



UCHWAŁA NR 81/2020
SENATU UNIwersYTETU WROCLAWSKIEGO
z dnia 24 czerwca 2020 r.

w sprawie programu studiów dla kierunku
fizyka na poziomie studiów 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. 2020 poz. 85, z późn. zm.) uchwala się, co następuje:

§ 1. Senat Uniwersytetu Wrocławskiego ustala program studiów dla kierunku *fizyka* – studia drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim – dla cykli kształcenia rozpoczynających się od roku akademickiego 2020/2021, w brzmieniu określonym w załączniku do niniejszej uchwały.

§ 2. Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu UWr
Rektor: *prof. A. Jezierski*

OPIS ZAKŁADANYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DLA KIERUNKU STUDIÓW

Kierunek studiów: Fizyka Dyscyplina naukowa: nauki fizyczne (100%) Poziom kształcenia: studia drugiego stopnia Poziom kwalifikacji: 7 Profil kształcenia: ogólnoakademicki		
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 historyczny rozwój nauk fizycznych i ich znaczenie dla poznania świata i rozwoju ludzkości.	P7S_WG
F2_W02	Ma znajomość matematyki w stopniu niezbędnym dla rozumienia i rozwiązywania problemów fizycznych o średnim stopniu złożoności; zna wybrane zagadnienia fizyki matematycznej w zakresie odpowiadającym wybranej specjalności.	P7S_WG
F2_W03	Zna techniki eksperymentalne i numeryczne, a także metody budowy modeli matematycznych właściwe dla wybranej specjalności.	P7S_WG
F2_W04	Zna teoretyczne podstawy metod obliczeniowych oraz technik informatycznych stosowanych w fizyce w stopniu odpowiednim dla wybranej specjalności.	P7S_WG
F2_W05	Zna i rozumie podstawy funkcjonowania aparatury naukowej; zna wybrane metody doświadczalne w stopniu i zakresie odpowiadającym wybranej specjalności.	P7S_WG
F2_W06	Ma ogólną wiedzę o kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w dziedzinie fizyki.	P7S_WG
F2_W07	Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę w laboratorium fizycznym lub stanowisku badawczym.	P7S_WK
F2_W08	Ma podstawową wiedzę dotyczącą uwarunkowań prawnych i etycznych związanych z działalnością naukową i dydaktyczną.	P7S_WK
F2_W09	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności intelektualnej i prawa autorskiego.	P7S_WK
UMIEJĘTNOŚCI		
F2_U01	Potrafi zaplanować i rzetelnie wykonać badania teoretyczne lub doświadczalne właściwe dla wybranej specjalności.	P7S_UW
F2_U02	Potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki przeprowadzonych doświadczeń lub obliczeń teoretycznych, umie prawidłowo przeprowadzić ich analizę i właściwie je zinterpretować.	P7S_UW

F2_U03	Potrafi uczyć się samodzielnie; umie znaleźć w literaturze specjalistycznej informacje niezbędne do poznania lub pogłębienia nowego zagadnienia, zrozumieć je i krytycznie ocenić.	P7S_UU P7S_UW P7S_KK
F2_U04	Integruje wiedzę z nauk ścisłych do badania, wyjaśniania i modelowania zjawisk fizycznych; umie uzasadnić założenia i uproszczenia oraz zakres stosowalności przyjętego modelu, wykorzystuje zaawansowane metody matematyczne i numeryczne do jego analizy.	P7S_UW
F2_U05	Potrafi zastosować zdobytą wiedzę z fizyki do zagadnień z dziedzin pokrewnych.	P7S_UW
F2_U06	Potrafi przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnej rozprawy, zawierającej opis i uzasadnienie celu badań, przyjętą metodologię, uzyskane wyniki oraz ich znaczenie.	P7S_UK
F2_U07	Korzystając z literatury specjalistycznej, potrafi przygotować i przedstawić, w języku polskim i angielskim, prezentację ustną i pisemne opracowanie z zakresu fizyki; w wystąpieniach publicznych i opracowaniach pisemnych rzetelnie cytuje wykorzystywane źródła.	P7S_UK P7S_KR
F2_U08	Ma umiejętności językowe zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7S_UK
F2_U09	Potrafi zaplanować i zrealizować proces własnego kształcenia.	P7S_UU
KOMPETENCJE SPOŁECZNE		
F2_K01	Rozumie potrzebę śledzenia literatury fachowej i popularnonaukowej; potrafi krytycznie oceniać doniesienia dotyczące najnowszych odkryć naukowych.	P7S_KK
F2_K02	Potrafi współdziałać i pracować w zespole, pełniąc w nim różne role; poczuwa się do odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania.	P7S_UO P7S_KR
F2_K03	Ma świadomość wpływu, jaki na rozwój nowych technologii, gospodarki i środowiska społecznego mają osiągnięcia współczesnej fizyki.	P7S_KK P7S_KO
F2_K04	Potrafi organizować pracę, odpowiednio określając priorytety służące realizacji postawionego zadania; wywiązuje się z podjętych zobowiązań.	P7S_KR P7S_UO
F2_K05	Dostrzega i właściwie ocenia dylematy związane z rozwojem nauk fizycznych i działalnością w tej dziedzinie.	P7S_KK P7S_KR
F2_K06	Potrafi myśleć i działać kreatywnie.	P7S_KO P7S_UW

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

Wskaźniki ECTS	
Liczba punktów ECTS niezbędna do uzyskania kwalifikacji	120
Łączna liczba punktów ECTS, które student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	109
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 ogólnouczelnianych	5
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	nie dotyczy
Procentowy udział poszczególnych dyscyplin, do których odnoszą się efekty uczenia. Suma udziałów musi być równa 100%	nauki fizyczne: 100%

Pokrycie efektów uczenia się określonych w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji przez efekty kierunkowe

Kierunek studiów: Fizyka Poziom kształcenia: studia II stopnia Profil kształcenia: ogólnoakademicki		
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>
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, F2_W06
P7S_WK	fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji ekonomiczne, prawne 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_W07, F2_W08, F2_W09
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, F2_K06
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
P7S_UO	kierować pracą zespołu współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach	F2_K02, F2_K04

P7S_UU	samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie	F2_U03, F2_U09
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_U03, F2_K01, F2_K03, F2_K05
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_K03, F2_K06
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_U07, F2_K02, F2_K04, F2_K05

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

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe
1	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, opracowanie pisemne wybranego zagadnienia.
2	II pracownia fizyczna 2	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.
3	Pracownia jądrowa	Ćwiczenia eksperymentalne na poziomie zaawansowanym z zakresu fizyki 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.
4	Elektrodynamika	Elektrostatyka: pole elektryczne, prawo Coulomba, dywergencja i rotacja pola elektrostatycznego, potencjał elektryczny, praca i energia w elektrostatyce, przewodniki. Specjalne metody elektrostatyki: równanie Laplace'a, metoda obrazów, metoda rozdzielania zmiennych, rozwinięcie multipolowe potencjału. Pole elektryczne w materii: polaryzacja elektryczna, pole ciała spolaryzowanego, pole indukcji elektrycznej. Magnetostatyka: siła Lorentza, prawo Biota-Savarta, dywergencja i rotacja pola indukcji magnetycznej, magnetyczny potencjał wektorowy. Pole magnetyczne w materii: magnetyzacja, pole ciała namagnesowanego, natężenie pola magnetycznego. Elektrodynamika: siła elektromotoryczna, indukcja elektromagnetyczna, prawo Faradaya, równania Maxwella. Fale elektromagnetyczne, analiza Fouriera, fale w różnych ośrodkach. Promieniowanie, potencjały elektrodynamiczne.
5	Zaawansowane metody analizy danych	Badanie statystyczne, rodzaje danych statystycznych, statystyka opisowa, testowania hipotez statystycznych, wybrane rozkłady zmiennej losowej przydatne do praktycznych zastosowań. Obserwacje nietypowe. Metody prezentacji danych statystycznych. Metody doboru próby statystycznej. Estymacja punktowa i przedziałowa. Wybrane nieparametryczne testy istotności dla dwóch niezależnych i zależnych prób. Wybrane parametryczne testy istotności dla dwóch niezależnych i zależnych prób. Jedno- i wieloczynnikowa analiza wariancji. Wybrane testy <i>post hoc</i> i ich właściwości. Wybrane metody regresyjne: regresja prosta, regresja wieloraka, regresja logistyczna. MANOVA. Wprowadzenie do analizy dyskryminacyjnej i analizy skupień.
6	Historia fizyki	Wiedza naukowa a inne rodzaje wiedzy. Fenomen nauki. 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.
7	Highlights of Modern Physics and Astrophysics (Dokonywania współczesnej fizyki i astrofizyki)	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. 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.
8	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 masowa (MS), kierunkowa spektroskopia augerowska (DAES) oraz piku elastycznego (DEPES), skaningowa mikroskopia próbnikowa (STM, AFM, STS). Analizatory energii cząstek naładowanych: RFA, CMA, CSA, HA. Formalizm teoretyczny stosowany do opisu zjawisk towarzyszących poszczególnym metodom badawczym.
9	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 nowych właściwościach nanomateriałów; fizyczne podstawy wybranych nanotechnologii; własności 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 i procesy wzrostu; zjawisko samoskładania – zastosowanie do wytwarzania nanomateriałów i nanoobjektów; skaningowa mikroskopia tunelowa; mikroskopia sił atomowych. Wytwarzanie, własności fizyczne i zastosowania wybranych nanomateriałów. Znaczenie powierzchni i granic faz w nanofizyce. Własności fizyczne struktur niskowymiarowych.
10	Pracownia pomiarów i sterowania	Metody pomiarowe i metody regulacji oparte na wykorzystaniu mikrokontrolera. Zasady działania podstawowych czujników i układów wykonawczych. Zadania stawiane procesom automatycznej regulacji. Metody automatycznej regulacji. Zadania stawiane procesom sterowania. Metody sterowania procesami. Algorytmy sterowania procesami.
11	Quantum electrodynamics (Elektrodynamika kwantowa)	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. 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.
12	Classical field theory (Klasyczna teoria pola)	Przejście graniczne od dyskretnych układów mechanicznych do ciągłych. Istota opisu teoriopolewego. Podstawowe koncepcje klasycznej teorii pola. Fizyka relatywistyczna i geometria przestrzeni Minkowskiego. Grupa Poincarégo 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. 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.
13	Quantum field theory (Kwantowa teoria pola)	Kwantowanie pól skalarnych, Diraca i elektromagnetycznego. Rozwinięcie pętlowe i renormalizacja. Całki po trajektoriach. Teoria nieabelowa. Quantization of scalar fields, the Dirac field and the electromagnetic field. The loop expansion and renormalization. Path integrals. The non-Abelian theory.
14	Theory of elementary particles (Teoria cząstek elementarnych)	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, leptony, hadrony, bariony, mezony. Elementy teorii reprezentacji grup ciągłych. Klasyfikacja oddziaływań fundamentalnych. Symetrie SU(2) i SU(3), model kwarkowy. Symetria cechowania. Mechanizm Higgsa. Model Fermiego. Model Standardowy oddziaływań elektroslabych. Oddziaływania silne, elementy QCD. Oscylacje neutrin. 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. The Higgs mechanism. The Fermi model of electroweak interactions. The Standard Model. Quantum chromodynamics. Neutrino oscillations.
15	General relativity and gravitation (Ogólna teoria względności i grawitacja)	Elementy i efekty szczególnej teorii względności: skrócenie Lorentza, dylatacja czasu, jednoczesność i przyczynowość, relatywistyczny efekt Dopplera, pęd i energia cząstki. Rachunek tensorowy, prawa transformacji, algebra i analiza tensorowa, niezależność od układu współrzędnych. Koneksja jako obiekt geometryczny przesunięcia równoległego wzdłuż krzywej. Tensorowe charakterystyki koneksji: krzywizna i torsja – tożsamości Bianchi. Koneksje metryczne (Levi-Civita). Równania geodezyjnych, parametryzacja afiniczna. Zasada równoważności. Równania Einsteina, skonstruowana tożsamość Bianchi i prawa zachowania tensora energii-pędu. Tensor energii pędu cieczy idealnej i jego interpretacja fizyczna. Granica newtonowska jako linearyzacja równań Einsteina. Metryka Schwarzschilda, twierdzenie Birkhoffa, geodezyjne w polu Schwarzschilda, poprawki relatywistyczne do równań Newtona, układy planetarne. Zagadnienie czarnych dziur i ewolucja gwiazd. Elementy kosmologii: zasada kosmologiczna i metryka FRWL, równanie Friedmanna, dokładne rozwiązania, materia relatywistyczna (promieniowanie) i nierelatywistyczna (pyłowa) jako źródła rozszerzania się Wszechświata. Informacja o formowaniu struktur. Przyśpieszające rozszerzanie, zagadnienia ciemnej energii i ciemnej materii. Problemy standardowego modelu kosmologicznego. Promieniowanie grawitacyjne: natura fal, astrofizyczne źródła fal grawitacyjnych, metody detekcji. Elements and effects of the special theory of relativity: Lorentz contraction, time dilation, simultaneity and causality, relativistic Doppler effect, momentum and energy of a particle. Tensor calculus, transformation laws, tensor algebra and tensor analysis, coordinate independence. Connection as a geometrical object defining the parallel transport along a curve. Tensor characteristics of a connection: curvature and torsion – Bianchi identities. Metric (Levi-Civita) connection. Geodesic equations, affine parametrization. The equivalence principle. Einstein equations, contracted Bianchi identity and conservation laws of the energy-momentum tensor. The energy-momentum tensor of a perfect fluid and its physical

		interpretation. Newtonian limit and linearization of the Einstein equations. The Schwarzschild metric, Birkhoff's theorem, geodesics in the Schwarzschild spacetime, relativistic corrections of the Newton's equations, planetary systems. Black hole solutions and evolution of stars. Elements of cosmology: cosmological principle and FLRW metric, Friedmann equation, exact solutions, relativistic matter (radiation) and non-relativistic matter (dust) as sources of the expanding Universe. Structures formation. Accelerating expansion, the dark matter and the dark energy. Problems of the standard cosmological model. Gravitational radiation: nature of the waves, astrophysical sources of gravitational waves, detection methods.
16	Statistical physics 2 (Fizyka statystyczna 2)	Gibbsowskie sformułowanie termodynamiki stanów równowagowych. Więzy lub kwantowa statystyka jako źródło oddziaływań efektywnych. Granica termodynamiczna i stabilność materii. Magnetyczne, klasyczne i kwantowe przemiany fazowe jako paradygmat przemian fazowych. Przemiany fazowe i spontaniczne łamanie symetrii. Gibbs' formulation of thermodynamics of equilibrium states. Constraints and quantum statistics as the sources of effective interactions. Thermodynamic limit and stability of matter. Magnetic, classical and quantum phase transitions as a paradigm. Phase transitions and spontaneous symmetry breaking.
17	Contemporary problems in condensed matter physics (Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej)	Symetrie, skale i jednostki w fizyce. Oscylator harmoniczny, reprezentacja liczby obsadzeń. Cząstki i statystyka: bozony, fermiony i anyony. Nieoddziałujące elektrony, koncepcja powierzchni Fermiego: metale i izolatory. Nadprzewodnictwo: przykłady fizycznych własności nadprzewodników. Współczesne zagadnienia w nadprzewodnictwie: rodzina nadprzewodników wysokotemperaturowych. Idealny gaz Bosego – opis statystyczny. Kondensacja Bose-Einsteina (BE) jako przykład kwantowego przejścia fazowego. Kondensaty Bosego-Einsteina na sieciach optycznych. Praktyczne zastosowania kondensatów BE i nadprzewodników. Symmetries, scales and units in physics. Harmonic oscillator, occupation number representation. Particles and statistics: bosons, fermions and anyons. Free electrons, the concept of Fermi surface: metals and insulators. Superconductivity and high-Tc superconductivity. The ideal Bose gas. Bose-Einstein (BE) condensation as an example of quantum phase transition. BE condensates on optical lattices. Applications of BE condensates and superconductors in practice.
18	Praktyczna mechanika kwantowa	Kwantowanie wymiarowe: 2-D gaz elektronowy, 1-D druty kwantowe i 0-D kropki kwantowe. Heterostruktury i supersieci. Zastosowanie metody macierzy przejścia do opisu układów periodycznych. Nowe materiały: grafen i nanorurki węglowe. Transport kwantowy w układach nanoskopowych. Punktowy kontakt kwantowy (QPC). 2-D gaz elektronowy w silnym polu magnetycznym, kwantowanie Landaua. Kwantowy efekt Halla.
19	Simulation methods (Metody symulacji)	Zmienne losowe, centralne twierdzenie graniczne, proces Poissona. Typy generatorów liczb losowych. Generowanie wartości dyskretnych i ciągłych zmiennych losowych. Całkowanie metodą Monte Carlo. Symulacje metodą zdarzeń dyskretnych. Symulacje Monte Carlo w mechanice statystycznej. Algorytm Metropolisa. Kinetyczne Monte Carlo. Metoda Wanga-Landaua obliczania gęstości stanów. Random variables, the central limit theorem, the Poisson process. Types of random number generators. Generating the discrete and continuous random variables. Monte Carlo integration. Simulations using the discrete event method. Monte Carlo simulations in statistical mechanics. The Metropolis algorithm. Kinetic Monte Carlo. The Wang-Landau method for the density of states.
20	Metody numeryczne 2	Zaawansowane algorytmy numeryczne oraz ich implementacja do rozwiązywania wybranych problemów z fizyki. Równania różniczkowe cząstkowe; równania całkowe; maksima i minima funkcji; analiza danych.
21	Computer simulations in physics (Symulacje komputerowe w fizyce)	Dynamika molekularna. Całkowanie równań ruchu. Oddziaływania międzycząstkowe. Zastosowanie do cieczy Lennarda-Jonesa. Termostat Nosego-Hoovera. Dynamika molekularna w stałej temperaturze. Dynamika molekularna sztywnych sfer. Symulacje Monte Carlo. Proste próbkowanie. Symulacje perkolacji. Symulacje Monte Carlo w zespole kanonicznym, w zespole mikrokanonicznym, w wielkim zespole kanonicznym oraz w zespole izobaryczno-izotermicznym. Symulacje

		przejść fazowych. Finite-size scaling. Algorytmy klastrowe. Zastosowania kinetycznego Monte Carlo. Symulacje kwantowe. Molecular dynamics. Integration of equations of motion. Intermolecular interactions. Application to the Lennard-Jones liquids. The Nose-Hoover thermostat. Molecular dynamics at a constant temperature. Molecular dynamics of rigid spheres. Monte Carlo simulations. Simple sampling. Simulations of percolation. Monte Carlo simulations in the canonical, microcanonical, grand canonical and isobaric-isothermal ensemble. Simulations of phase transitions. Finite-size scaling. Cluster algorithms. Applications of the kinetic Monte Carlo. Quantum simulations.
22	Selected tools of modern theoretical physics 1A (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1A)	Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej: Python narzędziem naukowca. Wstęp do programowania w języku Python. Rozwiązywanie algebraicznych równań liniowych i nieliniowych. Rozkłady LU. Rozkłady wartości osobliwych. Metoda Newtona-Raphsona dla układów równań nieliniowych. Całkowanie ODE: metoda Rungego-Kutty, zmodyfikowana metoda punktu pośredniego i in. Liczby losowe: odchylenie standardowe, odchylenie gamma, odchylenie Poissona, odchylenie binominalne. Generowanie losowych bitów. Ciągi quasi-losowe. Symulacje Monte Carlo i ich zastosowanie w fizyce statystycznej. Symulacje grupy renormalizacyjnej macierzy gęstości i ich zastosowanie w fizyce ciała stałego. Symulacje macierzowych stanów produktowych i ich zastosowanie w informacji kwantowej. 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. LU decomposition. Singular value decomposition. The Newton-Raphson's method for solving systems of non-linear equations. ODE integration: Runge-Kutta methods, modified midpoint method, etc. Random numbers: standard deviation, gamma deviation, Poisson deviation, binomial deviation. Generation of random bits. Quasi-random sequences. Monte Carlo simulations and their applications in statistical physics. Simulations of density matrix renormalisation group and applications in solid state physics. Simulation of matrix product states and application in quantum information.
23	Selected tools of modern theoretical physics 1B ((Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1B)	Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej. Podstawy teorii przestrzeni Hilberta: geometria, iloczyny tensorowe, suma prosta i całka 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. Algebry grupowe i ich reprezentacje. Reprezentacje grup i teoria funkcji specjalnych (Bessela, Jacobiego, Legendre'a, Laguerre oraz Eulera). Reprezentacje unitarne grup: $SU(2)$, $SL(2, \mathbb{C})$ i grupy ruchów euklidesowych. Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. The basis of Hilbert space theory: geometry, tensor products, simple sum and simple integral of Hilbert spaces. Basis of 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 algebras and their representations. Group representations and the theory of special functions (Bessel, Jacobi, Legendre, Laguerre, Euler). Unitary representations of groups $SU(2)$, $SL(2, \mathbb{C})$ and the group of euclidean motions.
24	Selected tools of modern theoretical physics 2A (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 2A)	Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej. Elementy geometrii dla fizyków. Teoria tensorów i ich praw transformacji. Podstawy topologii, przestrzenie Hausdorffa, homeomorfizmy. Dyfeomorfizmy, mapy i atlasy. Pojęcie rozmaitości. Wektory styczne jako prędkości oraz jako derywacje. Pola wektorowe i potoki. Odwzorowania styczne i kostyczne. Rachunek różniczkowy na rozmaitościach. Koneksje liniowe i pochodne kowariantne. Elementy geometrii Riemanna. Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. Elements of geometry for physicists. The theory of tensors and their transformations. The basis of topology, Hausdorff spaces, homeomorphisms. Diffeomorphisms, charts and atlases. The notion of manifold. Tangent vectors as velocities and as derivations. Vector fields and flows. Tangent

		and cotangent transformations. The calculus on manifolds. Linear connections and covariant derivatives. Elements of Riemannian geometry.
25	Selected tools of modern theoretical physics 2B (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 2B)	Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej. Struktury algebraiczne: grupy, przestrzenie ciała, algebry, moduły i ich homomorfizmy. Operatory linowe, podprzestrzenie niezmiennicze, wielomiany maksymalne, rozkład Jordana. Operatory linowe w przestrzeniach z iloczynem skalarnym. Rozkład polarny. Kompleksyfikacja przestrzeni liniowej. Grupy skończone i ich reprezentacje. Teoria charakterów. Diagramy Younga. Algebry Liego i ich opis. Wagi i pierwiastki. Macierze Cartana. Formy Killinga. Grupy macierzowe. Odwzorowania Exp i Log. Wzór BHC. Algebry Liego grup liniowych. Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. Algebraic structures: groups, spaces, fields, algebras, modules, and their homomorphisms. Linear operators, invariant subspaces, maximal polynomials, Jordan decomposition. Linear operators in spaces with scalar product. Polar decomposition. Complexification of linear space. Finite groups and their representations. Character theory. Young diagrams. Lie algebras and their description. Weights and roots. Cartan matrices. Killing forms. Matrix groups. Exp and Log transformations. The BHC formula. Lie algebras of linear groups.
26	Trends in modern theoretical physics A/B/C (Trendy we współczesnej fizyce teoretycznej A/B/C)	Wprowadzenie w wybrane obszary badawcze współczesnej fizyki teoretycznej i zapoznanie z kierunkami badań prowadzonych aktualnie w Instytucie Fizyki Teoretycznej UWr, 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, funkcja partycji, rachunek zaburzeń w sformułowaniu całki po trajektoriach; symetrie i supersymetrie we współczesnych teoriach fizycznych; metody termodynamiczne w makroskopowym opisie materii: teoria Gibbsa, termodynamika równowagowa, funkcje fundamentalne i zasada maksimum, przejścia fazowe i zjawiska krytyczne. 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; thermodynamic methods in the description of macroscopic matter: Gibbs theory, equilibrium thermodynamics, fundamental functions and the maximum principle, phase transitions and critical phenomena.
27	Modern quantum mechanics with elements of quantum optics (Współczesna mechanika kwantowa z elementami optyki kwantowej)	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. Nielasyczne 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 – oddziaływanie atomów z otoczeniem. Ewolucja układów otwartych, równanie Lindblada. 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, composite systems and entangled states. 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 – interaction of atoms with the environment. The evolution of open systems, Lindblad equation.
28	Introduction to quantum information theory for physicists	Wprowadzenie do zasad i idei nowego podejścia do przechowywania i operowania informacjami przy użyciu mechaniki kwantowej. Podstawy teorii i praktyki obliczeń kwantowych, kryptografii kwantowej i komunikacji 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

	(Wstęp do informatyki kwantowej dla fizyków)	bramki logiczne i algorytmy kwantowe. Komputery kwantowe. Kryptografia kwantowa, dystrybucja klucza kwantowego i pieniądze kwantowe. Komunikacja kwantowa: teleportacja, sieci kwantowe. Introduction to the principles and concepts of storing and managing information using quantum mechanics. The basis of the theory as well as the practice of quantum computations, quantum cryptography, and quantum communication. 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 and quantum money. Quantum communication: teleportation, quantum lattices.
29	Projekt programistyczny	Modele cyklu życia projektu programistycznego. Wybór i wdrożenie systemu kontroli wersji w projekcie. Programowanie interfejsu graficznego użytkownika. Technologie potrzebne do wykonania projektu – do wyboru z: 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.
30	Wykład specjalistyczny/monograficzny	Zaawansowane treści specjalistyczne z zakresu szczegółowych zagadnień związanych z proponowanymi tematami prac magisterskich. Wykłady mają charakter autorski, a ich tematyka ściśle wiąże się z aktualną problematyką badań naukowych prowadzonych w Instytutach Fizyki Doświadczalnej i Teoretycznej UWr i bierze pod uwagę specyficzne zainteresowania naukowe studentów w danym cyklu kształcenia.
31	Pracownia magisterska 1/2	Przegląd literatury z zakresu zagadnień poruszanych w pracy magisterskiej, opanowanie niezbędnych technik i narzędzi badawczych, przeprowadzenie badań naukowych stanowiących podstawę przygotowywanej pracy magisterskiej.
32	Pracownia specjalistyczna	Zapoznanie ze specjalistycznymi technikami i zaawansowanymi metodami badawczymi stosowanymi w laboratoriach fizycznych Wydziału Fizyki i Astronomii UWr. Przygotowanie warsztatowe do prowadzenia badań naukowych związanych z realizacją pracy magisterskiej.
33	Lektorat	Zasoby leksykalno-gramatyczne wybranego języka nowożytnego odpowiadające biegłości na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Tematyka z zakresu fizyki, astronomii i informatyki. Specjalistyczne słownictwo i struktury gramatyczne umożliwiające rozumienie i analizę tekstów/wykładów fachowych oraz przedstawianie procesów i zjawisk fizycznych/astronomicznych.
34	Seminarium magisterskie 1/2	Prezentacja i dyskusja zagadnień z zakresu nowych odkryć, najważniejszych problemów i głównych kierunków badań w różnych obszarach współczesnej fizyki, problematyki badań naukowych z zakresu nauk fizycznych 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 treści, sposobów i technik prezentacji zagadnień, przekazu ze zrozumieniem, rzeczowej argumentacji, poprawności wnioskowania oraz prowadzenia dyskusji naukowej.
35	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.
36	Przedmiot humanistyczny/społeczny	Treści humanistyczno-społeczne uzależnione od wyboru konkretnego przedmiotu z dziedziny nauk humanistycznych lub dziedziny nauk społecznych z aktualnej oferty takich przedmiotów w UWr.

37	Nauki przyrodnicze a rozwój cywilizacji	Zagadnienia koncentrujące się wokół szans i zagrożeń cywilizacyjnych, kształtowania naukowego obrazu, relacji między nauką i kulturą oraz wiedzą naukową a innymi rodzajami wiedzy ludzkiej. Szczegółowy program powstaje we współpracy ze studentami danego cyklu kształcenia i jest dostosowany do specyfiki ich zainteresowań.
38	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.
39	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.
40	Pedagogika dla nauczycieli – wykład	System oświaty. 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.
41	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. Nauczyciel wychowawcą – planowanie i reżyserowanie pracy wychowawczej. Plan pracy wychowawczej szkoły. Metody i formy realizacji procesu wychowawczego. Alternatywne formy edukacji – założenia, koncepcje i możliwości wykorzystania w praktyce.
42	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.
43	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.
44	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.
45	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.
46	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.
47	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.
48	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.
49	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.
50	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.
51	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.
52	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 edukacyjnozawodowej. 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.
53	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.
54	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.
55	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.
56	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.
57	Kompetencje psychologiczno-pedagogiczne nauczyciela	Zasoby własne w pracy nauczyciela – identyfikacja i rozwój. Analiza arkusza obserwacji pracy nauczyciela. Kompetencje psychologiczno-pedagogiczne studenta. Sytuacja trudna w szkole. Zasoby ucznia. Indywidualne strategie radzenia sobie z trudnościami, stres i nauczycielskie wypalenie zawodowe. Rozwój zawodowy nauczyciela. Ścieżka rozwoju zawodowego nauczyciela.
58	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.
59	Praca magisterska i egzamin magisterski	Opracowanie i złożenie pracy magisterskiej przygotowanej zgodnie z wymaganiami stawianymi pracom dyplomowym na studiach II stopnia fizyki. Po uzyskaniu pozytywnej oceny pracy dyplomowej – zdanie egzaminu magisterskiego na zasadach określonych w warunkach ukończenia studiów na kierunku fizyka.

SPECIALTY – MASTER’S STUDY OF THEORETICAL PHYSICS

Item	Course	Content
1	Highlights of Modern Physics and Astrophysics	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.
2	Quantum electrodynamics	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.
3	Classical field theory	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.
4	Quantum field theory	Quantization of scalar fields, the Dirac field and the electromagnetic field. The loop expansion and renormalization. Path integrals. The non-Abelian theory.
5	General relativity and gravitation	Elements and effects of the special theory of relativity: Lorentz contraction, time dilation, simultaneity and causality, relativistic Doppler effect, momentum and energy of a particle. Tensor calculus, transformation laws, tensor algebra and tensor analysis, coordinate independence. Connection as a geometrical object defining the parallel transport along a curve. Tensor characteristics of a connection: curvature and torsion – Bianchi identities. Metric (Levi-Civita) connection. Geodesic equations, affine parametrization. The equivalence principle. Einstein equations, contracted Bianchi identity and conservation laws of the energy-momentum tensor. The energy-momentum tensor of a perfect fluid and its physical interpretation. Newtonian limit and linearization of the Einstein equations. The Schwarzschild metric, Birkhoff's theorem, geodesics in the Schwarzschild spacetime, relativistic corrections of the Newton's equations, planetary systems. Black hole solutions and evolution of stars. Elements of cosmology: cosmological principle and FLRW metric, Friedmann equation, exact solutions, relativistic matter (radiation) and non-relativistic matter (dust) as sources of the expanding Universe. Structures formation. Accelerating expansion, the dark matter and the dark energy. Problems of the standard cosmological model. Gravitational radiation: nature of the waves, astrophysical sources of gravitational waves, detection methods.
6	Statistical physics 2	Gibbs’ formulation of thermodynamics of equilibrium states. Constraints and quantum statistics as the sources of effective interactions. Thermodynamic limit and stability of matter. Magnetic, classical and quantum phase transitions as a paradigm. Phase transitions and spontaneous symmetry breaking.
7	Contemporary problems in condensed matter physics	Symmetries, scales and units in physics. Harmonic oscillator, occupation number representation. Particles and statistics: bosons, fermions and anyons. Free electrons, the concept of Fermi surface: metals and insulators. Superconductivity and high-Tc superconductivity. The ideal Bose gas. Bose-Einstein (BE) condensation as an example of quantum phase transition. BE condensates on optical lattices. Applications of BE condensates and superconductors in practice.
8	Selected tools of modern theoretical physics 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. LU decomposition. Singular value decomposition. The Newton-Raphson’s method for solving systems of non-linear equations. ODE integration: Runge-Kutta methods, modified midpoint method, etc. Random numbers: standard deviation, gamma deviation, Poisson

		deviation, binomial deviation. Generation of random bits. Quasi-random sequences. Monte Carlo simulations and their applications in statistical physics. Simulations of density matrix renormalisation group and applications in solid state physics. Simulation of matrix product states and application in quantum information.
9	Selected tools of modern theoretical physics 1B	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. The basis of Hilbert space theory: geometry, tensor products, simple sum and simple integral of Hilbert spaces. Basis of 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 algebras and their representations. Group representations and the theory of special functions (Bessel, Jacobi, Legendre, Laguerre, Euler). Unitary representations of groups $SU(2)$, $SL(2, \mathbb{C})$ and the group of euclidean motions.
10	Selected tools of modern theoretical physics 2A	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. Elements of geometry for physicists. The theory of tensors and their transformations. The basis of topology, Hausdorff spaces, homeomorphisms. Diffeomorphisms, charts and atlases. The notion of manifold. Tangent vectors as velocities and as derivations. Vector fields and flows. Tangent and cotangent transformations. The calculus on manifolds. Linear connections and covariant derivatives. Elements of Riemannian geometry.
11	Selected tools of modern theoretical physics 2B	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. Algebraic structures: groups, spaces, fields, algebras, modules, and their homomorphisms. Linear operators, invariant subspaces, maximal polynomials, Jordan decomposition. Linear operators in spaces with scalar product. Polar decomposition. Complexification of linear space. Finite groups and their representations. Character theory. Young diagrams. Lie algebras and their description. Weights and roots. Cartan matrices. Killing forms. Matrix groups. Exp and Log transformations. The BHC formula. Lie algebras of linear groups.
12	Trends in modern theoretical physics 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; thermodynamic methods in the description of macroscopic matter: Gibbs theory, equilibrium thermodynamics, fundamental functions and the maximum principle, phase transitions and critical phenomena.
13	Modern quantum mechanics with elements of quantum optics	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, composite systems and entangled states. 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 – interaction of atoms with the environment. The evolution of open systems, Lindblad equation.
14	Introduction to quantum information theory for physicists	Introduction to the principles and concepts of storing and managing information using quantum mechanics. The basis of the theory as well as the practice of quantum computations, quantum cryptography, and quantum communication. 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 and quantum money. Quantum communication: teleportation, quantum lattices.
15	Specialized/Monographic lecture	Advanced specialized lectures comprising specific issues related to the proposed subjects of M.Sc. theses. Their original and regularly updated content closely reflects the current research areas at the Institutes of Theoretical as well as

		Experimental Physics of the University of Wrocław, being also adjusted to the particular fields of scientific interest of the students.
16	Master Laboratory 1/2	Review of literature and other sources related to the subject of M.Sc. thesis. Mastering the necessary research tools and techniques. Carrying out scientific research constituting the basis for M.Sc. thesis.
17	Master Seminar 1/2	Presentation and discussion of recent achievements, major problems and main trends of research in different areas of modern physics, the fields of scientific research conducted at the Faculty of Physics and Astronomy of the University of Wrocław, and the subjects of M.Sc. 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.
18	Initial training in the field of OSH and fire protection	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.
19	Humanistic/Social course	Content dependent on the particular choice of the humanistic and/or social course from the current offer of such courses at the University of Wrocław.
20	Master Thesis and Master Degree Examination	Writing and submitting the Master thesis, prepared in accordance with the requirements established for diploma works at the second-degree level study in physics. Upon a positive opinion on the thesis – passing the Master exam (Master thesis defense) according to the rules set out in the conditions of graduation from physics.

PROGRAM STUDIÓW: FIZYKA, STUDIA II STOPNIA, SPECJALNOŚĆ FIZYKA DOŚWIADCZALNA

NAZWA PRZEDMIOTU	EGZ/ZAL (semestr)	łączny wymiar godz.	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	LICZBA GODZIN ZAJĘĆ W TYGODNIU																			
								I ROK									II ROK										
								semestr 1					semestr 2					semestr 3					semestr 4				
								WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS
Osiągnięcia fizyki współczesnej	ZAL (1)	30			30		3			2		3															
II pracownia fizyczna 2	ZAL (1)	120				120	8				8	8															
Pracownia jądrowa	ZAL (2)	60				60	6								4	6											
Elektrodynamika	EGZ (1)	60	30	30			6	2	2			6															
Praktyczna mechanika kwantowa	EGZ (2)	60	30	30			6						2	2			6										
Historia fizyki	ZAL (2)	30	30				3						2				3										
Wybrane metody diagnostyki powierzchni fazy skondensowanej	EGZ (1)	30	30				3	2				3															
Zaawansowane metody analizy danych	ZAL (2)	60	15			45	4						1			3	4										
Pracownia pomiarów i sterowania	ZAL (2)	45				45	4									3	4										
Wstęp do nanofizyki i nanotechnologii	EGZ (2)	60	30	30			5						2	2			5										
Highlights of Modern Physics and Astrophysics	ZAL (4)	30			30		4																	2		4	
Wykład specjalistyczny 1 ^a	EGZ (1)	60	30	30			6	2	2			6															
Wykład specjalistyczny 2 ^a	EGZ (3)	60	30	30			6											2	2			6					
Wykład specjalistyczny 3 ^a	EGZ (3)	60	30	30			6											2	2			6					
Wykład specjalistyczny 4 ^a	EGZ (4)	60	30	30			6																2	2		6	
Wykład monograficzny 1 ^a	EGZ (3)	30	30				3											2				3					
Wykład monograficzny 2 ^a	EGZ (4)	30	30				3																2			3	
Pracownia specjalistyczna	ZAL (2)	90				90	3									6	3										
Pracownia magisterska 1	ZAL (3)	150				150	5														10	5					
Pracownia magisterska 2	ZAL (4)	150				150	5																		10	5	
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	ZAL (1)	E-LEARNING					1					1															
Przedmiot humanistyczny/społeczny ^b	ZAL (3)						5														5						
Lektorat	EGZ (1)	60		60			4		4			4															
Seminarium magisterskie 1	ZAL (3)	30			30		3												2		3						
Seminarium magisterskie 2	ZAL (4)	30			30		3																	2		3	
Praca magisterska i egzamin magisterski	EGZ (4)						10																			10	
łącznie							121	6	8	2	8	31	7	4		16	31	6	4	2	10	28	4	2	4	10	31

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

UWAGI:
Na fizyce II stopnia student wybiera do realizacji program jednej ze specjalności.
^a Wykłady specjalistyczne i monograficzne są zajęciami do wyboru i za zgodą dziekana mogą być zastąpione innymi zajęciami specjalistycznymi.
Wykład specjalistyczny można zamienić dwoma wykładami monograficznym i na odwrót.
Wykład monograficzny w wymiarze 30 h i 3 ECTS można zastąpić kilkoma wykładami monograficznymi w łącznym wymiarze co najmniej 30 h i co najmniej 3 ECTS.
^b Student wybiera przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych, które może realizować na dowolnym wydziale po uzyskaniu zgody dziekana, uzyskując w ten sposób nie mniej niż 5 ECTS.

PROGRAM STUDIÓW: FIZYKA, STUDIA II STOPNIA, SPECJALNOŚĆ FIZYKA TEORETYCZNA

NAZWA PRZEDMIOTU	EGZ/ZAL (semestr)	łączny wymiar godz.	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	LICZBA GODZIN ZAJĘĆ W TYGODNIU																							
								I ROK										II ROK													
								semestr 1					semestr 2					semestr 3					semestr 4								
								WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS				
Osiągnięcia fizyki współczesnej	ZAL (1)	30			30		3			2		3																			
II pracownia fizyczna 2	ZAL (1)	120				120	8				8	8																			
Highlights of Modern Physics and Astrophysics	ZAL (2)	30			30		4							2		4															
Quantum electrodynamics	EGZ (1)	60	30	30			6	2	2			6																			
Classical field theory	EGZ (1)	60	30	30			6	2	2			6																			
Contemporary problems in condensed matter physics ^a	EGZ (1)	60	30	30			6	2	2			6																			
Wykład specjalistyczny 1 ^{a,d}																															
Statistical physics 2 ^b	EGZ (2)	60	30	30			6					2	2			6															
Wykład specjalistyczny 2 ^{b,d}																															
Theory of elementary particles	EGZ (3)	60	30	30			6										2	2			6										
Quantum field theory ^c	EGZ (2)	60	30	30			6					2	2			6															
General relativity and gravitation ^c	EGZ (4)	60	30	30			6															2	2			6					
Wykład specjalistyczny 3 ^d	EGZ (2)	60	30	30			6					2	2			6															
Wykład specjalistyczny 4 ^d	EGZ (3)	60	30	30			6										2	2			6										
Wykład monograficzny 1 ^d	EGZ (2)	30	30				3					2				3															
Wykład monograficzny 2 ^d	EGZ (2)	30	30				3					2				3															
Wykład monograficzny 3 ^d	EGZ (3)	30	30				3										2				3										
Wykład monograficzny 4 ^d	EGZ (4)	30	30				3															2				3					
Przedmiot humanistyczny/społeczny ^e	ZAL (3)						5														5										
Historia fizyki	ZAL (4)	30	30				3															2				3					
Pracownia magisterska 1	ZAL (3)	150				150	5													10	5										
Pracownia magisterska 2	ZAL (4)	150				150	5																	10	5						
Lektorat	EGZ (1)	60		60			4		4			4																			
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	ZAL (1)	E-LEARNING					1				1																				
Seminarium magisterskie 1	ZAL (3)	30			30		3												2		3										
Seminarium magisterskie 2	ZAL (4)	30			30		3																	2		3					
Praca magisterska i egzamin magisterski	EGZ (4)						10																			10					
łącznie							120	6	10	2	8	34	10	6	2		28	6	4	2	10	28	6	2	2	10	30				

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

UWAGI:
Na fizyce II stopnia student wybiera do realizacji program jednej ze specjalności.
^a Student wybiera i realizuje jeden z dwu wskazanych przedmiotów.
^b Student wybiera i realizuje jeden z dwu wskazanych przedmiotów.
^c Możliwość zmiany kolejności realizacji wskazanych zajęć w semestrach 2 i 4.
^d Wykłady specjalistyczne i monograficzne są zajęciami do wyboru i za zgodą dziekana mogą być zastąpione innymi zajęciami specjalistycznymi.
Wykład specjalistyczny można zamienić dwoma wykładami monograficznym i na odwrót.
Wykład monograficzny w wymiarze 30 h i 3 ECTS można zastąpić kilkoma wykładami monograficznymi w łącznym wymiarze co najmniej 30 h i co najmniej 3 ECTS.
^e Student wybiera przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych, które może realizować na dowolnym wydziale po uzyskaniu zgody dziekana, uzyskując w ten sposób nie mniej niż 5 ECTS.

PROGRAM STUDIÓW: FIZYKA, STUDIA II STOPNIA, SPECJALNOŚĆ FIZYKA KOMPUTEROWA

NAZWA PRZEDMIOTU	EGZ/ZAL (semestr)	łączny wymiar godz.	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	LICZBA GODZIN ZAJĘĆ W TYGODNIU																							
								I ROK										II ROK													
								semestr 1					semestr 2					semestr 3					semestr 4								
								WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS				
II pracownia fizyczna 2	ZAL (1)	120				120	8				8	8																			
Osiągnięcia fizyki współczesnej	ZAL (1)	30			30		3			2		3																			
Highlights of Modern Physics and Astrophysics	ZAL (2)	30			30		4							2		4															
Elektrodynamika	EGZ (1)	60	30	30			6	2	2			6																			
Praktyczna mechanika kwantowa	EGZ (2)	60	30	30			6						2	2			6														
Simulation methods	EGZ (1)	60	30			30	6	2			2	6																			
Metody numeryczne 2	EGZ (2)	60	30			30	6						2			2	6														
Computer simulations in physics	EGZ (2)	60	30			30	6						2			2	6														
Projekt programistyczny	ZAL (2)	30				30	3									2	3														
Wykład specjalistyczny 1 ^a	EGZ (2)	60	30	30			6						2	2			6														
Wykład specjalistyczny 2 ^a	EGZ (3)	60	30	30			6											2	2			6									
Wykład specjalistyczny 3 ^a	EGZ (3)	60	30	30			6											2	2			6									
Wykład specjalistyczny 4 ^a	EGZ (4)	60	30	30			6																2	2			6				
Wykład monograficzny 1 ^a	EGZ (1)	30	30				3	2				3																			
Wykład monograficzny 2 ^a	EGZ (3)	30	30				3											2				3									
Wykład monograficzny 3 ^a	EGZ (4)	30	30				3																2				3				
Przedmiot humanistyczny/społeczny ^b	ZAL (3)						5															5									
Historia fizyki	ZAL (4)	30	30				3																2				3				
Pracownia magisterska 1	ZAL (3)	150				150	5														10	5									
Pracownia magisterska 2	ZAL (4)	150				150	5																			10	5				
Lektorat	EGZ (1)	60		60			4		4			4																			
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	ZAL (1)	E-LEARNING					1				1																				
Seminarium magisterskie 1	ZAL (3)	30			30		3													2		3									
Seminarium magisterskie 2	ZAL (4)	30			30		3																		2		3				
Praca magisterska i egzamin magisterski	EGZ (4)						10																				10				
łącznie							120	6	6	2	10	31	8	4	2	6	31	6	4	2	10	28	6	2	2	10	30				

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

UWAGI:
Na fizyce II stopnia student wybiera do realizacji program jednej ze specjalności.
^a Wykłady specjalistyczne i monograficzne są zajęciami do wyboru i za zgodą dziekana mogą być zastąpione innymi zajęciami specjalistycznymi.
Wykład specjalistyczny można zamienić dwoma wykładami monograficznym i na odwrót.
Wykład monograficzny w wymiarze 30 h i 3 ECTS można zastąpić kilkoma wykładami monograficznymi w łącznym wymiarze co najmniej 30 h i co najmniej 3 ECTS.
^b Student wybiera przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych, które może realizować na dowolnym wydziale po uzyskaniu zgody dziekana, uzyskując w ten sposób nie mniej niż 5 ECTS.

PROGRAM STUDIÓW: FIZYKA, STUDIA II STOPNIA, SPECJALNOŚĆ FIZYKA NAUCZYCIELSKA																																					
NAZWA PRZEDMIOTU	EGZ/ZAL (semestr)	łączny wymiar godz.	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	WAR	PRA	ECTS	LICZBA GODZIN ZAJĘĆ W TYGODNIU																											
										I ROK														II ROK													
										semestr 1							semestr 2							semestr 3							semestr 4						
										WYK	K/ĆW	SEM	LAB	PRA	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	WAR	PRA	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	PRA	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	PRA	ECTS			
Nauki przyrodnicze a rozwój cywilizacji	ZAL (1)	60	30	30					3	2	2				3																						
Psychologia dla nauczycieli	EGZ (1)	15	15						1	1					1																						
Psychologia rozwoju człowieka	ZAL (1)	15		15					1		1				1																						
Pedagogika dla nauczycieli – wykład	EGZ (1)	15	15						1	1					1																						
Pedagogika dla nauczycieli – konwersatorium	ZAL (1)	15		15					1		1				1																						
Wspomaganie rozwoju dziecka i dysharmonie rozwojowe	ZAL (1)	15		15					1		1				1																						
Uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi	ZAL (2)	30		30					2							2					2																
Podstawy dydaktyki	ZAL (2)	45			30		15		3								2		1		3																
Dydaktyka fizyki	EGZ (2)	30	30						2						2						2																
Pracownia dydaktyki fizyki 1	ZAL (2)	45				45			4								3				4																
Pracownia dydaktyki fizyki 2	ZAL (3)	45				45			4														3		4												
Praktyka śródroczna w LO	ZAL (2)	20						20	1										20 ^b	1																	
Praktyka śródroczna w szkole podstawowej	ZAL (2)	20						20	1										20 ^b	1																	
Elementy prawa oświatowego i bezpieczeństwo w szkole	ZAL (2)	15					15		1								1				1																
Pedagogiczne podstawy pracy nauczyciela	ZAL (2)	15					15		1								1				1																
Psychologiczne podstawy pracy nauczyciela	ZAL (2)	30					30		1								2				1																
Praktyka psychologiczno-pedagogiczna w szkole (śródroczna)	ZAL (3)	30							2															30 ^b	2												
Praktyka dydaktyczna w szkole podstawowej – ciągła	ZAL (3)	40							2															40 ^b	2												
Praktyka dydaktyczna w LO – ciągła	ZAL (3)	40							2															40 ^b	2												
Emisja głosu	ZAL (3)	15		15					1													1				1											
Kompetencje psychologiczno-pedagogiczne nauczyciela	ZAL (4)	30			30				2																					2			2				
Warsztat pracy nauczyciela	ZAL (4)	30		30					3																					2			3				
Historia fizyki	ZAL (4)	30	30						3																			2					3				
Osiągnięcia fizyki współczesnej	ZAL (1)	30			30				3			2		3																							
II pracownia fizyczna 2	ZAL (1)	120				120			8				8	8																							
Pracownia jądrowa	ZAL (2)	60				60			6									4			6																
Highlights of Modern Physics and Astrophysics	ZAL (2)	30			30				4								2				4																
Obserwacje astronomiczne	ZAL (3)	15		15					1													1				1											
Praktyczna mechanika kwantowa	EGZ (4)	60	30	30					6																			2	2				6				
Wykład specjalistyczny 1 ^a	EGZ (1)	60	30	30					6	2	2			6																							
Wykład specjalistyczny 2 ^a	EGZ (3)	60	30	30					6												2	2				6											
Wykład monograficzny 1 ^a	EGZ (2)	30	30						3						2						3																
Wykład monograficzny 2 ^a	EGZ (3)	30	30						3												2					3											
Pracownia magisterska 1	ZAL (3)	150				150			5															10		5											
Pracownia magisterska 2	ZAL (4)	150				150			5																					10		5					
Seminarium magisterskie 1	ZAL (3)	30			30				3														2			3											
Seminarium magisterskie 2	ZAL (4)	30			30				3																					2			3				
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	ZAL (1)	E-LEARNING							1					1																							
Lektorat	EGZ (1)	60		60					4		4				4																						
Praca magisterska i egzamin magisterski	EGZ (4)								10																								10				
łącznie									120	6	11	2	8		30	4	3	4	7	5	40 ^b	29	4	4	2	13	110 ^b	29	4	2	4	10		32			

Oznaczenia:

WYK – wykład

K/ĆW – konwersatorium/ćwiczenia

LAB – laboratorium/pracownia

SEM – seminarium

WAR – warsztat

PRA – praktyka

UWAGI:

Na fizyce II stopnia student wybiera do realizacji program jednej ze specjalności.

^a Wykłady specjalistyczne i monograficzne są zajęciami do wyboru i za zgodą dziekana mogą być zastąpione innymi zajęciami specjalistycznymi.

Wykład specjalistyczny można zamienić dwoma wykładami monograficznym i na odwrót.

Wykład monograficzny w wymiarze 30 h i 3 ECTS można zastąpić kilkoma wykładami monograficznymi w łącznym wymiarze co najmniej 30 h i co najmniej 3 ECTS.

^b Wymiar zajęć podany w ujęciu semestralnym.

PROGRAM STUDIÓW: FIZYKA, STUDIA II STOPNIA, SPECJALNOŚĆ MASTER’S STUDY OF THEORETICAL PHYSICS

NAZWA PRZEDMIOTU		EGZ/ZAL (semestr)	łączny wymiar godz.	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	LICZBA GODZIN ZAJĘĆ W TYGODNIU																			
									I ROK									II ROK										
									semestr 1					semestr 2				semestr 3					semestr 4					
									WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS	WYK	K/ĆW	SEM	LAB	ECTS
BC I: Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1A		ZAL (1)	30	15			15	3	2 ^a			2 ^a	3															
BC I: Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1B		ZAL (1)	30	15	15			3	2 ^a	2 ^a			3															
BC I: Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 2A		ZAL (2)	30	15	15			3					2 ^a	2 ^a			3											
BC I: Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 2B		ZAL (2)	30	15	15			3					2 ^a	2 ^a			3											
BC II: Trendy we współczesnej fizyce teoretycznej A		ZAL (1)	20	10	10			2	2 ^b	2 ^b			2															
BC II: Trendy we współczesnej fizyce teoretycznej B		ZAL (1)	20	10	10			2	2 ^b	2 ^b			2															
BC II: Trendy we współczesnej fizyce teoretycznej C		ZAL (1)	20	10	10			2	2 ^b	2 ^b			2															
CC 1: Współczesna mechanika kwantowa z elementami optyki kwantowej		EGZ (1)	60	30	30			6	2	2			6															
CC 2: Klasyczna teoria pola		EGZ (1)	60	30	30			6	2	2			6															
CC 3:	Elektrodynamika kwantowa ^c	EGZ (1)	60	30	30			6	2	2			6															
	Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej ^c																											
CC 4:	Fizyka statystyczna 2 ^{d,e}	EGZ (2)	60	30	30			6					2	2			6											
	Kwantowa teoria pola ^{d,e}																											
CC 5: Ogólna teoria względności i grawitacja ^e		EGZ (4)	60	30	30			6															2	2			6	
CC 6: Wstęp do informatyki kwantowej dla fizyków ^e		EGZ (4)	60	30	30			6																2	2			6
Dokonania współczesnej fizyki i astrofizyki		ZAL (2)	30			30		4							2		4											
OC: Wykład specjalistyczny 1 ^f		EGZ (2)	60	30	30			6					2	2			6											
OC: Wykład specjalistyczny 2 ^f		EGZ (3)	60	30	30			6									2	2			6							
OC: Wykład specjalistyczny 3 ^f		EGZ (3)	60	30	30			6									2	2			6							
OC: Wykład monograficzny 1 ^f		EGZ (2)	30	30				3					2				3											
OC: Wykład monograficzny 2 ^f		EGZ (2)	30	30				3					2				3											
OC: Wykład monograficzny 3 ^f		EGZ (3)	30	30				3									2				3							
OC: Wykład monograficzny 4 ^f		EGZ (3)	30	30				3									2				3							
Lektorat języka polskiego ^g		EGZ (2)	60		60			5 ^g		2 ^g				2 ^g			5 ^g											
Przedmiot humanistyczny/społeczny ^h		ZAL (3)						5													5							
Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.		ZAL (1)	E-LEARNING					1				1																
Pracownia magisterska 1		ZAL (3)	150				150	5												10	5							
Pracownia magisterska 2		ZAL (4)	150				150	5																	10	5		
Seminarium magisterskie 1		ZAL (3)	30			30		3											2		3							
Seminarium magisterskie 2		ZAL (4)	30			30		3																2		3		
Praca magisterska i egzamin magisterski		EGZ (4)						10																		10		
łącznie								120	10	9 ^g		1	31	10	8 ^g	2		28	8	4	2	10	31	2	2	2	10	30

Oznaczenia:

- BC – kurs podstawowy
- CC – kurs zasadniczy
- OC – kurs fakultatywny
- WYK – wykład
- K/ĆW – konwersatorium/ćwiczenia
- LAB – laboratorium/pracownia
- SEM – seminarium

UWAGI:

- ^a Zajęcia realizowane w wymiarze 2 h wykładu i 2 h konwersatorium/laboratorium tygodniowo przez połowę semestru.
- ^b Zajęcia realizowane w wymiarze 2 h wykładu i 2 h konwersatorium tygodniowo przez pięć tygodni semestru.
- ^c Student wybiera i realizuje jako kurs zasadniczy CC 3 jeden z dwu wskazanych przedmiotów.
- ^d Student wybiera i realizuje jako kurs zasadniczy CC 4 jeden z dwu wskazanych przedmiotów.
- ^e Możliwość zmiany kolejności realizacji wskazanych zajęć w semestrach 2 i 4.
- ^f Student realizuje wykłady specjalistyczne/monograficzne prowadzone w języku angielskim w wymiarze zapewniającym uzyskanie łącznie w trakcie studiów co najmniej 120 ECTS.
Wykłady specjalistyczne i monograficzne są zajęciami do wyboru i za zgodą dziekana mogą być zastąpione innymi zaawansowanymi kursami prowadzonymi w języku angielskim.
Wykład specjalistyczny można zamienić dwoma wykładami monograficznymi i na odwrót.
Wykład monograficzny w wymiarze 30 h i 3 ECTS można zastąpić kilkoma wykładami monograficznymi w łącznym wymiarze co najmniej 30 h i co najmniej 3 ECTS.
- ^g Lektorat języka polskiego obowiązuje wyłącznie cudzoziemców.
- ^h Student wybiera przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub społecznych, które może realizować na dowolnym wydziale po uzyskaniu zgody dziekana, uzyskując w ten sposób nie mniej niż 5 ECTS.

STUDY PROGRAMME: PHYSICS, SECOND-DEGREE LEVEL, SPECIALTY – MASTER’S STUDY OF THEORETICAL PHYSICS

COURSE		EXAM/PASS (semester)	Total number of hours	LEC	CLA	SEM	LAB	ECTS credits	Number of class hours per week																			
									1st year										2nd year									
									semester 1					semester 2					semester 3					semester 4				
									LEC	CLA	SEM	LAB	ECTS	LEC	CLA	SEM	LAB	ECTS	LEC	CLA	SEM	LAB	ECTS	LEC	CLA	SEM	LAB	ECTS
Basic Course I: Selected tools of modern theoretical physics 1A		PASS (1)	30	15			15	3	2 ^a			2 ^a	3															
Basic Course I: Selected tools of modern theoretical physics 1B		PASS (1)	30	15	15			3	2 ^a	2 ^a			3															
Basic Course I: Selected tools of modern theoretical physics 2A		PASS (2)	30	15	15			3					2 ^a	2 ^a			3											
Basic Course I: Selected tools of modern theoretical physics 2B		PASS (2)	30	15	15			3					2 ^a	2 ^a			3											
Basic Course II: Trends in modern theoretical physics A		PASS (1)	20	10	10			2	2 ^b	2 ^b			2															
Basic Course II: Trends in modern theoretical physics B		PASS (1)	20	10	10			2	2 ^b	2 ^b			2															
Basic Course II: Trends in modern theoretical physics C		PASS (1)	20	10	10			2	2 ^b	2 ^b			2															
Core Course 1: Modern quantum mechanics with elements of quantum optics		EXAM (1)	60	30	30			6	2	2			6															
Core Course 2: Classical field theory		EXAM (1)	60	30	30			6	2	2			6															
Core Course 3:	Quantum electrodynamics ^c	EXAM (1)	60	30	30		6	2	2			6																
	Contemporary problems in condensed matter physics ^c																											
Core Course 4:	Statistical physics 2 ^{d,e}	EXAM (2)	60	30	30		6						2	2			6											
	Quantum field theory ^{d,e}																											
Core Course 5: General relativity and gravitation ^e		EXAM (4)	60	30	30			6															2	2			6	
Core Course 6: Introduction to quantum information theory for physicists ^e		EXAM (4)	60	30	30			6															2	2			6	
Highlights of Modern Physics and Astrophysics		PASS (2)	30			30		4							2		4											
Optional Course: Specialized lecture 1 ^f		EXAM (2)	60	30	30			6					2	2			6											
Optional Course: Specialized lecture 2 ^f		EXAM (3)	60	30	30			6										2	2			6						
Optional Course: Specialized lecture 3 ^f		EXAM (3)	60	30	30			6										2	2			6						
Optional Course: Monographic lecture 1 ^f		EXAM (2)	30	30				3					2				3											
Optional Course: Monographic lecture 2 ^f		EXAM (2)	30	30				3					2				3											
Optional Course: Monographic lecture 3 ^f		EXAM (3)	30	30				3										2				3						
Optional Course: Monographic lecture 4 ^f		EXAM (3)	30	30				3										2				3						
Preparatory Polish language course for foreigners ^g		EXAM (2)	60		60			5 ^g		2 ^g				2 ^g			5 ^g											
Humanistic/Social course ^h		PASS (3)						5														5						
Initial training in the field of OSH and fire protection		PASS (1)	E-LEARNING					1					1															
Master Laboratory 1		PASS (3)	150				150	5													10	5						
Master Laboratory 2		PASS (4)	150				150	5																10	5			
Master Seminar 1		PASS (3)	30			30		3											2		3							
Master Seminar 2		PASS (4)	30			30		3															2		3			
Master Thesis and Master Degree Examination		EXAM (4)						10																	10			
Total								120	10	9 ^g		1	31	10	8 ^g	2		28	8	4	2	10	31	2	2	2	10	30

LEGEND:

- LEC – lecture
- CLA – class
- LAB – laboratory
- SEM – seminar

REMARKS:

- ^a The course consists of 2 hours of lecture/class/laboratory per week for half a semester.
- ^b The course consists of 2 hours of lecture/class per week for five weeks.
- ^c Student picks one of the courses and passes it as Core Course 3.
- ^d Student picks one of the courses and passes it as Core Course 4.
- ^e The course can be taken alternatively in the 2nd or 4th semester.
- ^f Student takes as many Specialized/Monographic lectures as necessary to gain the required amount of 120 ECTS credits in total.
Specialized/Monographic lectures are optional courses that can be substituted, upon agreement with the Dean, by other advances courses in English.
Specialized lecture can be replaced by two Monographic lectures and vice versa.
A single 30-hour Monographic lecture for 3 ECTS credits can be replaced by a few shorter Monographic lectures lasting for a total of 30 hours or more and providing together at least 3 ECTS credits.
- ^g Preparatory Polish language course is obligatory for foreigners only.
- ^h At least 5 ECTS credits must be gained by passing Humanistic/Social courses. These courses can be taken, upon agreement with the Dean, from the offer of any faculty.

Matryca efektów uczenia się, form ich realizacji oraz metod weryfikacji

FIZYKA STUDIA II STOPNIA	kierunkowe efekty uczenia się																		Formy realizacji						Metody weryfikacji								punkty ETCS									
	wiedza									umiejętności							kompetencje społeczne																									
	F2_W01	F2_W02	F2_W03	F2_W04	F2_W05	F2_W06	F2_W07	F2_W08	F2_W09	F2_U01	F2_U02	F2_U03	F2_U04	F2_U05	F2_U06	F2_U07	F2_U08	F2_U09	F2_K01	F2_K02	F2_K03	F2_K04	F2_K05	F2_K06	wykład	konwersatorium/ćwiczenia	laboratorium/pracownia	seminarium	warsztat	praktyka	e-learning	egzamin		sprawdzian	praca kontrolna	sprawozdanie/raport	praca semestralna	rozwiąz. probl. na zajęciach	projekt	wypowiedź/wystąpienie ustne	zaliczenie praktyczne	
nazwa przedmiotu/modułu																																										
Osiągnięcia fizyki współczesnej	x					x						x				x			x		x		x					x							x			x			3	
Highlights of Modern Physics and Astrophysics (Dokonania współczesnej fizyki i astrofizyki)	x					x			x			x		x	x	x	x		x		x		x					x						x			x			4		
II pracownia fizyczna 2	x		x		x		x	x		x	x	x	x		x				x	x		x					x						x		x					8		
Pracownia jądrowa	x		x		x		x			x	x	x						x				x					x							x		x					6	
Pracownia pomiarów i sterowania					x						x			x						x	x				x			x							x					4		
Zaawansowane metody analizy danych		x		x							x		x	x										x	x		x								x					4		
Wybrane metody diagnostyki powierzchni fazy skondensowanej	x		x		x	x						x	x						x		x				x							x								4		
Wstęp do nanofizyki i nanotechnologii	x		x		x	x					x								x		x				x	x						x	x				x			5		
Praktyczna mechanika kwantowa	x	x	x	x		x							x												x	x							x				x			6		
Elektrodynamika	x	x		x									x												x	x							x	x				x			6	
Quantum electrodynamics (Elektrodynamika kwantowa)	x	x	x			x						x	x				x		x						x	x						x					x			6		
Classical field theory (Klasyczna teoria pola)	x	x	x			x						x	x					x		x					x	x						x	x				x			6		
Quantum field theory (Kwantowa teoria pola)	x	x	x			x						x	x					x		x					x	x						x					x			6		
Theory of elementary particles (Teoria cząstek elementarnych)	x	x	x			x					x		x					x							x	x						x	x				x			6		
General relativity and gravitation (Ogólna teoria względności i grawitacja)	x	x	x			x						x	x					x							x	x						x	x				x			6		
Statistical physics 2 (Fizyka statystyczna 2)	x	x	x			x							x					x							x	x						x	x				x			6		
Contemporary problems in condensed matter physics (Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej)	x	x	x			x							x					x		x					x	x						x	x				x			6		
Selected tools of modern theoretical physics 1A (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1A)			x									x													x		x							x				x			3	
Selected tools of modern theoretical physics 1B/2A/2B (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1B/2A/2B)		x										x													x	x								x				x			3	
Trends in modern theoretical physics A/B/C (Trendy we współczesnej fizyce teoretycznej A/B/C)	x					x						x	x						x		x				x	x							x				x			2		
Modern quantum mechanics with elements of quantum optics (Współczesna mechanika kwantowa z elementami optyki kwantowej)	x											x	x						x		x				x	x						x					x			6		
Introduction to quantum information theory for physicists (Wstęp do informatyki kwantowej dla fizyków)	x					x						x	x						x		x				x	x						x	x				x			6		
Simulation methods (Metody symulacji)		x		x						x			x	x											x	x						x						x			6	
Computer simulations in physics (Symulacje komputerowe w fizyce)		x		x						x	x		x	x											x		x						x					x			6	
Metody numeryczne 2		x	x	x									x	x											x		x						x					x	x		6	
Projekt programistyczny				x								x		x				x		x				x			x										x			3		
Wykłady specjalistyczne fizyki teoretycznej/komputerowej	x	x	x	x		x						x						x							x	x						x	x				x			6		
Wykłady monograficzne fizyki teoretycznej/komputerowej	x	x	x	x		x						x							x						x								x							3		
Wykłady specjalistyczne fizyki doświadczalnej/nauczycielskiej	x		x		x	x						x							x		x				x	x						x	x				x			6		
Wykłady monograficzne fizyki doświadczalnej/nauczycielskiej	x		x		x	x						x							x		x				x							x								3		
Historia fizyki	x											x													x												x				3	
Nauki przyrodnicze a rozwój cywilizacji	x							x				x													x	x										x		x			4	
Pracownia specjalistyczna						x	x			x	x	x								x							x											x			3	
Pracownia magisterska 1/2			x	x		x	x	x		x	x	x			x			x	x	x							x											x			5	
Seminarium magisterskie 1/2			x	x		x		x		x	x	x			x			x	x									x											x			3

[illegible]

Matrix od learning outcomes, forms of instruction and assessment methods

PHYSICS, SECOND-DEGREE LEVEL, SPECIALTY: MASTER’S STUDY OF THEORETICAL PHYSICS	Learning outcomes for the study programme																								Forms of instruction					Assessment methods					ETCS credits		
	Knowledge								Skills								Competences																				
	F2_W01	F2_W02	F2_W03	F2_W04	F2_W05	F2_W06	F2_W07	F2_W08	F2_W09	F2_U01	F2_U02	F2_U03	F2_U04	F2_U05	F2_U06	F2_U07	F2_U08	F2_U09	F2_K01	F2_K02	F2_K03	F2_K04	F2_K05	F2_K06	lecture	class	laboratory	seminar	e-learning	exam	test	essay	solving problems/ activity at classroom	project		oral presentation	
Course																																					
Selected tools of modern theoretical physics 1A			x									x													x		x				x			x			3
Selected tools of modern theoretical physics 1B/2A/2B		x										x													x	x					x			x			3
Trends in modern theoretical physics A/B/C	x					x						x	x						x		x				x	x					x			x			2
Modern quantum mechanics with elements of quantum optics	x											x	x						x		x				x	x				x				x			6
Classical field theory	x	x	x			x						x	x				x		x						x	x				x	x			x			6
Quantum electrodynamics	x	x	x			x						x	x				x		x						x	x				x				x			6
Contemporary problems in condensed matter physics	x	x	x			x							x				x		x		x				x	x				x	x			x			6
Statistical physics 2	x	x	x			x							x				x								x	x				x	x			x			6
Quantum field theory	x	x	x			x						x	x				x		x						x	x				x				x			6
General relativity and gravitation	x	x	x			x						x	x				x								x	x				x	x			x			6
Introduction to quantum information theory for physicists	x					x						x	x						x		x				x	x				x	x			x			6
Highlights of Modern Physics and Astrophysics	x					x			x			x		x	x	x	x		x		x		x						x				x			x	4
Specialized lecture	x	x	x	x		x						x					x		x						x	x				x	x			x			6
Monographic lecture	x	x	x	x		x						x					x		x						x					x							3
Preparatory Polish language course for foreigners																										x				x						x	4
Humanistic/Social course																									x	x				x	x						5
Initial training in the field of OSH and fire protection							x																						x		x						1
Master Laboratory 1/2		x	x			x	x	x		x	x	x			x			x	x	x		x		x			x								x		5
Master Seminar 1/2		x	x			x		x		x	x	x			x			x	x		x	x						x								x	3
Master Thesis and Master Degree Examination		x	x			x		x	x	x	x			x			x	x			x	x	x							x					x		10

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 specjalności *fizyka nauczycielska* na kierunku fizyka, studia II stopnia

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	Uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi	Praktyka psychologiczno-pedagogiczna w szkole	Kompetencje psychologiczno-pedagogiczne nauczyciela	Elementy prawa oświatowego i bezpieczeństwo 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	1	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		

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
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
1.3.3				X		X								X				X	X	X	X
1.3.4								X							X						
1.3.5														X						X	X
1.3.6												X			X						
1.3.7						X	X		X					X		X	X	X	X	X	X

[illegible]

[illegible]

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
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						

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
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							
konw./ ćwiczenia		X	X			X		X					X		X						
seminarium										X		X									
laboratorium																X	X				
praktyki									X									X	X	X	X
warsztat				X			X				X	X									
Metody weryfikacji																					
egzamin	X				X									X							
sprawdzian																					
projekt							X								X						
praca pisemna		X	X	X		X	X	X		X	X	X	X								
wypowiedź/ wystąpienie ustne				X						X		X	X								

Lp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
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. 2019, poz. 1450).