	30				30	2							30	2
Master's Degree Project II ⁵ (Projekt magisterski II)		Z (IV)	ND					8								8
Master Thesis and Master's Degree Examination ⁶ (Praca magisterska i egzamin magisterski)		E (IV)	ND					4								4
Initial Training on OHS and Fire Protection (Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.)		Z (I)	4	E-LEARNING				0	4	0						
Ethics in Research (Etyka badań naukowych)		Z (I)	24		24			3	24	3						
Entrepreneurship and Intellectual Property Protection (Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej)		Z (IV)	15	15				2							15	2
English (B2+ level) Język angielski (poziom B2+)		E (I)	60		60			4	60	4						

Polish for Foreigners (A1 level) ⁷ Język polski dla cudzoziemców (poziom A1)	E (II)	60		60				30		30	5				
ELECTIVE COURSES ^{8,9} (PRZEDMIOTY DO WYBORU)															
Data Analysis in Physics and Astronomy (Analiza danych fizycznych i astronomicznych)	Z (I)	45	15		30		3	45	3						
Machine Learning (Uczenie maszynowe)	Z (II)	60	30		30		6			60	6				
Theoretical and Observational Cosmology ¹⁰ (Kosmologia teoretyczna i obserwacyjna)	E/Z (II)	60	30	30			6			60	6				
Computational Methods I (Metody obliczeniowe I)	Z (III)	60	30		30		6					60	6		
Quantum Electrodynamics ¹⁰ (Elektrodynamika kwantowa)	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Theory of Elementary Particles ¹⁰ (Teoria cząstek elementarnych)	E/Z (III)	60	30	30			6					60	6		
Gravitational Waves ¹¹ (Fale grawitacyjne)	Z (III)	30	15		15		3					30	3		
Computational Methods II (Metody obliczeniowe II)	Z (IV)	60	30		30		6							60	6
Neutrino Physics ¹¹ (Fizyka neutrin)	E (IV)	30	30				3							30	3
TOTAL (+ extra hours/ECTS for foreigners only) (ŁĄCZNIE (+ dodatkowe godziny/ECTS dla cudzoziemców))		1069 ¹² (+60)					120 (+5)								
Mandatory Courses (+ hours/ECTS for Polish for Foreigners) (Przedmioty obowiązkowe (+ godziny/ECTS za język polski dla cudzoziemców))		1003 (+60)					114 (+5)	328 (+30)	31	300 (+30)	27 (+5)	180	25	195	31
Elective Courses ⁹ (Przedmioty do wyboru)		495 ⁹					45 ⁹	45	3	120	12	210	21	120	9

Course form (forma realizacji zajęć):

LEC (WYK) – lecture (wykład)
CLA (KONW) – class (konwersatorium/ćwiczenia)
LAB (LAB) – laboratory (laboratorium/pracownia)
SEM (SEM) – seminar (seminarium)

Assessment method (sposób weryfikacji):

E – exam (egzamin)
Z – passing with grade (zaliczenie na ocenę)

Remarks & Explains (Uwagi i wyjaśnienia):

¹ Student passes one of Basic Courses 5. The other can be taken as one of mandatory Specialized Lectures. (Student zalicza jeden z przedmiotów wskazanych jako Basic Course 5. Drugi z tych przedmiotów może być realizowany jako jeden z obowiązkowych wykładów specjalistycznych.)

² Student passes one of Basic Courses 6. The other can be taken as one of mandatory Specialized Lectures. (Student zalicza jeden z przedmiotów wskazanych jako Basic Course 6. Drugi z tych przedmiotów może być realizowany jako jeden z obowiązkowych wykładów specjalistycznych.)

³ Classes associated with Specialized Lecture may take a different form, appropriate to the course topic. Instead of one Specialized Lecture for 6 ECTS credits, it is possible to take several Specialized/Monographic Lectures with fewer class hours than indicated and correspondingly fewer assigned ECTS credits, as long as a total of at least 6 ECTS credits is gained. (Dopuszcza się różną formę zajęć w ramach wykładu specjalistycznego, dostosowaną do jego specyfiki. Zamiast jednego wykładu specjalistycznego za 6 punktów ECTS można alternatywnie zaliczyć kilka wykładów specjalistycznych/monograficznych o mniejszym wymiarze, uzyskując łącznie co najmniej 6 punktów ECTS.)

⁴ Instead of one Monographic Lecture for 3 ECTS credits, it is possible to take several Monographic Lectures with fewer class hours than indicated and correspondingly fewer assigned ECTS credits, as long as a total of at least 3 ECTS credits is gained. Two Monographic

Lectures for 3 ECTS credits each can be substituted by one Specialized Lecture for 6 ECTS credits. (Zamiast jednego wykładu monograficznego za 3 punkty ECTS można alternatywnie zaliczyć kilka wykładów monograficznych o mniejszym wymiarze, uzyskując łącznie co najmniej 3 punkty ECTS. Dwa wykłady monograficzne za 3 punkty ECTS można zastąpić jednym wykładem specjalistycznym za 6 punktów ECTS.)

⁵ Upon choosing the topic of his/her Master thesis, the student carries out the Master's Degree Project I/II in one of the research groups at the Faculty. The total workload expected for this is 200 hours per semester, corresponding to 8 ECTS credits. The number of class hours is project-specific, and hence, remains undefined. (Po wyborze tematu pracy magisterskiej student realizuje projekt magisterski I/II pod opieką promotora w jednej z grup badawczych wydziału. Całkowity przewidywany nakład pracy z tym związany wynosi 200 godzin w semestrze, co odpowiada 8 punktom ECTS. Liczba godzin zajęć związanych z realizacją projektu zależy od jego specyfiki i dlatego pozostaje nieokreślona.)

⁶ Student is admitted to the Master's Degree Examination upon passing all mandatory courses, obtaining at least 116 ECTS credits and a positive assessment of the submitted Master thesis. 4 ECTS credits associated with Master Thesis and Master's Degree Examination are granted only after passing the exam. (Do egzaminu magisterskiego może przystąpić student, który złożył pracę magisterską i została ona pozytywnie oceniona, zaliczył wszystkie przedmioty obowiązkowe i uzyskał łącznie co najmniej 116 punktów ECTS. Po zdaniu egzaminu magisterskiego otrzymuje się 4 punkty ECTS przewidziane za pracę magisterską i egzamin magisterski.)

⁷ Polish course is obligatory for foreigners only, subject to separate University regulations. 5 ECTS credits gained for this course do not count for the total of 120 ECTS credits required to complete the curriculum and get the degree. (Przedmiot obowiązkowy tylko dla cudzoziemców, zgodnie z odrębnymi przepisami. 5 punktów ECTS uzyskanych za zaliczenie tego lektoratu nie wlicza się do puli 120 punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów.)

⁸ Elective courses offered in the 1st and 2nd semester can be taken in the 3rd or 4th semester, respectively, and vice versa, subject to course prerequisites. (Przedmioty do wyboru oferowane w semestrze 1. albo 2. mogą być realizowane odpowiednio w semestrze 3. albo 4. i na odwrót, z zastrzeżeniem spełnienia wymagań wstępnych.)

⁹ Student passes elective courses for at least 6 ECTS credits, in order to gain the total of 120 ECTS credits required to complete the curriculum and get the degree. In average, this requires to take 66 hours of classes. (Student zalicza przedmioty do wyboru za co najmniej 6 punktów ECTS, aby uzyskać łącznie co najmniej 120 punktów ECTS wymaganych do ukończenia studiów. Wiąże się to z realizacją zajęć przeciętnie w wymiarze 66 godzin.)

¹⁰ Course can be taken as one of mandatory Specialized Lectures. (Przedmiot może zastąpić jeden z obowiązkowych wykładów specjalistycznych.)

¹¹ Course can be taken as one of mandatory Monographic Lectures. (Przedmiot może zastąpić jeden z obowiązkowych wykładów monograficznych.)

¹² Takes into account the average number of class hours of the required amount of elective courses. (Uwzględnia przeciętny wymiar zajęć realizowanych z puli przedmiotów do wyboru.)

UZUPEŁNIAJĄCY MODUŁ KSZTAŁCENIA PRZYGOTOWUJĄCEGO DO WYKONYWANIA ZAWODU NAUCZYCIELA FIZYKI ¹

NAZWA PRZEDMIOTU	sposób weryfikacji (semestr)	łączny wymiar godzinowy	forma realizacji zajęć						ECTS	ROZKŁAD OBCIĄŻEŃ (GODZINY/ECTS) W KOLEJNYCH SEMESTRACH							
			WYK	K/ĆW	WAR	LAB	SEM	PRA		I ROK				II ROK			
										SEMESTR I		SEMESTR II		SEMESTR III		SEMESTR IV	
										godziny	ECTS	godziny	ECTS	godziny	ECTS	godziny	ECTS
Pracownia dydaktyki fizyki 1	Z (II)	45				45			4			45	4				
Praktyka śródroczna w LO	Z (II)	20						20	1			20	1				
Praktyka śródroczna w szkole podstawowej	Z (II)	20						20	1			20	1				

Pracownia dydaktyki fizyki 2	Z (III)	45				45			4					45	4		
Praktyka dydaktyczna w szkole podstawowej – ciągła	Z (III)	40						40	2					40	2		
Praktyka dydaktyczna w LO – ciągła	Z (III)	40						40	2					40	2		
ŁĄCZNIE		210							14				85	6	125	8	

Formy realizacji zajęć:

WYK – wykład
K/ĆW – konwersatorium/ćwiczenia
WAR – warsztat
LAB – laboratorium/pracownia
SEM – seminarium
PRA – praktyka

Wyjaśnienia:

¹ Studenci, którzy na studiach fizyki I stopnia zaliczyli opcjonalny moduł kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela fizyki, mają na studiach fizyki II stopnia możliwość realizacji modułu uzupełniającego. Do uzyskania uprawnień nauczycielskich wymagane jest zaliczenie wszystkich zajęć przewidzianych w obu modułach.

Sposoby weryfikacji:

E – egzamin
Z – zaliczenie na ocenę

Wskaźniki ECTS	
Liczba punktów ECTS niezbędna do uzyskania kwalifikacji	120 (cudzoziemcy dodatkowo 8 ECTS w ramach lektoratu języka polskiego)
Łączna liczba punktów ECTS, które student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	116
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	5
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego	4
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać realizując moduły na zajęciach ogólnouczeniowych	4 (cudzoziemcy dodatkowo 8 ECTS w ramach lektoratu języka polskiego)
Wymiar praktyki zawodowej i liczba punktów ECTS przypisanych praktykom określonym w programie studiów	praktyki psychologiczno-pedagogiczne i dydaktyczne na specjalności nauczycielskiej w łącznym wymiarze 150 godzin (8 ECTS)
Procentowy udział liczby punktów ECTS dla programu przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny	nauki fizyczne 100%
Procentowy udział poszczególnych dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia. Suma udziałów musi być równa 100%	nauki fizyczne 100%