

FIZYKA: 4-SEMESTRALNE STUDIA MAGISTERSKIE II STOPNIA**TREŚCI PROGRAMOWE****(dla cykli kształcenia rozpoczynających się od roku akademickiego 2023/2024)**

Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe
1	Advanced General Relativity (Zaawansowane zagadnienia ogólnej teorii względności)	From Newton to Einstein: conceptual foundations of general relativity. Motion of particles and geodesic equation. Geodesic deviation and curvature. Energy momentum tensor and Einstein equations. Gravitational waves, theory and observations. Black holes, theory and observations. Gravitational lensing, theory and observations. Some modern developments in general relativity. Od Newtona do Einsteina: pojęciowe podstawy ogólnej teorii względności. Ruch cząstek i równanie geodezyjnych. Odchylenie geodezyjne i krzywizna. Tensor pędu energii i równania Einsteina. Fale grawitacyjne, teoria i obserwacje. Czarne dziury, teoria i obserwacje. Soczewkowanie grawitacyjne, teoria i obserwacje. Niektóre współczesne zagadnienia z zakresu ogólnej teorii względności.
2	Advanced Statistical Physics (Zaawansowana fizyka statystyczna)	Statistical physics of interacting gases (Gibbs' formulation of equilibrium state thermodynamics of interacting gases. Partition function. Mayer's cluster expansion. Virial expansion. Beth-Uhlenbeck approach to quantum gases. Equation of state of multicomponent plasma with applications to stars. Chemical equilibrium and Saha equation. Gravitational equilibrium of stars for different equations of state.) Statistical physics of quantized fields. (The method of quantized fields. Low-temperature behavior of Bose gas, Bose-Einstein condensation. Low-lying excitations in Fermi systems. Fermi-liquid theory. Equation of state of degenerate matter, white dwarfs, and neutron stars. Weak equilibrium and charge neutrality conditions. Gravitational equilibrium of white dwarfs and neutron stars.) Phase transitions (Phase transitions in Van-der-Waals gas. Lattice models. Spontaneous magnetization of a ferromagnet. Lattice gas and binary alloys. Ising model in the Bethe approximation. Critical exponents. Thermodynamic inequalities. Landau's theory of second-order phase transitions. Crystallization of white dwarf matter. Phase transitions from hadronic to quark matter in neutron stars.) Renormalization group approach (Basic scalings. Simple examples of renormalization. General form of renormalization group equations. Fluctuation-dissipation theorem. Linear response theory. Photon and neutrino interactions in the stellar matter within the linear response theory.) Fluctuations (Thermodynamic fluctuations. Spatial correlations. Fluctuation analysis on the example of Brownian motion. Statistical physics of nuclear reaction in stars, pycnonuclear reactions in neutron stars.) Fizyka statystyczna oddziałujących gazów (Sformułowanie Gibbsa termodynamiki stanu równowagowego oddziałujących gazów. Funkcja rozkładu. Rozwinięcie Mayera. Rozwinięcie Wirialne. Podejście Betha-Uhlenbecka do gazów kwantowych. Równanie stanu plazmy wieloskładnikowej z zastosowaniem do gwiazd. Równowaga chemiczna i równanie Saha. Grawitacyjna równowaga gwiazd dla różnych równań stanu). Fizyka statystyczna skwantowanych pól (Metoda pól skwantowanych. Zachowanie gazu Bosego w niskich temperaturach. Kondensacja Bosego-Einsteina. Niskie wzbudzenia w układach Fermiego. Teoria Fermiego cieczy. Równanie stanu materii zdegenerowanej. Białe karły i gwiazdy neutronowe. Słaba równowaga i warunki neutralności ładunków. Grawitacyjna równowaga białych karłów i gwiazd neutrono-

		wych). Przejścia fazowe (Przejścia fazowe w gazie Van-der-Waalsa. Modele na sieci. Spontaniczna magnetyzacja ferromagnetyka. Gaz na sieci i stopy dwuskładnikowe. Model Isinga w przybliżeniu Bethego. Wykładniki krytyczne. Nierówności termodynamiczne. Teoria Landaua przejść fazowych drugiego rodzaju. Krystalizacja materii w białych karłach. Przejścia fazowe pomiędzy materią hadronową a kwarkową w gwiazdach neutronowych). Podejście grupy renormalizacyjnej (Podstawowe skalowania. Proste przykłady renormalizacji. Ogólne sformułowanie równań grupy renormalizacji. Twierdzenie fluktuacji-dyssypacji. Teoria odpowiedzi liniowej. Oddziaływania fotonów i neutrin w materii gwiazdowej w teorii odpowiedzi liniowej). Fluktuacje (Fluktuacje termodynamiczne. Korelacje przestrzenne. Analiza fluktuacji na przykładzie ruchów Browna. Fizyka statystyczna reakcji jądrowych w gwiazdach, reakcje piknojądrowe w gwiazdach neutronowych).
3	Classical Field Theory (Klasyczna teoria pola)	From discrete to continuous mechanical systems. The essence of field theoretical description of nature. Fundamental concepts of the classical field theory. Relativistic physics and the geometry of the Minkowski space. The Poincare group and its representations. Elements of the tensor calculus. Basics models: relativistic particle, bosonic string. Variational formalism. Field equations. The Noether's theorem. Conserved charges. The energy-momentum tensor and its properties. Fundamental types of fields and their Lagrangian models. Gauge transformations. Gauge fields: abelian models, nonabelian models. Global symmetries and breaking of global symmetries. The Goldstone theorem. Local symmetries and breaking of local symmetries. The Higgs effect. Przejście graniczne od dyskretnych układów mechanicznych do ciągłych. Istota opisu teoriopolewego. Podstawowe koncepcje klasycznej teorii pola. Fizyka relatywistyczna i geometria przestrzeni Minkowskiego. Grupa Poincarego i jej reprezentacje. Podstawowe modele: cząstka relatywistyczna, struna bozonowa. Elementy rachunku tensorowego. Zasada wariacyjna. Twierdzenie Noether. Zachowane ładunki. Własności tensora energii-pędu. Podstawowe typy pól i analiza modeli lagranżowskich je opisujących. Pojęcie transformacji cechowania. Podstawowe modele pól z cechowaniem: abelowe i nieabelowe. Symetrie globalne i ich łamanie. Twierdzenie Goldstone'a. Symetrie lokalne i ich łamanie. Efekt Higgsa.
4	Computational Methods I (Metody obliczeniowe I)	Basic operations. Ordinary differential equations. Boundary value problems. Special functions, Fourier transformation and Gauss quadrature. Operacje podstawowe. Równania różniczkowe zwyczajne. Problemy wartości brzegowych. Funkcje specjalne, transformacja Fouriera i kwadratura Gaussa.
5	Computational Methods II (Metody obliczeniowe II)	Random numbers and Monte Carlo techniques. Partial differential equations. Particle code problems and smoothed particle hydrodynamics. Liczby losowe i techniki Monte Carlo. Równania różniczkowe cząstkowe. Metody cząsteczkowe, hydrodynamika cząstek rozmytych.
6	Contemporary Problems in Condensed Matter Physics (Współczesne problemy fizyki materii skondensowanej)	Normal metals, Fermi surface, conductivity. Basic facts about superconductivity. Method of canonical transformation. Pairing Hamiltonian and gap equation. Thermodynamics functions of a superconductor. Green's function at zero temperature. Representations. S-matrix. Green's functions at finite temperature. Free Green's function of a fermion. Feynman rules. Finite temperature Matsubara Green's functions. Computing loops in Matsubara formalism. Computing the self-energies for various normal systems. Electron Fock self-energy. Phonon self-energy. Microscopic BCS theory of superconductivity. Dyson equations and the gap equation. Josephson current from microscopic theory. Non-interacting Bose gas and condensation. Canonical transformation method for a Bose gas. Green's functions approach for

		a Bose gas. Diagram techniques for a Bose gas. Screening and linear response. Electron-phonon interaction in normal metals. Strong coupling superconductivity (Eliashberg theory). Metale normalne, powierzchnia Fermiego, przewodnictwo. Podstawowe fakty o nadprzewodnictwie. Metoda transformacji kanonicznej. Hamiltonian z parowaniem i równanie przerwy. Funkcje termodynamiczne nadprzewodnika. Funkcja Greena w zerowej temperaturze. Reprezentacje. Macierz S. Funkcje Greena w skończonej temperaturze. Swobodna funkcja Greena fermionu. Reguły Feynmana. Funkcje Greena Matsubary w skończonej temperaturze. Wyliczanie pętli w formalizmie Matsubary. Obliczanie energii własnych dla różnych układów normalnych. Energia własna elektronu Focka. Energia własna fononu. Mikroskopowa teoria nadprzewodnictwa BCS. Równania Dysona i równanie przerwy. Prąd Josephsona w teorii mikroskopowej. Nieoddziałujący gaz Bosego i kondensacja. Metoda transformacji kanonicznej dla gazu Bosego. Podejście funkcji Greena dla gazu Bosego. Techniki tworzenia diagramów dla gazu Bosego. Ekranowanie i odpowiedź liniowa. Oddziaływanie elektron-fonon w metalach normalnych. Nadprzewodnictwo silnego sprzężenia (teoria Eliashberga).
7	Data Analysis in Physics and Astronomy (Analiza danych fizycznych i astronomicznych)	Statistical frameworks and data analysis. Classical statistical inference. Bayesian statistical inference. Data mining and searching for structure in point data. Data dimensionality and its reduction. Regression and model fitting. Data classification. Time series analysis. Pakiety programowe do analizy danych i obliczeń statystycznych. Klasyczne wnioskowanie statystyczne. Bayesowskie wnioskowanie statystyczne. Eksporacja danych i wyszukiwanie struktury danych punktowych. Wymiarowość danych i metody redukcji wymiaru. Regresja i dopasowanie modelu. Klasyfikacja danych. Analiza szeregów czasowych.
8	Dydaktyka fizyki	Dydaktyka fizyki: charakterystyka, obszar zainteresowań badawczych oraz przegląd aktualnych tematów badań. Badania nauczycielskie. Fizyka jako przedmiot szkolny: przedmiot i jego miejsce w kształceniu ogólnym. Podstawa programowa. Cele kształcenia i treści nauczania przedmiotu fizyka. Program nauczania: tworzenie i modyfikacja, analiza, ocena, dobór i zatwierdzanie. Projektowanie procesu kształcenia. Rozkład materiału. Ewaluacja działań dydaktycznych. Podmiotowość i pełnomocność ucznia. Lekcja. Formalna struktura, cele lekcji, sytuacje wpływające na przebieg lekcji. Typy i modele lekcji fizyki. Zajęcia pozalekcyjne. Metody i zasady nauczania. Dobór metod dydaktycznych. Formy pracy. Organizacja pracy w klasie, praca w grupach. Indywidualizacja nauczania. Projektowanie środowiska lekcji, środki dydaktyczne – dobór i wykorzystanie. Kontrola i ocena efektów pracy uczniów: diagnoza, monitorowanie, ewaluacja i kontrola wyników a ocenianie. Kształtowanie motywacji do uczenia się. Uwarunkowania prawne pracy nauczyciela.
9	Elementy elektrodynamiki klasycznej	Narzędzia rachunkowe elektrodynamiki: rachunek różniczkowy i całkowy wektorów oraz funkcje delta Diraca. Elektrostatyka w próżni i w materii. Magnetostatyka w próżni i w materii. Układ równań Maxwella oraz zasady zachowania ładunku, energii i pędu. Transformacja Lorentza w elektrodynamice: czterowektor prądu, tensor pola elektromagnetycznego oraz tensor energii-pędu. Fale elektromagnetyczne w otwartej przestrzeni oraz w falowodach i światłowodach. Źródła promieniowania elektromagnetycznego: antena, lampa mikrofalowa, synchrotron, laser na swobodnych elektronach. Rola elektrodynamiki w fizyce współczesnej: nierozdzielny związek ze szczególną teorią względności, elektrodynamika jako teoria pola oraz jako punkt wyjścia do elektrodynamiki kwantowej.
10	Elementy fizyki statystycznej	Elementy termodynamiki: podstawowe założenia i pojęcia, zasady termodynamiki, równanie fundamentalne i potencjały termodynamiczne. Podstawowe założenia fizyki statystycznej. Zespoły

		statystyczne. Kwantowa fizyka statystyczna. Kanoniczne modele: gaz doskonały (klasyczny, kwantowy), oscylator harmoniczny (klasyczny, kwantowy), ciepło właściwe, model Isinga.
11	Elementy prawa oświatowego i bezpieczeństwo w szkole	Międzynarodowe i krajowe regulacje dotyczące praw człowieka. Odpowiedzialność prawna opiekuna, nauczyciela, wychowawcy. Źródła prawa oświatowego. Struktura systemu oświaty i funkcjonowanie placówek oświatowych. Nauczycielska pragmatyka zawodowa. Procedury postępowania nauczycieli w przypadku różnego rodzaju zagrożeń. Pierwsza pomoc. Choroby zawodowe nauczycieli.
12	Emisja głosu	Język jako narzędzie pracy nauczyciela. Praca z uczniami z ograniczoną znajomością języka polskiego lub zaburzeniami komunikacji językowej. Porozumiewanie się w celach dydaktycznych – sztuka wykładania, sztuka zadawania pytań, sposoby zwiększania aktywności komunikacyjnej uczniów. Praktyka wystąpień publicznych, poprawność językowa, etyka języka, etykieta korespondencji tradycyjnej i elektronicznej. Emisja głosu – budowa, działanie i ochrona narządu mowy. Warsztaty emisji głosu.
13	English (B2+ level) (Język angielski (poziom B2+))	Vocabulary and grammar resources of the English language corresponding to proficiency at B2+ level of the Common European Framework of Reference for Languages. Topics within the field of sciences, in particular physics and astronomy. Specialized vocabulary and grammar structures used in academic environment, enabling the student to understand and analyse professional texts/lectures, as well as to describe and present physics-related issues. Zasoby leksykalno-gramatyczne języka angielskiego odpowiadające biegłości na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Tematyka z zakresu nauk ścisłych, w szczególności fizyki i astronomii. Specjalistyczne słownictwo i struktury gramatyczne używane w środowisku akademickim, umożliwiające rozumienie i analizę fachowych tekstów i wykładów oraz opisywanie i prezentowanie zagadnień fizycznych.
14	Entrepreneurship and Intellectual Property Protection (Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej)	Introduction to a global high technology market. Assessment of individual business skills. Selection of a new business idea from a high technology area. Market evaluation of a new idea/technology. Study of market competitiveness. Possible methods of IP assessment and protection. Raising capital for innovative activity/business. Successive stages of the introduction of a technology to the market. Registration and introduction of a new entity into the market. Zapoznanie ze światowym rynkiem wysokich technologii. Ocena umiejętności biznesowych. Selekcja pomysłu biznesowego z obszaru wysokich technologii. Rynkowa ocena pomysłu/technologii. Badania konkurencyjności rynku. Metody ochrony własności intelektualnej. Pozyskiwanie kapitału na działalność innowacyjną. Kolejne etapy wprowadzenia technologii na rynek. Rejestracja i wprowadzenie podmiotu biznesowego na rynek.
15	Ethics in Research (Etyka badań naukowych)	The specifics of ethics, code ethics vs. situational ethics, the difference between ethical codes and laws, selected provisions of ethical codes; copyright law and the ethical dimension of plagiarism, the ethical foundations of copyright law, copyright law in the field of scientific research, borderline areas: self-plagiarism, cryptocitation, the problem of duplication of publications and "salami slicing", the credibility of research, the norms governing co-authorship of papers; ethical aspects of reviewing publications: Conflict of interest, challenges to the anonymity of reviews, the problem of bias, confidentiality of data, scope of expertise; ethical aspects of patent law; conflict of interest in scientific research; falsification of research results; social responsibility of the scientist; problems of the modern world; problems of research ethics related to work at the university: closed scientific environment, bullying (sexuality, carnality), verbal bullying, types of bullying specific to the university environment, use of institutional advantage: teacher-student relationship, promoter-doctoral student, scientist experienced more-less.

		Specyfika etyki, etyka kodeksowa a sytuacyjna, różnica między kodeksami etycznymi a przepisami prawnymi, wybrane zapisy kodeksów etycznych; prawo autorskie a etyczny wymiar plagiatu, etyczne podstawy prawa autorskiego, prawo autorskie w obszarze badań naukowych, obszary graniczne: autoplgiat, kryptocyat, problem powielania publikacji i "salami slicing", wiarygodność badań, normy regulujące współautorstwo prac; etyczne aspekty recenzowania publikacji: konflikt interesów, wyzwania związane z anonimowością recenzji, problem stroniczości, poufność danych, zakres ekspertyzy; etyczne aspekty prawa patentowego; konflikt interesów w badaniach naukowych; fałszowanie wyników badań; społeczna odpowiedzialność naukowca; problemy współczesnego świata; problemy etyki badań naukowych związane z pracą na uczelni: zamknięte środowisko naukowe, mobbing (seksualność, cielesność), mobbing słowny, typy mobbingu specyficzne dla środowiska uczelni, wykorzystywanie przewagi instytucjonalnej: relacja nauczyciel-student, promotor-doktorant, naukowiec doświadczony bardziej-mniej.
16	General Relativity and Gravitation (Ogólna teoria względności i grawitacja)	Szczególna Teoria Względności: czasoprzestrzeń Minkowskiego, transformacje Lorentza, obserwatorzy przyspieszający. Zasada równoważności Einsteina. Rachunek tensorowy. Rozmaitości, pola tensorowe. Geometria afiniczna i metryczna: koneksja, transport równoległy, metryka, geodezyjne, krzywizna. Tensor energii-pędu. Równania Einsteina. Granica newtonowska. Testy Ogólnej Teorii Względności. Geometria Schwarzschilda, czarne dziury, równowaga hydrostatyczna gwiazd. Kosmologia: równania Friedmanna, przyspieszająca ekspansja, ciemna energia, ciemna materia. Fale grawitacyjne. Special Theory of Relativity: Minkowski spacetime, Lorentz transformations, accelerated observers. Einstein's Equivalence Principle. Tensor calculus. Manifolds and tensor fields. Affine and metric geometry: connection, parallel transport, metric, geodesics, curvature. Energy-momentum tensor. Einstein's equations. Newtonian limit. Tests of General Relativity. Schwarzschild's geometry, black holes, hydrostatic equilibrium of stars. Cosmology: Friedmann's equations. accelerated expansion, dark energy, dark matter. Gravitational waves.
17	Gravitational Waves (Fale grawitacyjne)	Einstein's equations, linear approximation, post-Newtonian approximation. Mathematics and physics of gravitational waves. Astrophysical and cosmological sources of gravitational radiation. Gravitational waveforms of binary systems. Detection of gravitational waves. Równania Einsteina, przybliżenie liniowe, przybliżenie pozanewtonowskie. Matematyka i fizyka fal grawitacyjnych. Astrofizyczne i kosmologiczne źródła promieniowania grawitacyjnego. Postać fali grawitacyjnej dla układów podwójnych. Detekcja fal grawitacyjnych.
18	Highlights of Modern Physics and Astrophysics (Dokonywania współczesnej fizyki i astrofizyki)	Presentation and discussion of selected topics of modern physics and astrophysics, with emphasis placed on major achievements, groundbreaking discoveries and leading trends of current research. Review of literature and other sources on a given topic, preparing an abstract of oral presentation, delivering a talk, scientific discussion, writing an essay. Opracowanie, prezentacja i dyskusja wybranych zagadnień współczesnej fizyki i astrofizyki, z naciskiem na najważniejsze osiągnięcia, przełomowe odkrycia i główne trendy prowadzonych aktualnie badań. Przegląd literatury i innych źródeł na wybrany temat, przygotowanie streszczenia, wygłoszenie referatu, dyskusja omawianej tematyki, opracowanie pisemne wybranego zagadnienia.
19	Historia astronomii	Do czego ludziom potrzebna jest astronomia? Astronomia prehistoryczna. Astronomia hellenistyczna I: inspiracje, model geocentryczny. Astronomia hellenistyczna II: najważniejsze osiągnięcia, instrumenty obserwacyjne. Astronomia hellenistyczna III: „Almagest”, pokłosie. Przewrót kopernikański: „De revolutionibus”. Godni kontynuatorzy: Brahe, Kepler, Galileusz. „Philosophiae naturalis principia

		mathematica”, sukcesy mechaniki nieba. Reforma uniwersytetów, towarzystwa naukowe, obserwatoria astronomiczne. Astronomia gwiazd. Narodziny i rozwój astrofizyki. Towarzystwa i czasopisma astronomiczne. Rozwój obserwatoriów. Poznanie natury gwiazd. Kształtowanie się poglądów na budowę Galaktyki i Wszechświata. Astronomia w Polsce. Astronomia we Wrocławiu.
20	Historia fizyki	Wiedza naukowa a inne rodzaje wiedzy. Fenomen nauki. Elementy metodologii nauki (fizyki). Etapy rozwoju wiedzy naukowej jako części procesu zmian cywilizacyjnych. Początki nauki albo nauki przyrodnicze, kiedy jeszcze ich nie było. Początki matematyki (ilościowego opisu świata), odkrycie liczby i jego konsekwencje. Filozoficzny okres rozwoju wiedzy naukowej. Grecka filozofia przyrody i jej konsekwencje. Prototypy idei fizycznych jako linie kierunkowe rozwoju poznania. Etapy rozwoju fizyki. Proces wyłaniania się z filozofii przyrody systemu nowożytnych nauk, w tym fizyki. Od Kopernika i Galileusza do mechanistycznego obrazu świata – ontologiczne założenia mechaniki Newtona. Fizyka nowożytna od Newtona do Einsteina. Szanse i zagrożenia współczesnej nauki. Na „froncie badań” w fizyce. Metodologiczne koncepcje rozwoju nauki.
21	Initial Training on OHS and Fire Protection (Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.)	Basic concepts of occupational safety and health (OSH). Harmful and oppressive factors that can occur during classes. Legislation on health and safety at the universities. What to do in the case of an accident. Basic rules of first aid. OHS and fire protection hazards in the place of learning. Organization of fire protection. Causes and spreading of fires. Basic duties and tasks resulting from fire prevention regulations. What to do in the event of fire. Rules of using the fire-fighting equipment and devices. Podstawowe pojęcia dotyczące bhp. Czynniki szkodliwe dla zdrowia lub uciążliwe występujące podczas zajęć studenckich. Akty prawne dotyczące bhp w szkołach wyższych. Postępowanie w razie zaistnienia wypadku. Podstawowe zasady udzielania pierwszej pomocy. Zagrożenia bhp i p-poż. występujące w miejscu nauki. Organizacja ochrony przeciwpożarowej. Przyczyny powstawania i rozprzestrzeniania się pożarów. Podstawowe obowiązki i zadania wynikające z przepisów w zakresie zapobiegania pożarom i na wypadek powstania pożaru. Zasady stosowania i umiejętności posługiwania się sprzętem i urządzeniami pożarniczymi.
22	Introduction to Quantum Information Theory for Physicists (Wstęp do informatyki kwantowej dla fizyków)	Introduction to the principles and concepts of storing and managing information using quantum mechanics. Qubits and their representations, quantum measurements, density operators, pure and mixed states, quantum operations, decoherence. Quantum correlations: EPR paradox, Bell’s inequalities, quantum entanglement, measures and witnesses of entanglement. Quantum logic gates and quantum algorithms. Quantum computers. Quantum cryptography, distribution of quantum key. Quantum communication: teleportation, quantum lattices. Wprowadzenie do zasad i idei nowego podejścia do przechowywania i operowania informacjami przy użyciu mechaniki kwantowej. Kubity i ich reprezentacje, pomiary kwantowe, operatory gęstości, stany czyste i mieszane, operacje kwantowe, dekoherencja. Korelacje kwantowe: paradoks EPR, nierówności Bella, splątanie kwantowe, miary i świadkowie splątania. Kwantowe bramki logiczne i algorytmy kwantowe. Komputery kwantowe. Kryptografia kwantowa, dystrybucja klucza kwantowego. Komunikacja kwantowa: teleportacja, sieci kwantowe.
23	Język obcy (poziom B2+)	Zasoby leksykalno-gramatyczne języka obcego nowożytnego odpowiadające biegłości na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Tematyka z zakresu nauk ścisłych, w szczególności fizyki. Specjalistyczne słownictwo i struktury gramatyczne używane w środowisku akademickim, umożliwiające rozumienie i analizę fachowych tekstów i wykładów oraz opisywanie i prezentowanie zagadnień fizycznych.

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

		Astronomy of the University of Wrocław in the field of physics, and the subjects of Master theses prepared by the students. Presentation and discussion of the initial or expected results of the students' scientific work. The issues of proper use of sources, critical analysis of their content, presentation rules and techniques, the ability to transfer a message, correct reasoning, and conducting scientific discussion based on factual argumentation.
29	Modern Quantum Mechanics with Elements of Quantum Optics (Współczesna mechanika kwantowa z elementami optyki kwantowej)	Introduction to statistical aspects of modern quantum mechanics and its relationship with quantum information theory. The basis of quantum optics, including fundamental experiments verifying quantum theory. The structure of quantum theory: pure and mixed states, compound systems entangled states, structure of the state space; entanglement monotones. Non-classical aspects of quantum mechanics. Photon field and its states (thermal, coherent, squeezed). EPR states, teleportation and its optical realization. Atom-photon interaction (the Rabi model, the Jaynes-Cummings model). Open systems. The evolution of open systems. Wprowadzenie do aspektów statystycznych współczesnej mechaniki kwantowej i jej związków z teorią informacji kwantowej. Dostarczenie podstawowej wiedzy z optyki kwantowej, w tym o fundamentalnych eksperymentach weryfikujących teorię kwantową. Struktura teorii kwantowej, czyste i mieszane stany kwantowe, układy złożone, stany splątane, struktura przestrzeni stanów, miary splątania. Nieklasyczne aspekty mechaniki kwantowej. Pole fotonowe i jego stany (termalne, koherentne, ściśnięte). Stany EPR, teleportacja i jej realizacja optyczna. Oddziaływanie atom-foton (model Rabiego, model Jaynesa-Cummingsa). Układy otwarte. Ewolucja układów otwartych.
30	Monographic Lecture (Wykład monograficzny)	Specific advanced issues related to the field of study, taking into account the proposed topics of master theses. Their original and regularly updated content closely reflects the current research areas at the Faculty of Physics and Astronomy, being also adjusted to the particular fields of scientific interest of the students. Zaawansowane treści specjalistyczne z zakresu szczegółowych zagadnień związanych z kierunkiem studiów, z uwzględnieniem proponowanych tematów prac magisterskich. Wykłady mają charakter autorski, a ich tematyka ściśle wiąże się z aktualną problematyką badań naukowych prowadzonych na Wydziale Fizyki i Astronomii UWr i bierze pod uwagę specyficzne zainteresowania naukowe studentów w danym cyklu kształcenia.
31	Nauki przyrodnicze a rozwój cywilizacji	Nauka instytucjonalna – aspekt socjologiczno-historyczny. Wiedza naukowa a inne rodzaje wiedzy ludzkiej. Rola nauki w zmianach cywilizacji. Szanse i zagrożenia dla współczesnej cywilizacji wynikające z rozwoju nauk ścisłych i przyrodniczych. Relacje między nauką a kulturą materialną i symboliczną. Kontekst etyczny i filozoficzny funkcjonowania nauki. Szczegółowy program prezentacji studenckich na konwersatorium powstaje w uzgodnieniu ze studentami.
32	Neutrino Physics (Fizyka neutrin)	A short history of neutrino physics: beta-decay, Pauli hypothesis, Fermi theory, discovery of neutrino in 1950s, discovery of muon neutrino. Neutrinos in the Standard Model, charge current and neutral current processes. Dirac and Majorana neutrino. Neutrino interactions with electrons, hadrons and nuclei. Detection of neutrinos. Neutrino mass, neutrino oscillations, neutrino oscillation experiments. Neutrino oscillation parameters. Solar neutrinos, solar neutrino flux, pp neutrinos, CNO cycle. Deficit of solar neutrinos. MSW effect for solar neutrinos. Supernovae neutrinos, diffuse neutrino spectrum, information from SN1987. Relic neutrinos as Big Bang remnants. Leptogenesis, measurement of CP violation in neutrino oscillations. Astrophysical sources of high-energy neutrinos. Neutrino telescopes, IceCub, km3net experiments.

		Historia fizyki neutrin: rozpad beta, hipoteza Pauliego, teoria Fermiego, odkrycie neutrina w latach 1950-tych, odkrycie neutrina mionowego. Neutrino Diraca i Majorany. Oddziaływania neutrin z elektronami, hadronami i jądrami. Detekcja neutrin. Masa neutrin, oscylacje neutrin, eksperymenty z oscylacjami neutrin. Parametry oscylacji neutrin. Neutrino słoneczne, strumień neutrin słonecznych, neutrina pp, cykl CNO. Deficyt neutrin słonecznych. Efekt MSW dla neutrin słonecznych. Neutrino z wybuchów supernowych, rozproszone ("diffuse") widmo neutrin, informacje z SN1987. Reliktowe neutrino jako pozostałość po Wielkim Wybuchu. Leptogeneza, pomiar łamania CP w oscylacjach neutrin. Astrofizyczne źródła neutrin wysokoenergetycznych. Teleskopy neutrinowe, eksperymenty IceCube oraz km ³ net.
33	Obserwacje astronomiczne	Podstawy obserwacji: Astronomia jako nauka. Ruch obrotowy i obiegowy Ziemi. Podstawowe rodzaje obiektów na niebie. Wprowadzenie do obserwacji astrofizycznych: jasności gwiazdowe, układy współrzędnych, atlasy i gwiazdozbiory, czas w astronomii, równanie czasu, zmierniki i światy, refrakcja atmosferyczna, warunki obserwacji, charakterystyka parametrów teleskopów, budowa teleskopów, wady optyczne, małe i duże teleskopy naziemne, teleskopy kosmiczne, fotometria, spektroskopia. Praktyka obserwacji: Zapoznanie się z miejscem obserwacji i instrumentami obserwacyjnymi. Budowa teleskopu znajdującego się w obserwatorium IA UWr oraz teleskopów dydaktycznych: optyka, montaż, detektor CCD, koło filtrów, autoguider, sterowanie, obsługa kopuły obserwacyjnej. Ogólne omówienie elementów techniki i programu obserwacji stosowanych w obserwatorium astrofizycznym IA UWr: fotometria wielobarwna, fotometria różnicowa, fotometryczne szeregi czasowe, fotometria wielobarwna gromad gwiazd (gromady otwarte i kuliste), wykresy barwa-jasność, zmienność fotometryczna gwiazd (gwiazdy pulsujące, zaćmieniowe, zmienne nieregularne). Omówienie typowego przebiegu obserwacji astrofizycznych: obrazy kalibracyjne (obrazy obiektów przed i po kalibracji), obserwacje wybranych obiektów, sposoby wykonania pomiarów fotometrycznych i krzywa blasku. Obserwacje i astrofotografia teleskopami dydaktycznymi IA UWr.
34	Osiągnięcia fizyki współczesnej	Opracowanie, prezentacja i dyskusja wybranych zagadnień współczesnej fizyki, z naciskiem na najważniejsze osiągnięcia, przełomowe odkrycia i główne trendy prowadzonych aktualnie badań. Przegląd literatury i innych źródeł na wybrany temat, przygotowanie streszczenia, wygłoszenie referatu, dyskusja prezentowanej problematyki (prowadzenie i udział), opracowanie pisemne wybranego zagadnienia.
35	Pedagogiczne podstawy pracy nauczyciela	Rola początkującego nauczyciela w szkolnej rzeczywistości. Najczęstsze problemy początkujących nauczycieli. Uwarunkowania sukcesu w pracy nauczyciela. Plan pracy wychowawczo-profilaktycznej. Wspomaganie ucznia w projektowaniu ścieżki edukacyjno-zawodowej. Metody i techniki określania potencjału ucznia. Przygotowanie uczniów do uczenia się przez całe życie. Style kierowania klasą, ład i dyscyplina. Rozwijanie u dzieci, uczniów lub wychowanków kompetencji komunikacyjnych i umiejętności społecznych niezbędnych do nawiązywania poprawnych relacji. Współpraca rodziny i szkoły.
36	Pedagogika dla nauczycieli – konwersatorium	Profilaktyka zagrożeń rozwoju dzieci i młodzieży. Dzieci uzależnione, zaniedbane i pozbawione opieki. Agresja i przemoc (także cyberprzemoc) w szkole. Klasa szkolna jako środowisko społeczne i wychowawcze. Dialog w pracy nauczyciela - tworzenie klimatu wychowawczego w klasie i szkole. Funkcjonowanie klasy szkolnej jako grupy społecznej, procesy społeczne w klasie, rozwiązywanie konfliktów w klasie lub grupie wychowawczej, animowanie życia społeczno-kulturalnego klasy. Nauczyciel wychowawcą – planowanie i reżyserowanie pracy wychowawczej. Program pracy wychowawczej, style kierowania klasą, ład i dyscyplina. Różnicowanie, indywidualizacja i personalizacja pracy z uczniami. Znaczenie współpracy rodziny ucznia i szkoły oraz szkoły ze środowiskiem pozaszkolnym. Plan pracy

		wychowawczej szkoły. Metody i formy realizacji procesu wychowawczego. Alternatywne formy edukacji – założenia, koncepcje i możliwości wykorzystania w praktyce.
37	Pedagogika dla nauczycieli – wykład	Szkoła jako instytucja edukacyjna, funkcje i cele edukacji szkolnej. Modele współczesnej szkoły. Ukryty program szkoły. Zawód nauczyciela. Rola nauczyciela, koncepcje pracy nauczyciela. Etyka zawodowa nauczyciela. Poszanowanie godności dziecka/ucznia/wychowanka. Wychowanie a rozwój. Ontologiczne, aksjologiczne, antropologiczne podstawy wychowania. Istota i funkcje wychowania. Proces wychowania, jego struktura, właściwości, dynamika. Media i ich wpływ wychowawczy. Praca opiekuńczo-wychowawcza nauczyciela. Nauczyciel jako wychowawca klasy. Metodyka pracy wychowawczej. Program pracy wychowawczej.
38	Pedagogika – uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi	Pomoc psychologiczno-pedagogiczna w szkole – regulacje prawne, formy i zasady udzielania wsparcia. Specjalne potrzeby edukacyjne uczniów i ich uwarunkowania. Diagnoza funkcjonalna – cele, metody, etapy. Narzędzia stosowane w diagnozie nauczycielskiej. Uczeń z zaburzeniami ze spektrum autyzmu. Uczeń z zaburzeniami w komunikowaniu się. Uczeń z niepełnosprawnością intelektualną i ruchową. Uczeń z zaburzeniami wzroku i słuchu. Uczeń przewlekle chory. Uczeń z trudnościami w uczeniu się. Uczeń z trudnościami adaptacyjnymi, związanymi z doświadczeniem migracyjnym. Dostosowanie procesu kształcenia do specjalnych potrzeb edukacyjnych uczniów. Różnicowanie, indywidualizacja i personalizacja pracy z uczniami. Projektowanie wsparcia, konstruowanie indywidualnych programów rozwoju uczniów. Ocena skuteczności wsparcia uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. Integracja i inkluzja. Edukacja włączająca – przykłady dobrych praktyk. Współpraca rodziny i szkoły w procesie wspierania rozwoju uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi.
39	Podstawy dydaktyki	Dydaktyka jako subdyscyplina pedagogiczna. Szkoła jako instytucja wspomagająca rozwój jednostki i społeczeństwa. Proces nauczania i uczenia się. System oświaty. Klasa szkolna jako środowisko edukacyjne. Projektowanie działań edukacyjnych w kontekście specjalnych potrzeb edukacyjnych oraz szczególnych uzdolnień uczniów. Diagnoza, kontrola i ocena wyników kształcenia. Język jako narzędzie pracy nauczyciela.
40	Podstawy przedsiębiorczości	Podstawy matematyki finansowej: wartość pieniądza w czasie, podstawowe funkcje finansowe (FV, PV, FVA, PVA), obliczanie rat kredytu (raty równe i równe raty kapitałowe), szacowanie opłacalności inwestycji (NPV, IRR, okres zwrotu nakładów inwestycyjnych). Inflacja i deflacja. Podstawowe instrumenty finansowe: bony skarbowe, obligacje, akcje – stopa zwrotu i ryzyko. Elementarne zasady budowy portfela inwestycyjnego. Fundusze powiernicze. Opodatkowanie przedsiębiorstw w Polsce – zarys problematyki. Pracownik i zleceniobiorca w firmie – rozliczanie wynagrodzeń. Podstawy rachunkowości finansowej: podstawowe pojęcia (m.in. przychód, koszt uzyskania przychodu, dochód, aktywa, pasywa), podstawowe dokumenty sprawozdawczości finansowej, rodzaje kosztów. Elementy analizy finansowej, rentowność, płynność, sprawność gospodarowania i odpowiednie wskaźniki. Próg rentowności firmy. Dźwignie: operacyjna, finansowa i całkowita. Pojęcie strategii, rola zarządzania strategicznego. Elementy analizy strategicznej: analiza SWOT/TOWS. Strategie w zarządzaniu finansami. Pojęcie kultury organizacyjnej, wpływ kultury organizacyjnej na zarządzanie strategiczne. Wprowadzenie do problematyki zarządzania zmianą, zachowania pracowników w sytuacji zmiany. Jakość w przedsiębiorstwie – wprowadzenie do statystycznej kontroli jakości. Podstawy planowania finansowego. Podstawowe zasady sporządzania biznesplanu.
41	Polish for Foreigners (A1 level)	Vocabulary and grammar rules necessary to achieve fluency at level A1 of the Common European Framework of Reference for Languages. Topics related to everyday life.

	(Język polski dla cudzoziemców (poziom A1))	Zasób słownictwa oraz zasady gramatyczne konieczne do osiągnięcia biegłości na poziomie A1 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Tematyka związana z życiem codziennym.
42	Praca magisterska i egzamin magisterski	Opracowanie i złożenie pracy magisterskiej przygotowanej zgodnie z wymaganiami stawianymi na Wydziale Fizyki i Astronomii UWr pracom dyplomowym na poziomie studiów II stopnia. Po uzyskaniu pozytywnej oceny pracy dyplomowej – zdanie egzaminu magisterskiego na zasadach określonych w warunkach ukończenia studiów na kierunku Fizyka.
43	Pracownia dydaktyki fizyki 1	Podstawowe urządzenia i techniki w szkolnej pracowni fizycznej: tor powietrzny, źródła zasilania, metody projekcji, komputer jako przyrząd pomiarowy. Podstawa programowa – wymagania doświadczalne na III etapie edukacyjnym. Rola nauczyciela na III etapie edukacyjnym. Planowanie lekcji z wykorzystaniem doświadczeń. Prowadzenie zajęć laboratoryjnych. Wybór, projektowanie i wykonanie doświadczeń przewidzianych na III etapie edukacyjnym.
44	Pracownia dydaktyki fizyki 2	Podstawa programowa – wymagania doświadczalne na IV etapie edukacyjnym. Rola nauczyciela na IV etapie edukacyjnym. Planowanie lekcji z wykorzystaniem doświadczeń. Prowadzenie zajęć laboratoryjnych. Wybór, projektowanie i wykonanie doświadczeń przewidzianych na IV etapie edukacyjnym.
45	II pracownia fizyczna	Ćwiczenia eksperymentalne na poziomie zaawansowanym, w tym doświadczenia będące powtórzeniem historycznych eksperymentów o przełomowym znaczeniu dla rozwoju fizyki (np. doświadczenie Francka–Hertza, doświadczenie Millikana) oraz doświadczenia polegające na wyznaczaniu wartości stałych uniwersalnych (stała Plancka, ładunek właściwy elektronu) lub stałych materiałowych (współczynnik przewodnictwa cieplnego metali, stała Halla półprzewodników, temperatura i stała Curie ferroelektryka). W zakres wykonywanego samodzielnie przez studenta ćwiczenia wchodzi opracowanie teoretyczne jego problematyki, zestawienie układu pomiarowego, wykonanie pomiarów, opracowanie i analiza danych pomiarowych, dyskusja i interpretacja wyników, wyciągnięcie wniosków oraz sporządzenie pisemnego sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.
46	Pracownia LabVIEW dla zaawansowanych	Zaawansowane programowanie w graficznym środowisku programistycznym obejmujące samodzielne tworzenie systemów do rejestracji i analizy sygnałów pomiarowych. Zaawansowane techniki tworzenia aplikacji. Wykorzystanie struktury obsługi zdarzeń oraz programowe sterowanie elementami interfejsu użytkownika. Sposoby optymalnego doboru interfejsów pomiarowych. Optymalizacja kodów. Techniki obsługi błędów. Metody efektywnego tworzenia dokumentacji. Metody testowania aplikacji. Korzystanie z LabVIEW Application Builder i tworzenie plików wykonywalnych oraz instalacyjnych. Dystrybucja aplikacji.
47	Pracownia jądrowa	Ćwiczenia eksperymentalne na poziomie zaawansowanym z zakresu fizyki jądrowej zapoznają z metodami detekcji wszystkich rodzajów promieniowania jonizującego, jak również z budową i zasadami działania aparatury pomiarowej oraz przyrządami służącymi do pomiarów promieniowania jonizującego. Realizowane eksperymenty na pracowni jądrowej: charakterystyka licznika Geigera-Müllera; prawa statystyczne i niepewności pomiarowe; pomiar energii promieniowania gamma metodą absorpcji; wyznaczanie czasu martwego licznika Geigera-Müllera metodą dwóch źródeł; wyznaczanie energii cząstek alfa metodą emulsji jądrowych; pomiar górnej granicy widma energetycznego promieniowania beta metodą absorpcji; pomiar energii promieniowania gamma metodą absorpcji elektronów komptonowskich; określenie średniego czasu życia mionu; sztuczna promieniotwórczość; bezwzględny pomiar aktywności źródeł promieniotwórczych beta; bezwzględny pomiar aktywności źródeł promieniotwórczych gamma; wyznaczanie współczynnika rozpraszania zwrotnego promieniowania beta; spektrometr beta; pomiar

		widma mössbauerowskiego za pomocą spektrometru ze stałym przyspieszeniem; spektrometr gamma; porównanie doświadczalnego rozkładu liczby zliczeń w zadanym przedziale czasu z rozkładem Poissona. W zakres wykonywanego samodzielnie przez studenta ćwiczenia wchodzi opracowanie teoretyczne jego problematyki, zestawienie układu pomiarowego i wykonanie pomiarów, opracowanie i analiza danych pomiarowych, dyskusja i interpretacja wyników, wyciągnięcie wniosków oraz sporządzenie pisemnego sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.
48	Pracownia pomiarów i sterowania	Zasady działania podstawowych czujników i przetworników wielkości elektrycznych oraz nieelektrycznych. Zasady działania podstawowych układów wykonawczych. Techniki pomiarowe. Wykorzystanie mikrokontrolera w systemach pomiarowych (peryferia, komunikacja z urządzeniami zewnętrznymi). Metody regulacji i sterowania. Budowa układów regulacji z wykorzystaniem czujników pomiarowych w oparciu o platformy ewaluacyjne.
49	Pracownia specjalistyczna	Zapoznanie ze specjalistycznymi technikami i zaawansowanymi metodami badawczymi stosowanymi w laboratoriach fizycznych Wydziału Fizyki i Astronomii UW. Przygotowanie warsztatowe do prowadzenia badań naukowych związanych z realizacją pracy magisterskiej.
50	Praktyczna mechanika kwantowa	Założenia mechaniki kwantowej. Częstka w studni potencjału (prostokątnej, trójkątnej, parabolicznej). Bariery potencjału. Paczka falowa. Kwantowy oscylator harmoniczny. Kwantowanie wymiarowe: 2D gaz elektronowy, druty kwantowe i kropki kwantowe (prostokątna i sferyczna). Heterostruktury i supersieci. Zastosowanie metody macierzy przejścia do opisu układów periodycznych. Atom wodoru (generowanie orbitali, poziomy energetyczne). Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Kwantowe komputery. Elektromagnetyzm w mechanice kwantowej. Kwantowy efekt Halla, kwantowanie Landau'a. Rachunek zaburzeń. Grafen i nanorurki węglowe (podstawowa wiedza dotycząca sieci krystalicznych, komórka Wignera-Seitza, strefa Brillouina, punkty Diraca, pasmo energetyczne dla grafenu).
51	Praktyka dydaktyczna w LO – ciągła	Zapoznanie się ze specyfiką LO w którym odbywa się praktyka. Obserwowanie: opiekuna praktyk podczas prowadzonych przez niego lekcji; aktywności uczniów; toku metodycznego lekcji, stosowanych metod i form pracy, wykorzystywanych pomocy dydaktycznych; wykonywanych przez nauczyciela czynności w toku lekcji i poza nią; interakcji nauczyciel-uczeń oraz interakcji między uczniami w toku lekcji; procesów komunikowania w klasie, sposobów aktywizowania i dyscyplinowania uczniów; sposobu oceniania uczniów, zadawania i kontrolowania pracy domowej; dynamiki i klimatu społecznego klasy, ról pełnionych przez uczniów, zachowania i postaw uczniów; funkcjonowania i aktywności w czasie lekcji uczniów; działań podejmowanych w celu bezpieczeństwa i zachowania dyscypliny; organizacji przestrzeni i sposobu zagospodarowania klasy. Praktyczne ćwiczenie kompetencji związanych z pełnieniem roli nauczyciela w LO: planowanie lekcji, formułowanie celów, dobór metod i form pracy oraz środków dydaktycznych; dostosowywanie metod i form pracy do realizowanych treści, etapu edukacyjnego oraz dynamiki grupy uczniowskiej; organizację i prowadzenie lekcji w oparciu o samodzielnie opracowywane scenariusze, wykorzystywanie w toku lekcji środków multimedialnych i technologii informacyjnej, dostosowywanie sposobu komunikacji w toku lekcji do poziomu rozwoju uczniów; animowanie aktywności i współdziałania uczniów. Analiza i interpretacja zaobserwowanych sytuacji i zdarzeń pedagogicznych w LO: prowadzenie dokumentacji praktyki; konfrontowanie wiedzy teoretycznej z praktyką; ocena własnego funkcjonowania w roli nauczyciela, ocenę przebiegu prowadzonych lekcji oraz realizacji zamierzonych celów.
52	Praktyka dydaktyczna w szkole podstawowej – ciągła	Zapoznanie się ze specyfiką szkoły podstawowej w której odbywa się praktyka. Obserwowanie: opiekuna praktyk podczas prowadzonych przez niego lekcji; aktywności uczniów; toku metodycznego lekcji,

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

55	Praktyka śródroczna w szkole podstawowej	Zapoznanie się ze specyfiką szkoły podstawowej w której odbywa się praktyka. Obserwowanie: opiekuna praktyk podczas prowadzonych przez niego lekcji; aktywności uczniów; toku metodycznego lekcji, stosowanych metod i form pracy, wykorzystywanych pomocy dydaktycznych; wykonywanych przez nauczyciela czynności w toku lekcji i poza nią; interakcji nauczyciel–uczeń oraz interakcji między uczniami w toku lekcji; procesów komunikowania w klasie, sposobów aktywizowania i dyscyplinowania uczniów; sposobu oceniania uczniów, zadawania i kontrolowania pracy domowej; dynamiki i klimatu społecznego klasy, ról pełnionych przez uczniów, zachowania i postaw uczniów; funkcjonowania i aktywności w czasie lekcji uczniów; działań podejmowanych w celu bezpieczeństwa i zachowania dyscypliny; organizacji przestrzeni i sposobu zagospodarowania klasy. Praktyczne ćwiczenie kompetencji związanych z pełnieniem roli nauczyciela w szkole podstawowej: planowanie lekcji, formułowanie celów, dobór metod i form pracy oraz środków dydaktycznych; dostosowywanie metod i form pracy do realizowanych treści, etapu edukacyjnego oraz dynamiki grupy uczniowskiej; dostosowywanie sposobu komunikacji w toku lekcji do poziomu rozwoju uczniów; animowanie aktywności i współdziałania uczniów. Analiza i interpretacja zaobserwowanych sytuacji i zdarzeń pedagogicznych w szkole podstawowej: prowadzenie dokumentacji praktyki; konfrontowanie wiedzy teoretycznej z praktyką; ocena własnego funkcjonowania w roli nauczyciela.
56	Projekt magisterski I/II	Student realizuje projekt magisterski I/II pod opieką promotora w jednej z grup badawczych Wydziału Fizyki i Astronomii, zgodnie z wybranym tematem pracy magisterskiej. Obejmuje to przegląd literatury z zakresu zagadnień poruszanych w pracy magisterskiej, opanowanie i doskonalenie niezbędnych technik i narzędzi badawczych, przeprowadzenie badań naukowych stanowiących podstawę przygotowywanej pracy magisterskiej oraz analizę, opracowanie, ocenę i interpretację uzyskanych wyników.
57	Projekt programistyczny	Modele cyklu życia projektu programistycznego. Wybór i wdrożenie systemu kontroli wersji w projekcie. Programowanie interfejsu graficznego użytkownika. Wybrane technologie potrzebne do wykonania projektu, w tym grafika komputerowa i wizualizacja danych, modelowanie numeryczne i symulacje komputerowe w fizyce, programowanie w technologiach sieciowych, programowanie urządzeń mobilnych, programowanie równoległe, programowanie gier komputerowych. Testowanie oprogramowania. Prezentacja, dystrybucja i promocja zakończonego projektu.
58	Przedmiot humanistyczny/społeczny	Treści humanistyczno-społeczne uzależnione od wyboru konkretnego przedmiotu z dziedziny nauk humanistycznych lub dziedziny nauk społecznych spośród aktualnej oferty takich przedmiotów na Wydziale Fizyki i Astronomii, ujętych w puli przedmiotów uzupełniających do wyboru, lub na innych wydziałach UWr.
59	Przedmiot z zakresu przedsiębiorczości	Treści z zakresu przedsiębiorczości, obejmujące podstawowe zasady funkcjonowania firm i prowadzenia biznesu, uzależnione od wyboru konkretnego przedmiotu spośród aktualnej oferty takich przedmiotów na Wydziale Fizyki i Astronomii, ujętych w puli przedmiotów uzupełniających do wyboru, lub na innych wydziałach UWr.
60	Psychologia dla nauczycieli	Procesy poznawcze. Spostrzeganie, odbiór i przetwarzanie informacji. Myślenie i rozumowanie. Mowa. Pamięć i uwaga. Modele uczenia się – koncepcje klasyczne, współczesne ujęcia w oparciu o wyniki badań neuropsychologicznych. Emocje i motywacja w procesach regulacji zachowania. Zdolności i uzdolnienia. Inteligencja i style poznawcze. Temperament i osobowość.
61	Psychologia rozwoju człowieka	Sylwetka rozwojowa ucznia w okresie dzieciństwa, adolescencji i wczesnej dorosłości. Rozwój fizyczny, motoryczny, psychoseksualny. Rozwój procesów poznawczych (myślenie, mowa, spostrzeganie, uwaga, pamięć). Rozwój społeczno-emocjonalny i moralny. Zmiany fizyczne i psychiczne w okresie dojrzewania.

		Rozwój wybranych funkcji psychicznych. Rozwój osobowości. Kształtowanie się indywidualnej tożsamości. Rozwój a wychowanie. Dorosłość. Identyfikacja z nowymi rolami społecznymi. Kształtowanie się stylu życia.
62	Psychologiczne podstawy pracy nauczyciela	Poznanie i spostrzeganie społeczne. Postawy, stereotypy, uprzedzenia. Zachowania społeczne i ich uwarunkowania. Sytuacja interpersonalna. Porozumiewanie się w sytuacjach konfliktowych. Empatia i inteligencja emocjonalna. Zachowania asertywne, agresywne, uległe. Reguły współdziałania. Nauczyciel w procesie komunikacji – autoprezentacja. Procesy komunikowania się. Komunikacja niewerbalna. Aktywne słuchanie, efektywne nadawanie. Porozumiewanie się emocjonalne w klasie. Style komunikowania się uczniów i nauczyciela. Bariery i trudności w procesie komunikowania się, techniki i metody usprawniania komunikacji z uczniem. Metody i techniki uczenia się z uwzględnieniem rozwijania metapoznania. Stres i radzenie sobie z nim. Indywidualne strategie radzenia sobie z trudnościami.
63	Quantum Electrodynamics (Elektrodynamika kwantowa)	Lagrangian formalism, the Noether's theorem. Quantization of scalar fields, the Dirac field and the electromagnetic field. The Klein-Gordon equation, the Dirac equation. The Feynman rules. The S-matrix and cross-sections. The Ward-Takahashi identities, the LSZ reduction formula, the optical theorem. Formalizm lagranżowski, twierdzenie Noether. Kwantowanie pól skalarnych, Diraca i elektromagnetycznego. Równanie Kleina-Gordona, równania Diraca. Reguły Feynmana. Macierz S i przekroje czynne. Tożsamości Warda-Takahashiego, wzory redukcyjne LSZ, twierdzenie optyczne.
64	Quantum Field Theory (Kwantowa teoria pola)	Quantization of scalar fields, the Dirac field and the electromagnetic field. The loop expansion and renormalization. Path integrals. The non-Abelian theory. Kwantowanie pól skalarnych, Diraca i elektromagnetycznego. Rozwinięcie pętlowe i renormalizacja. Całki po trajektoriach. Teoria nieabelowa.
65	Selected Tools of Modern Theoretical Physics 1A (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1A)	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics: Python as a scientist's tool. Introduction to programming in Python. Solving the linear and non-linear algebraic equations. Singular value decomposition. Random numbers: standard deviation, gamma deviation, Poisson deviation, binomial deviation. Quasi-random sequences. Monte Carlo simulations and their applications in statistical physics. Simulations of density matrix renormalisation group and applications in solid state physics. Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej: Python narzędziem naukowca. Wstęp do programowania w języku Python. Rozwiązywanie algebraicznych równań liniowych i nieliniowych. Rozkłady wartości osobliwych. Liczby losowe: odchylenie standardowe, odchylenie gamma, odchylenie Poissona, odchylenie binominalne. Ciągi kwazi-losowe. Symulacje Monte Carlo i ich zastosowanie w fizyce statystycznej. Symulacje grupy renormalizacyjnej macierzy gęstości i ich zastosowanie w fizyce ciała stałego.
66	Selected Tools of Modern Theoretical Physics 1B (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 1B)	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. The basis of Hilbert space theory: geometry, tensor products, simple sum of Hilbert spaces. Basic theory of linear operators in Hilbert spaces. Bounded and unbounded operators, adjoint and self-adjoint operators. Introduction to the theory of group representations. Regular, unitary and irreducible representations. The Schur's lemma. Theory of representation decomposition. Group representations and the theory of special functions (Legendre). Unitary representations of group SU(2). Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej. Podstawy teorii przestrzeni Hilberta: geometria, iloczyny tensorowe, suma prosta przestrzeni Hilberta. Podstawy teorii operatorów liniowych w przestrzeniach Hilberta. Operatory ograniczone i nieograniczone, sprzężenie operatora, operatory samosprężone. Wstęp do teorii reprezentacji grup. Reprezentacje regularne,

		reprezentacje unitarne, reprezentacje nieredukowalne. Lemat Schura. Teoria rozkładu reprezentacji. Reprezentacje grup i teoria funkcji specjalnych (Legendre'a). Reprezentacje unitarne grupy $SU(2)$.
67	Selected Tools of Modern Theoretical Physics 2A (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 2A)	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. The basis of topology. Diffeomorphisms, charts and atlases. The notion of manifold. Tangent vectors as velocities and as derivations. Vector fields and flows. Tensor fields. Metric tensor. Pull-back and push-forward. Lie derivative. Differential calculus of forms, exterior derivative. Covariant derivatives. Elements of Riemannian geometry. Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej. Podstawy topologii. Dyfeomorfizmy, mapy i atlasy. Pojęcie rozmaitości. Wektory styczne jako prędkości oraz jako derywacje. Pola wektorowe i potoki. Pola tensorowe. Tensor metryczny. Cofnięcie ("pull-back") i popchnięcie ("push-forward"). Pochodna Liego. Rachunek różniczkowy form, pochodna zewnętrzna. Pochodna kowariantna. Elementy geometrii Riemanna.
68	Selected Tools of Modern Theoretical Physics 2B (Wybrane narzędzia współczesnej fizyki teoretycznej 2B)	Introduction to modern mathematical tools of theoretical physics. Algebraic structures of groups, automorphisms of linear spaces. Lie groups. Left-invariant tensor fields. Lie algebras, structure constants. Matrix Lie groups. Canonical 1-form, Maurer-Cartan formula. One-parameter subgroups, exponential map. Homomorphisms of Lie algebras. Representations of Lie groups. Adjoint representation and Killing-Cartan metric. Wprowadzenie do współczesnych narzędzi matematycznych fizyki teoretycznej. Algebraiczna struktura grup, automorfizmy przestrzeni liniowych. Grupy Liego. Lewo-niezmiennicze pola wektorowe. Algebry Liego, stałe struktury. Macierzowe grupy Liego. Jedno-parametrowe podgrupy, odwzorowanie wykładnicze. Homomorfizmy algebr Liego. Reprezentacje grup Liego. Reprezentacja dołączona i metryka Killinga-Cartana.
69	Selected Topics in Condensed Matter Physics (Wybrane zagadnienia fizyki fazy skondensowanej)	Specific advanced issues of condensed matter physics, including in-depth knowledge and skills in selected experimental, theoretical and computational methods. Course takes the form adequate to the course topic. Zaawansowane zagadnienia z zakresu fizyki fazy skondensowanej, obejmujące pogłębioną wiedzę i umiejętności z wybranych metod doświadczalnych, teoretycznych i obliczeniowych. Forma zajęć w ramach przedmiotu dostosowana do jego specyfiki.
70	Seminarium magisterskie I/II	Prezentacja i dyskusja zagadnień z zakresu najnowszych odkryć, najważniejszych problemów i głównych kierunków badań w różnych obszarach współczesnej fizyki, problematyki badań naukowych z zakresu fizyki prowadzonych na Wydziale Fizyki i Astronomii UW oraz tematyki prac magisterskich realizowanych przez uczestników seminarium. Prezentacja i omówienie wstępnych lub oczekiwanych wyników pracy naukowej magistrantów. Problematyka właściwego korzystania ze źródeł, krytycznej analizy pozyskiwanych lub przekazywanych treści, sposobów i technik prezentacji zagadnień, przekazu ze zrozumieniem, rzeczowej argumentacji, poprawności wnioskowania oraz prowadzenia dyskusji naukowej.
71	Specialized Lecture (Wykład specjalistyczny)	Specific advanced issues related to the field of study, taking into account the proposed topics of master theses. Their original and regularly updated content closely reflects the current research areas at the Faculty of Physics and Astronomy, being also adjusted to the particular fields of scientific interest of the students. Lectures are accompanied by classes of a form adequate to the course topic. Zaawansowane treści specjalistyczne z zakresu szczegółowych zagadnień związanych z kierunkiem studiów, z uwzględnieniem proponowanych tematów prac magisterskich. Wykłady mają charakter autorski, a ich tematyka ściśle wiąże się z aktualną problematyką badań naukowych prowadzonych na Wydziale Fizyki i Astronomii UW i bierze pod uwagę specyficzne zainteresowania naukowe studentów

		w danym cyklu kształcenia. Wykładowi towarzyszą zajęcia praktyczne w formule dostosowanej do jego specyfiki.
72	Szkolenie wstępne z BHP i ochrony p-poż.	Podstawowe pojęcia dotyczące bhp. Czynniki szkodliwe dla zdrowia lub uciążliwe występujące podczas zajęć studenckich. Akty prawne dotyczące bhp w szkołach wyższych. Postępowanie w razie zaistnienia wypadku. Podstawowe zasady udzielania pierwszej pomocy. Zagrożenia bhp i p-poż. występujące w miejscu nauki. Organizacja ochrony przeciwpożarowej. Przyczyny powstawania i rozprzestrzeniania się pożarów. Podstawowe obowiązki i zadania wynikające z przepisów w zakresie zapobiegania pożarom i na wypadek powstania pożaru. Zasady stosowania i umiejętności posługiwania się sprzętem i urządzeniami pożarniczymi.
73	Theoretical and Observational Cosmology (Kosmologia teoretyczna i obserwacyjna)	History of cosmology. Newtonian cosmology, Friedmann equations and matter dominated universe. Relativistic generalization of Friedmann equations: radiation dominated universe, cosmological constant, general equations of state. Light propagation in expanding universe: red shift and angular distance. De Sitter universe and cosmological inflation. Inhomogeneous universe, evolution of instabilities in Newtonian theory (quantitative). Relativistic theory of gravitational instabilities. Fluctuations in inflationary scenario and primordial fluctuations. Cosmic Microwave Background and cosmological parameters. Dark matter and structure formation. Historia kosmologii. Kosmologia newtonowska, równania Friedmanna i wszechświat zdominowany przez materię. Relatywistyczne uogólnienie równań Friedmanna: wszechświat zdominowany przez promieniowanie, stała kosmologiczna, ogólne równania stanu. Propagacja światła w rozszerzającym się wszechświecie: przesunięcie ku czerwieni i odległość kątowna. Wszechświat De Sittera i inflacja kosmologiczna. Niejednorodny wszechświat, ewolucja niestabilności w teorii Newtona (ilościowo). Relatywistyczna teoria niestabilności grawitacyjnych. Fluktuacje w scenariuszu inflacyjnym i fluktuacje pierwotne. Kosmiczne tło mikrofalowe i parametry kosmologiczne. Ciemna materia i tworzenie się struktur.
74	Theory of Elementary Particles (Teoria cząstek elementarnych)	Conservation laws in scattering and decay processes (charge, baryon number, lepton number, energy-momentum). Differential cross-section formula: derivation and interpretation. Discrete symmetries: C, P, T. Classification of the fundamental and composite particles: quarks and leptons, hadrons, baryons, mesons. Elements of the representation theory of Lie groups. Classification of the fundamental interactions. SU(2) and SU(3) symmetry, the quark model. Gauge symmetries: abelian and non-abelian. Quantum chromodynamics. Goldstone theorem. The Higgs mechanism. The Fermi model of electroweak interactions. The Standard Model. Neutrino oscillations. Prawa zachowania w procesach rozpraszania i rozpadu cząstek elementarnych (ładunek elektryczny, liczba barionowa, liczba leptonowa, energia i pęd). Pojęcie przekroju czynnego. Symetrie dyskretne C, P, T. Klasyfikacja cząstek elementarnych: kwarki, leptyony, hadrony, bariony, mezony. Elementy teorii reprezentacji grup ciągłych. Klasyfikacja oddziaływań fundamentalnych. Symetrie SU(2) i SU(3), model kwarkowy. Symetria cechowania. Twierdzenie Goldstona. Mechanizm Higgsa. Model Fermiego. Model Standardowy oddziaływań elektroslabych. Oddziaływania silne, elementy QCD. Oscylacje neutrin.
75	Trends in Modern Theoretical Physics A/B/C (Trendy we współczesnej fizyce teoretycznej A/B/C)	Introduction into selected areas of modern theoretical physics. Making students familiar with the research currently going on at the Institute of Theoretical Physics of the University of Wrocław, in order to help them choose the subject of their M.Sc. thesis. Exemplary topics: introduction to Feynman path integrals in non-relativistic physics: Schroedinger's equation, propagator, partition function, perturbation theory in

		path integral formulation; symmetries and supersymmetries in contemporary physical theories; superconductivity, Ginzburg-Landau theory, Gross-Pitaevskii theory. Wprowadzenie w wybrane obszary badawcze współczesnej fizyki teoretycznej i zapoznanie z kierunkami badań prowadzonych aktualnie w Instytucie Fizyki Teoretycznej UW, ułatwiające studentom wybór problematyki pracy magisterskiej i dostosowanie do tego ścieżki kształcenia. Przykładowe treści merytoryczne: wstęp do całki Feynmana w fizyce nierelatywistycznej: równanie Schroedingera, propagator, suma statystyczna, rachunek zaburzeń w sformułowaniu całki po trajektoriach; symetrie i supersymetrie we współczesnych teoriach fizycznych; nadprzewodnictwo, teoria Ginzburga-Landaua, teoria Grossa-Pitaiewskiego.
76	Warsztat pracy nauczyciela	Podstawowe pojęcia związane z ocenianiem szkolnym: cele, funkcje, modele i techniki oceniania. Trafność i 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.
77	Wspomaganie rozwoju dziecka i dysharmonie rozwojowe	Teorie integralnego rozwoju ucznia. Norma rozwojowa. Dysharmonie i zaburzenia rozwojowe u uczniów a ich funkcjonowanie w grupie rówieśniczej. Zaburzenia funkcjonowania w okresie dorastania. Wspomaganie rozwoju uzdolnień i zainteresowań. Uczeń zdolny. Uczeń nadpobudliwy. Zaburzenia zachowania. Uczeń nieśmiały. Obniżenie nastroju, depresja. Dziecko w sytuacji kryzysowej i traumatycznej. Zachowania autodestruktywne, próby samobójcze.
78	Wstęp do nanofizyki i nanotechnologii	Dziedzina zainteresowań nanonauki, nanotechnologii i nanofizyki: podstawowe pojęcia; związek między mikro- i nanotechnologią; kwantowe efekty wymiarowe. Interdyscyplinarny opis zjawisk fizycznych decydujących o właściwościach nanomateriałów; fizyczne podstawy wybranych metod nanotechnologii; właściwości fizyczne wybranych nanomateriałów i nanoobiektów; konsekwencje skalowania w nanotechnologii i nauce o materiałach; wybrane procedury przygotowania i metod charakteryzacji nanomateriałów; relacja nanonauki do aktualnych i przyszłych potrzeb nanotechnologii; zapoznanie z nową terminologią. Podstawowe narzędzia i metody stosowane w nanonauce: litografia – procesy trawienia; wytwarzanie cienkich warstw – procesy wzrostu; zjawisko samoskładania – zastosowanie do wytwarzania nanomateriałów i nanoobiektów; skaningowa mikroskopia tunelowa; mikroskopia sił atomowych. Wytwarzanie, właściwości fizyczne i zastosowania wybranych nanomateriałów. Znaczenie powierzchni i granic faz w nanofizyce. Właściwości fizyczne struktur niskowymiarowych.
79	Wybrane metody diagnostyki powierzchni fazy skondensowanej	Spektroskopia elektronów Augera (AES), dyfrakcja niskoenergetycznych elektronów (LEED), dyfrakcja wysokoenergetycznych elektronów (RHEED), spektroskopia fotoelektronowa (XPS, UPS, ARPES, XPD), spektroskopia strat energii elektronów (EELS), spektrometria mas (MS), kierunkowa spektroskopia Augerowska (DAES), kierunkowa spektroskopia pików elastycznego (DEPES), skaningowa mikroskopia próbnikowa (STM, AFM, STS, IETS). Analizatory energii cząstek naładowanych: RFA, CMA, CSA, HA. Formalizm teoretyczny stosowany do opisu zjawisk towarzyszących poszczególnym metodom badawczym. Analiza jakościowa i ilościowa wyników doświadczalnych.

80	Wykład monograficzny	Zaawansowane treści specjalistyczne z zakresu szczegółowych zagadnień związanych z kierunkiem studiów, z uwzględnieniem proponowanych tematów prac magisterskich. Wykłady mają charakter autorski, a ich tematyka ściśle wiąże się z aktualną problematyką badań naukowych prowadzonych na Wydziale Fizyki i Astronomii UWr i bierze pod uwagę specyficzne zainteresowania naukowe studentów w danym cyklu kształcenia.
81	Wykład specjalistyczny	Zaawansowane treści specjalistyczne z zakresu szczegółowych zagadnień związanych z kierunkiem studiów, z uwzględnieniem proponowanych tematów prac magisterskich. Wykłady mają charakter autorski, a ich tematyka ściśle wiąże się z aktualną problematyką badań naukowych prowadzonych na Wydziale Fizyki i Astronomii UWr i bierze pod uwagę specyficzne zainteresowania naukowe studentów w danym cyklu kształcenia. Wykładowi towarzyszą zajęcia praktyczne w formule dostosowanej do jego specyfiki.
82	Zaawansowane metody analizy danych	Badanie statystyczne, rodzaje danych statystycznych. Wprowadzenie do problematyki planowania doświadczeń. Wybrane rozkłady zmiennej losowej przydatne do praktycznych zastosowań. Metody prezentacji danych statystycznych. Podstawowe metody identyfikacji i klasyfikacji obserwacji nietypowych. Metody doboru próby statystycznej. Regresja liniowa prosta i wieloraka. Jedno- i dwuczynnikowa analiza wariancji (ANOVA). Wybrane testy <i>post hoc</i> i ich właściwości. Jednoczynnikowa analiza kowariancji (ANCOVA). Ogólny model liniowy. Wprowadzenie do analizy kontrastów. Analiza wariancji z powtarzanymi pomiarami. Jednoczynnikowa MANOVA. Regresja nieliniowa. Regresja logistyczna. Wprowadzenie do liniowej analizy dyskryminacyjnej, analizy skupień i drzew klasyfikacyjnych.
83	Zaawansowane metody numeryczne	Zaawansowane algorytmy numeryczne oraz ich implementacja do rozwiązywania wybranych problemów z fizyki. Równania różniczkowe cząstkowe; równania całkowe; maksima i minima funkcji; analiza danych.