

EFEKTY UCZENIA SIĘ I TREŚCI PROGRAMOWE ZAJĘĆ

Kierunek: **Fizyka**

Poziom studiów: **studia pierwszego stopnia**

Nazwa zajęć: **Pracownia dyplomowa 2**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Zna metodologię pracy naukowej w zakresie fizyki ma świadomość obowiązywania prawa autorskiego

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi rozwiązać wybrane problemy badawcze korzystając z poznanych metod badawczych, teoretycznych i/lub rachunkowych.
2. Potrafi sporządzić pisemny opis rozwiązania zagadnienia w formie wymaganej dla prac licencjackiej.
3. Potrafi samodzielnie wyszukiwać fachowe informacje z literatury i wykorzystywać je do rozwiązywania wybranych, problemów badawczych.

Treści programowe dla zajęć:

Praktyczne zajęcia wspierające wykonanie pracy dyplomowej w tym przeprowadzenie niezbędnych badań naukowych.

Zapoznanie z wybraną tematyką pracy dyplomowej oraz metodologią badawczą służącą do osiągnięcia stawianych celów

Nazwa zajęć: **Wprowadzenie do studiowania**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna i rozumie poznawcze i pozapoznawcze uwarunkowania uczenia się oraz rozwija umiejętności wspierające efektywne uczenie się

w zakresie umiejętności:

1. potrafi identyfikować zasoby i ograniczenia, własne oraz otoczenia, wspierające i utrudniające studiowanie

w zakresie kompetencji społecznych:

1. jest gotów do podejmowania refleksji nad znaczeniem samodzielnego, odpowiedzialnego i zaangażowanego studiowania oraz kształtowania własnej ścieżki edukacyjnej i zawodowej
2. jest gotów do identyfikowania sytuacji trudnych w trakcie studiowania oraz poszukiwania adaptacyjnych strategii radzenia z nimi
3. jest gotów wykorzystywania wiedzy na temat możliwości rozwoju w ramach obligatoryjnej i fakultatywnej oferty uniwersytetu i wydziału

Treści programowe dla zajęć:

Studiowanie – nowe wyzwanie, jak mu sprostać. Podstawowe umiejętności niezbędne w procesie rozpoznawania swoich potrzeb, pasji, zainteresowań i zasobów. Rozpoznawanie zasobów otoczenia. Poznawcze i pozapoznawcze uwarunkowania procesu uczenia się i nauczania (strategie poznawcze, metapoznawcze, motywacyjne, zarządzanie zasobami, zarządzanie sobą w czasie). Samoregulacja w procesie uczenia się.

Czynniki ryzyka i wspierające w procesie studiowania, sytuacje trudne i radzenie sobie z nimi, stres i wypalenie zawodowe studentów: obciążenia (związane ze studiowaniem), adaptacja (adaptacyjne radzenie sobie), zasoby (co pomaga przystosować się do sytuacji studiowania).

Formalno-organizacyjno-prawne aspekty studiowania (studencki savoir - vivre, regulamin studiów – najważniejsze zagadnienia, obsługa systemu USOS). Obligatoryjna i fakultatywna oferta i możliwości jest wykorzystania

Nazwa zajęć: **Prawo autorskie, prawo patentowe, przedsiębiorczość**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna rodzaje własności intelektualnej i potrafi je właściwie scharakteryzować
2. zna źródła prawa własności intelektualnej
3. zna i rozumie pojęcia: utwór, dozwolony użytek, plagiat, prawo cytatu, wynalazek, wzór użytkowy, wzór przemysłowy, znak towarowy, oznaczenia geograficzne
4. rozumie potrzebę ochrony własności intelektualnej i jej znaczenie dla przedsiębiorczości
5. rozumie istotę prawa autorskiego w Internecie
6. zna i rozumie podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości

w zakresie umiejętności:

1. umie w praktyce wykorzystać rozwiązania prawne przyjęte w prawie autorskim i prawie własności przemysłowej
2. potrafi stosować prawo autorskie w pracach naukowych i dyplomowych

w zakresie kompetencji społecznych:

1. rozumie i docenia znaczenie uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób; ma świadomość problemów etycznych w kontekście rzetelności badawczej (plagiat czy też auto-plagiat)
2. jest gotów/gotowa do odpowiedzialnego i przedsiębiorczego działania w ramach różnych form działalności gospodarczej

Treści programowe dla zajęć:

Własność intelektualna, rodzaje własności intelektualnej, kapitał intelektualny, innowacje, know-how, gospodarka oparta na wiedzy; zarządzanie własnością intelektualną w przedsiębiorstwie.

Prawo autorskie - pojęcie utworu i twórcy.

Prawo autorskie krajowe i unijne; ochrona praw autorskich osobistych i majątkowych.

Dozwolony użytek prywatny i publiczny, prawo cytatu, plagiat, prawo autorskie w pracach naukowych i dyplomowych, prawo autorskie w Internecie.

Własność przemysłowa i jej ochrona, prawo własności przemysłowej; wynalazki, wzory użytkowe, wzory przemysłowe, znaki towarowe i oznaczenia geograficzne.

Ochrona patentowa, procedura patentowa, patentowe bazy danych; prawo ochronne na wzory użytkowe; prawo z rejestracji wzorów przemysłowych; prawo znaków towarowych; ochrona oznaczeń geograficznych.

Procedury uzyskiwania ochrony na poszczególne dobra niematerialne; umowy w prawie autorskim i prawie własności przemysłowej.

Znaczenie ochrony intelektualnej dla przedsiębiorczości.

Wpływ prawa nowych technologii na obecne prawa własności intelektualnej.

Działalność gospodarcza, prawo działalności gospodarczej, formy działalności gospodarczej, pojęcie przedsiębiorcy, kategorie przedsiębiorców, umowy w działalności gospodarczej, rejestracja działalności gospodarczej, przedsiębiorczość akademicka.

Nazwa zajęć: **Astronomy**

On successful completion of this course, a student

in terms of knowledge:

1. will be able to demonstrate knowledge of the instruments and detectors used in astronomical research.
2. will be able to describe the techniques applied in studying the basic properties of stars and other astronomical objects
3. will be able to describe the processes of energy production in stars, and stellar evolutionary tracks.
4. will be able to demonstrate the general knowledge of the Solar System objects, as well as the extrasolar planetary systems.
5. will be able to describe the structure of the Milky Way Galaxy and other galaxy types.
6. will be able to describe the large-scale structure of the Universe and the Big Bang theory.

in terms of skills:

1. will be able to make use of the scientific method to solve simple problems in the area of astrophysics.

in terms of social competences:

1. will be able to perform public outreach events and school teaching, performing basic astronomical observations and simple experiments.

Course learning content:

Astronomy as science. Finding directions on the celestial sphere.

Movement of the celestial bodies in the gravity field.

Electromagnetic radiation as a carrier of information about the Universe. Apparent and absolute brightness of the stars.

Stellar spectroscopy. Temperatures and chemical composition of stars.

Sun as a star: physical properties, activity, structure, and energy sources.

Structure of the Solar System.

Extrasolar planets and techniques to detect them.

Hertzsprung-Russel diagram.

Stellar evolution and energy sources.

Determining the distance in the Universe.

Binary stars and stellar mass determination.

Structure of the Milky Way galaxy.

Galaxy types, Big Bang and the expansion of the Universe.
Quasars.
Gravitational waves.

Nazwa zajęć: **Elementy krystalografii**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. Zna matematyczny opis operacji symetrii. Zna pojęcie izomerii optycznej oraz jej implikacje strukturalne. Zna elementy symetrii translacyjnej.
2. Zna metody uzyskiwania promieniowania rentgenowskiego w laboratorium i w synchrotronie, techniki monochromatyzacji i optykę rentgenowską. Potrafi opisać metody uzyskiwania wiązki neutronów do badań strukturalnych.
3. Potrafi opisać prawa rządzące dyfrakcją i rozpraszaniem promieniowania rentgenowskiego, neutronów. Zna zastosowania tych metod w badaniach materiałowych.
4. Zna podstawowe elementy struktury biomakromolekuł.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi opisać symetrię sieci przestrzennej z wykorzystaniem grup przestrzennych. Potrafi wyróżnić grupy przestrzenne spotykane w strukturach biologicznych.
2. Zna metody krystalizacji białek, potrafi zaplanować i przeprowadzić proste eksperymenty z zakresu krystalizacji białek lub kwasów nukleinowych.
3. Potrafi korzystać z dostępnych baz struktur biologicznych i w oparciu o nie potrafi wyszukać struktury, zanalizować podstawowe ich parametry strukturalne i przedstawić je graficznie.
4. Potrafi analizować dane otrzymane z eksperymentów dyfrakcji proszkowej i zaplanować podatkowe eksperymenty z użyciem tej techniki.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Jest gotów do stałego aktualizowania wiedzy z zakresu krystalografii, badań strukturalnych i nauk pokrewnych.

Treści programowe dla zajęć:

Operacje symetrii, morfologia kryształów, grupy punktowe, symbolika międzynarodowa i Schoenflisa, izomeria optyczna, struktura lokalna cząsteczek chiralnych.

Komórka elementarna, komórki Bravais'go, symetria translacyjna, grupy przestrzenne. Sieć przestrzenna – współrzędne atomów, płaszczyzny i proste sieciowe.

Promieniowanie rentgenowskie, laboratoryjne źródła promieniowania rtg., promieniowanie synchrotronowe i sposoby jego uzyskiwania, budowa i działanie synchrotronów oraz ich wykorzystywanie w badaniach strukturalnych.

Rozpraszanie promieniowania rentgenowskiego przez pojedynczy elektron, teoria dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego, prawa rządzące dyfrakcją.

Małokątowe rozpraszanie promieniowania rtg. (SAXS), budowa systemów do pomiarów SAXS, podstawowe prawa rządzące rozpraszaniem małokątowym, funkcja natężenia rozpraszania, funkcja rozkładu odległości wewnątrzcząsteczkowych, metody modelowania struktur niskorozdzielczych białek, kwasów nukleinowych i innych biomakromolekuł, wykorzystanie techniki SAXS w biologii strukturalnej i bioinformatyce.

Metody dyfrakcyjne badania monokryształów, podstawy technik obliczeniowych stosowanych w rozwiązywaniu i udokładnianiu struktur białek. Techniki atomu ciężkiego, MAD.

Elementy struktury biomakromolekuł, wiązanie peptydowe, hierarchiczna struktura białek. Struktury białek, podział białek ze względu na strukturę przestrzenną. Metody krystalizacji biomolekuł. Techniki komplementarne w badaniach strukturalnych.

Metody dyfrakcji na układach polikrystalicznych i ich zastosowanie. Wskaźnikowanie rentgenogramów. Identyfikacja faz krystalicznych

Nazwa zajęć: **Modern Physics**

On successful completion of this course, a student in terms of knowledge:

1. Providing basic knowledge of quantum computer science focused on its optical implementations, within the scope defined by the program content.

in terms of skills:

1. Developing in students the ability to solve simple quantum-information problems based on the acquired knowledge, as well as the ability to performing numerical simulations of quantum algorithms.

in terms of social competences:

1. Fostering in students the skills of self-learning and teamwork.
2. Encouraging students to critically evaluate their knowledge and content received, and to consult their knowledge and problems with experts, while trying to maintain independent and critical thinking, using the motto of Richard Feynman: "Science is the belief in the ignorance of experts. When someone says 'science teaches such and such', he is using the word incorrectly. Science doesn't teach it; experience teaches it'.

Course learning content:

Week 1: Foundations of Modern Physics.

Week 2: Quantization.

Week 3: Fundamental Quantum Phenomena: Superposition, Indeterminism, Non-Realism, Nonlocality, and Entanglement

Week 4: Quantum Optics: Light–Matter Interactions.

Week 5: Atomic Physics.

Week 6: Low-Dimensional Systems and Artificial Atoms.

Week 7: Nuclear Physics.

Week 8: Nuclear Energy.

Week 9: Semiconductors and Superconductors.

Week 10: Quantum Technologies 1.0.

Week 11: Quantum Technologies in Medicine.

Week 12: Quantum Technologies 2.0.

Week 13: Quantum Computing.

Week 14: Elements of General Relativity and Relativistic Quantum Mechanics.

Week 15: The Standard Model and Beyond.

Nazwa zajęć: **Fizyka jądrowa**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. zna i rozumie treści związane z fizyką jądrową w zakresie określonym planem wykładu

w zakresie umiejętności:

1. potrafi w oparciu o poznane teorie i metody badawcze analizować problemy z obszaru fizyki jądrowej

Treści programowe dla zajęć:

Podstawowe własności jąder atomowych Modele budowy jądra - model kropłowy, model powłokowy, model kolektywny Rozpady jądrowe i radioaktywność Stany wzbudzone jąder Rozszczepienie jądrowe Oddziaływanie promieniowania z materią Synteza jądrowa Reaktory jądrowe Przykłady wykorzystania fizyki jądrowej

Nazwa zajęć: **Elektrodynamika klasyczna**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. Przedstawia pojęcia, koncepcje i metody matematyczne elektrodynamiki.
2. Wyjaśnia modele matematyczne podstawowych zjawisk elektrodynamiki.

w zakresie umiejętności:

1. Stosuje poznane metody do rozwiązywania podstawowych problemów elektrodynamiki.
2. Analizuje wyniki otrzymywane podczas rozwiązywania problemów elektrodynamiki.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Krytycznie analizuje posiadaną wiedzę.

Treści programowe dla zajęć:

Elektrostatyka

Pola elektryczne w materii

Magnetostatyka

Pola magnetyczne w materii

Siła elektromotoryczna i indukcja elektromagnetyczna

Równania Maxwella

Fale elektromagnetyczne w próżni

Fale elektromagnetyczne w materii

Potencjały elektromagnetyczne i przekształcenia cechowania

Elektrodynamika w zapisie czterotensorowym

Nazwa zajęć: **Fizyka fazy skondensowanej 2**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. posiada zaawansowaną wiedzę o zjawiskach i własnościach, szczególnie pochodzenia elektronowego, w ciele stałym i w fazie skondensowanej
2. zna i wyjaśnia koncepcje i teoretyczne modele (oraz ich ograniczenia) tworzące podstawy zrozumienia zjawisk występujących w ciele stałym
3. zna i wyjaśnia zastosowania wybranych klas materiałów

w zakresie umiejętności:

1. potrafi wykorzystać poznane metody i teorie do jakościowej i ilościowej analizy wybranych zagadnień z fizyki ciała stałego i fazy skondensowanej

w zakresie kompetencji społecznych:

1. potrafi zarówno samodzielnie jak i w grupie rozwiązać problemy fizyczne i omówić wypracowane zagadnienia w sposób zrozumiały dla szerszego grona odbiorców
2. dokonuje krytycznej oceny posiadanej wiedzy

Treści programowe dla zajęć:

Fizyka ciała stałego bez uwzględniania mikroskopowej struktury krystalicznej (zakres stosowalności i ograniczenia opisu):

1. odpowiedzi układów na termiczne wzbudzenia: odpowiedź wibracyjna i elektronowa (ciepło właściwe: składowa wibracyjna: - teoria Einsteina i Debye'a, teoria swobodnych elektronów w metalach: statystyka Fermiego-Diraca i elektronowa składowa zachowania ciepła właściwego 2. odpowiedź elektronów w metalach na wzbudzenia elektryczne i magnetyczne, oraz elementy transportu termicznego (teoria Drudego i Sommerfelda), paramagnetyzm Pauliego

Elektrony w ciele stałym: efekty i własności związane z periodycznością sieci krystalicznych

1. Model ciasnego wiązania, pasma energetyczne 2. Elektrony prawie swobodne w sieci periodycznej, twierdzenie Blocha 3. Teoria pasmowa: klasyfikacja materiałów ze względu na własności elektryczne: izolator, półprzewodniki i metale, optyczne własności materiałów, wpływ defektów w materiałach

Fizyka półprzewodników: 1. Koncepcja kwazicząstek i jej centralna rola w fizyce fazy skondensowanej 2. Elektrony i dziury w pasmach energetycznych, domieszkowanie półprzewodników i mechanika statystyczna półprzewodników 3. Urządzenia półprzewodnikowe i ich zastosowania w badaniach podstawowych i technologiczne

Magnetyzm: 1. Magnetyzm atomowy: klasyfikacja ze względu na odpowiedź na pola magnetyczne, reguły Hunda, Paramagnetyzm Curie i diamagnetyzm Larmora 2. Magnetyzm w ciele stałym: Para- i dia-magnetyzm 3. Magnetyzm spontaniczny i łamanie symetrii: ferro-, antyferro-, ferri-magnetyki, model Isinga, teoria pola średniego dla ferromagnetycznego modelu Isinga, prawo Curie-Weissa. 4. Domeny magnetyczne i histereza w ferromagnetykach 5. Magnetyzm jako efekt oddziaływań międzyelektronowych: Model Hubbarda, teoria pola średniego, antyferromagnetyzm

Elementy nadprzewodnictwa: 1. kluczowe własności i eksperymenty: zerowy opór, efekt Meissnera-Ochsenfelda, nadprzewodnictwo I i II rodzaju 2. fenomenologiczne i podstawowe podejścia teoretyczne do opisu nadprzewodnictwa: równanie Londonów, zarys teorii Landaua-Ginzburga, mechanizm nadprzewodnictwa konwencjonalnego i zarys teorii Bardeena-Coppera-Schrieffera 3. Urządzenie nadprzewodzące 4. Temat specjalny*** - nadprzewodniki wysokotemperaturowe

Nazwa zajęć: **Termodynamika i podstawy fizyki statystycznej**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. ma wiedzę w zakresie podstawowych pojęć, zjawisk i formalizmu termodynamiki fenomenologicznej, praw termodynamiki oraz teoretycznych modeli wybranych układów termodynamicznych.
2. zna formalizm matematyczny potrzebny do opisu oraz analizy praw termodynamiki.
3. zna podstawowe rozkłady: mikrokanoniczny, kanoniczny i wielki kanoniczny i potrafi podać przykłady ich zastosowań.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi sformułować słownie podstawowe prawa termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej oraz je zinterpretować, a także zapisać je w formalizmie matematycznym.
2. umie obliczyć właściwości termodynamiczne (równanie stanu, zmiany entropii i innych funkcji stanu, itp.) prostych substancji w typowych procesach.
3. umie podać parametry określające stan termodynamiczny układu oraz zdefiniować funkcje stanu oraz potrafi podać i opisać różne formy energii oraz jej przekazu.
4. rozumie i potrafi opisać podejście fenomenologiczne i statystyczne do zjawisk termodynamicznych, rozumie pojęcie mikrostanu i makrostanu oraz potrafi określić prawdopodobieństwo ich występowania.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. potrafi wytłumaczyć rolę termodynamiki w fizyce oraz ewolucję rozumienia procesów termodynamicznych osobom spoza dziedziny.

Treści programowe dla zajęć:

Opis układu termodynamicznego. Pojęcie równowagi termodynamicznej. Parametry stanu. Zerowa zasada termodynamiki. Skale temperatury. Równania stanu. Diagramy fazowe. Metody pomiaru temperatury i ciśnienia.

Elementy rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych. Różniczki zupełne i niezupełne, formy różniczkowe.

Energia w układach termodynamicznych. Pojęcia pracy i ciepła. Doświadczenia Joule'a. I zasada termodynamiki. Ciepła molowe i ciepła przemian fazowych. Entalpia. Przekaz energii w postaci ciepła: przewodnictwo cieplne, konwekcja, promieniowanie.

Model gazu doskonałego: idealizacja w modelu, przemiany gazu doskonałego. Entropia gazu doskonałego. Modele gazu rzeczywistego: równanie van der Waalsa.

Entropia. II zasada termodynamiki. Procesy odwracalne i nieodwracalne, strzałka czasu. Cykl Carnota. Twierdzenie Clausiusa. Warunki równowagi termodynamicznej. Entropia mieszania i paradoks Gibbsa.

Maszyny cieplne i ich sprawności. Silnik Stirlinga. Chłodziarka i pompa ciepła. Proces Joule'a-Thomsona i skraplanie gazów. Maszyny parowe.

Potencjały termodynamiczne. Energia swobodna i entalpia swobodna. Zasady pracy minimalnej. Związki Maxwella.

Przemiany fazowe czystych substancji (układy wielofazowe). Układy otwarte. Przemiany fazowe mieszanin. Roztwory rozcieńczone. Równowaga chemiczna. Warunek równowagi faz. Równania Gibbsa-Duhema.

III zasada termodynamiki: temperatura zera bezwzględnego.

Kinetyczna teoria gazów: związek ciśnienia i temperatury ze średnią prędkością kwadratową cząstek, rozkład prędkości Maxwella, średnia droga swobodna cząstek. Zjawiska transportu (lepkość, przewodnictwo cieplne, dyfuzja).

Układy wielu cząstek. Modele układów termodynamicznych. Prawdopodobieństwo, mikrostan i makrostan, suma statystyczna, prawdopodobieństwo a entropia. Rozkład mikrokanoniczny i kanoniczny. Układy otwarte i wielki rozkład kanoniczny.

Statystyczna definicja entropii i temperatury. II zasada termodynamiki w obrazie statystycznym.

Statystyka Maxwella-Boltzmanna. Suma statystyczna. Obliczanie wartości średnich. Twierdzenie o ekwipartycji energii. Przykład gazu doskonałego. Rozkład Maxwella.

Elementy przejść fazowych: fluktuacje, diagram fazowy, przejścia fazowe pierwszego rodzaju oraz ciągle.

Wprowadzenie do statystyk kwantowych. Bozony i fermiony. Zdegenerowany gaz Fermiego.

Nazwa zajęć: **Mechanika kwantowa**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. zna i rozumie postulaty fizyki kwantowej.
2. rozumie ewolucję czasową układu w obrazie Schroedingera i Heisenberga.
3. zna teorię momentu pędu.
4. rozumie znaczenie symetrii w fizyce kwantowej.
5. zna podstawowe metody wykonywania obliczeń przybliżonych stosowane w mechanice kwantowej.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi przeprowadzać obliczenia w reprezentacjach "pędowej, położeniowej i energetycznej.
2. potrafi rozwiązać równania Schroedingera i Heisenberga dla prostych przypadków.
3. potrafi znaleźć funkcje własne operatora momentu pędu i dodawać momenty pędu.
4. potrafi zastosować twierdzenie Noether w prostych przypadkach.
5. potrafi zastosować rachunek zależny i niezależny od czasu w prostych przypadkach.

Treści programowe dla zajęć:

Podstawy mechaniki kwantowej

1. Wektory stanu, operatory, notacja bra-ket
2. Macierzowa reprezentacja operatorów i zmiana bazy
3. Operator pędu jako generator przesunięć
4. Funkcja falowa w reprezentacji położeniowej i pędowej

Dynamika kwantowa

1. Ewolucja czasowa w obrazie Schroedingera i Heisenberga
2. Oscylator harmoniczny
3. Propagator i całki po trajektoriach

Moment pędu

1. Obroty, definicja operatora momentu pędu i relacje komutacyjne jego składowych
2. Spin
3. SU(2) i SO(3)
4. Wartości własne i wektory własne operatora momentu pędu
5. Orbitalny moment pędu
6. Dodawanie momentów pędu
7. Operatory tensorowe

Symetrie

1. Symetrie dyskretne
2. Symetrie ciągłe
3. Symetria odwrócenia czasu

Metody przybliżone

1. Rachunek zaburzeń niezależny od czasu
2. Rachunek zaburzeń zależny od czasu

Nazwa zajęć: **Podstawy optyki**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. zna i stosuje pojęcia z optyki geometrycznej oraz falowej do wyjaśniania zjawisk optycznych.
2. zna i wybiera odpowiednie metody matematyczne do rozwiązywania problemów z zakresu optyki geometrycznej oraz falowej.
3. zna praktyczne zastosowania optyki.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do doboru odpowiednich metod matematycznych do rozwiązania problemów teoretycznych z optyki oraz dokonania krytycznej oceny uzyskanego rozwiązania.

Treści programowe dla zajęć:

Podstawowe prawa optyki geometrycznej.

Przejście światła przez płytkę płasko-równoległą, pryzmat i przez światłowód.

Tworzenie obrazów przez pojedynczą powierzchnię sferyczną.

Tworzenie obrazów przez sferyczne soczewki cienkie, sferyczne soczewki grube, układy soczewek cienkich i układy soczewek grubych.

Natężenie, faza i polaryzacja pola elektrycznego, w szczególności po odbiciu i załamaniu światła na powierzchni dielektryka.

Radiometria oraz fotometria.

Rozchodzenie się światła w ośrodkach izotropowych i anizotropowych optycznie.

Podstawy działania laserów.

Dyfrakcja i interferencja światła.

Nazwa zajęć: **Nanomateriały**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Zdobędzie wiedzę dotyczącą technologii wytwarzania nanomateriałów oraz zjawisk fizycznych w nich zachodzących.

w zakresie umiejętności:

1. Pozna współczesne materiały niskowymiarowe, ich zastosowanie oraz techniki modyfikacji ich własności fizycznych.

Treści programowe dla zajęć:

Klasyfikacja nanomateriałów oraz metody ich wytwarzania. Porównanie zjawisk fizycznych zachodzących w materiałach 0D, 1D, 2D i 3D.

Zastosowanie materiałów niskowymiarowych.

Nazwa zajęć: **Wstęp do fizyki mezoskopowej**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. potrafi wyjaśnić różnicę między układem mezoskopowym a makroskopowym oraz określić skalę długości która oddziela zakres mezoskopowy od makroskopowego
2. zna formalizm opisu transmisji elektronu przez układ mezoskopowy, oparty na macierzy rozpraszania

3. zna formułę Landauera opisującą przewodność układu mezoskopowego z wszelkimi jej uogólnieniami; zna i rozumie takie pojęcia jak kwant przewodności, opór Sharvina,
4. zna efekt Aharonova-Bohma i efekt słabej lokalizacji i potrafi wyjaśnić i wytłumaczyć ich sens fizyczny; zna i potrafi wyjaśnić różnicę między periodami oscylacji Aharonova-Bohma i Aronova-Altschulera_Spivaka.
5. zna i rozumie przyczynę uniwersalnych fluktuacji przewodności w układach mezoskopowych i wie jak ujawniają się one w pomiarach eksperymentalnych
6. wie co to jest tunelowanie rezonansowe i zna sens fizyczny formuły Breita-Wignera.
7. zna efekty kulombowskie w transporcie elektronowym przez nanocząstki; zna i rozumie takie pojęcia jak: jednoelektronowe pudełko, jednoelektronowy tranzystor, blokada kulombowska, oscylacje kulombowskie, sekwencyjny transport i odpowiednie równanie master
8. zna i rozumie pochodzenie różnego typu szumów prądowych w układach makroskopowych i mezoskopowych (w szczególności szum termiczny i ziarnisty); zna funkcję autokorelacyjną i definicję szumu; zna pojęcie czynnika Fano

w zakresie umiejętności:

1. potrafi rozwiązywać metodami rachunkowymi problemy i zagadnienia dotyczące fizyki układów mezoskopowych, korzystając ze standardowych metod stosowanych dla tych układów
2. potrafi wyznaczyć gęstość stanów gazu elektronowego jedno-, dwu- i trójwymiarowego.
3. potrafi stosować formalizm Landauera i macierz rozpraszania do prostych układów (np. łączenie mezoskopowych przewodników w szereg)

Treści programowe dla zajęć:

Podstawowe pojęcia z teorii transportu elektronowego; średnia droga swobodna; długość koherencji fazowej; droga dyfuzji spinu; definicja układów mezoskopowych

Dwuwymiarowy gaz elektronowy; gęstość stanów w 1, 2 i 3 wymiarach dla gazu swobodnego elektronów

Macierz rozpraszania i jej własności w zastosowaniu do układów mezoskopowych

Formuła Landauera na przewodnictwo ściśle jednowymiarowych układów mezoskopowych; kwant konduktancji; rozszerzenie na przypadek układów wielo-kanalowych; uogólnienie formuły Landauera na przypadek niezerowej temperatury

Stara formuła Landauera i jej sens fizyczny; opór kontaktowy Sharvina; związek między starą i nową formułą Landauera.

Opór elektryczny mezoskopowych układów połączonych szeregowo; różnica między połączeniem mezoskopowym a makroskopowym

Zjawisko Aharonowa-Bohma i sens fizyczny potencjału wektorowego dla pola magnetycznego; oscylacje Aharonowa-Bohma; efekt Aharonowa-Bohma w mezoskopowych pierścieniach

Słaba lokalizacja w układach dwuwymiarowych; oscylacje Aronova-Altschulera-Spivaka

Uniwersalne fluktuacje przewodności i ich realizacje eksperymentalne

Rezonansowe tunelowanie przez podwójną barierę; formuła Breita-Wignera

Efekty kulombowskie w transporcie przez nanocząstki; jednoelektronowe pudełko kulombowskie

Tranzystor jednoelektronowy; transport sekwencyjny

Szum w transporcie elektronowym; funkcja autokorelacyjna; typy szumów i ich fizyczne źródła

Szum w układach mezoskopowych; szum termiczny i szum ziarnisty; czynnik Fano; szum poissonowski, sub-poissonowski i super-poissonowski

Nazwa zajęć: Wstęp do teorii pola

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. wie na czym polega postulat relatywistycznej niezmienniczości, rozumie znaczenie transformacji Lorentza, zna relatywistyczne prawa ruchu
2. rozumie i potrafi sformułować zasadę najmniejszego działania i równania Lagrange'a dla cząstek i pól klasycznych
3. wie jak wygląda lagranżjan dla relatywistycznej cząstki poruszającej się ruchem jednostajnym w stałym polu magnetycznym rozumie związek symetrii z zasadami zachowania oraz twierdzenie Noether
4. rozumie niezmienniczą postać równań Maxwella
5. wie na czym polega niezmienniczość cechowania i potrafi podać jej proste przykłady
6. rozumie na czym polega lokalna symetria cechowania $U(1)$ w elektrodynamice klasycznej i jakie są jej konsekwencje

7. wie dlaczego konieczny jest formalizm kwantowej teorii pola do opisu współczesnej fizyki cząstek elementarnych i rozumie w jaki sposób kwantowa teoria pola jest spójna ze szczególną teorią względności
8. rozumie procedurę kwantowania pól klasycznych
9. rozumie pojęcie propagatora Feynmana i potrafi go zinterpretować
10. rozumie rolę podstawowych symetrii w kwantowej teorii pola i istnienie zachowanych prądów związanych z tymi symetriami
11. rozumie jaki typ cząstek może być opisany różnymi teoriami oraz pojęcia cząstek i antycząstek
12. wie w jaki sposób można wprowadzić oddziaływania do kwantowej teorii pola skalarnego i rozumie jak obliczać funkcje korelacji korzystając z twierdzenia Wicka i rozwinięcia perturbacyjnego
13. rozumie graficzne przedstawienie rozwinięcia perturbacyjnego za pomocą diagramów Feynmana i rozumie sformułowanie elektrodynamiki kwantowej

w zakresie umiejętności:

1. potrafi transformować czterowektory z jednego układu inercjalnego do innego układu inercjalnego
2. potrafi napisać lagranżjan i wynikające z niego równania Lagrange'a dla klasycznych pól skalarnych oraz podać ich rozwiązania
3. potrafi napisać równanie Diraca dla klasycznych pól oraz podać i zinterpretować jego rozwiązania w prostych przypadkach
4. potrafi wyprowadzić równania Maxwella z odpowiedniego lagranżjanu
5. umie napisać lagranżjany kwantowej teorii pola skalarnego, wektorowego i spinorowego i wyprowadzić równania ruchu (Eulera-Lagrange'a) oraz propagatory Feynmana
6. umie wykonać proste rozwinięcia perturbacyjne wybranych funkcji korelacji

Treści programowe dla zajęć:

Szczególna teoria względności: niezmienniki, czterowektory, transformacja Lorentza
Zasada najmniejszego działania, lagranżjan i równania Eulera-Lagrange'a
Klasyczne pola skalarne, wektorowe i spinorowe oraz ich równania ruchu
Cząstka naładowana w polu magnetycznym
Związek symetrii z zasadami zachowania i twierdzenie Noether
Niezmiennicza postać równań Maxwella
Niezmienniczość cechowania (m.in. efekt Aharonova-Bohma)
Motywacja konieczności wprowadzenia kwantowej teorii pola
Procedura kwantowania pól klasycznych
Kwantowe pola skalarne, wektorowe i spinorowe
Propagator Feynmana
Oddziaływania w kwantowej teorii pola

Nazwa zajęć: **Mechanika klasyczna**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. przedstawia pojęcia, koncepcje i metody mechaniki klasycznej.
2. wyjaśnia modele matematyczne wybranych zjawisk mechanicznych.

w zakresie umiejętności:

1. stosuje poznane metody do rozwiązywania wybranych problemów mechaniki klasycznej.
2. dokonuje krytycznej analizy wyników otrzymywanych podczas rozwiązywania problemów mechaniki klasycznej.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. dokonuje krytycznej analizy posiadanej wiedzy.

Treści programowe dla zajęć:

Od mechaniki Newtona do równań Lagrange'a. Równania Lagrange'a dla wybranych zagadnień.
Własności równań Lagrange'a. Wielkości zachowane i symetrie. Twierdzenie Noether.
Zasada Hamiltona i rachunek wariacyjny.
Mechanika hamiltonowska.
Mechanika w nieinercjalnych układach odniesienia.
Dwa ciała - siła centralna.
Małe drgania. Sprzężone oscylatory.
Dynamika bryły sztywnej.
Układy chaotyczne.
Mechanika płynów.

Nazwa zajęć: **Nowoczesne technologie w energetyce**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. Student/ka zna i rozumie teorię oraz metody opisywania zjawisk w podstawowym obszarze nauk technicznych i przyrodniczych w zakresie potrzebnym do opisywania procesów związanych z technologiami pozyskiwania, przetwarzania i użytkowania energii.
2. Student/ka zna budowę maszyn, urządzeń i instalacji do pozyskiwania, produkcji, przesyłania i docelowego wykorzystania energii.
3. Student/ka zna i rozumie na czym polega bezpieczeństwo energetyczne i racjonalna gospodarka energią.

w zakresie umiejętności:

1. Student/ka potrafi zaplanować, wykonać i opracować pomiary charakterystycznych wielkości fizycznych, chemicznych i biologicznych surowców oraz produktów energetycznych.
2. Student/ka potrafi projektować maszyny, urządzenia i instalacje Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) korzystając z wspomagających programów i symulatorów.
3. Student/ka potrafi obliczyć wskaźniki ekonomiczne i ekologiczne charakteryzujące inwestycje Odnawialnych Źródeł Energii (OZE).

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Student/ka prawidłowo identyfikuje problemy techniczne związane z Odnawialnymi Źródłami Energii (OZE) i potrafi nawiązywać kontakty zawodowe z ekspertami i firmami w celu ich rozwiązania. Ma poczucie odpowiedzialności za wyniki i skutki swojej aktywności zawodowej oraz wpływu na środowisko społeczne.
2. Student/ka jest gotów do stałej obserwacji ekonomiczno-prawnego otoczenia indywidualnej przedsiębiorczości.

Treści programowe dla zajęć:

Rozwój i wykorzystanie Odnawialnych Źródeł Energii (OZE). Przedstawienie możliwości wykorzystania OZE do celów energetycznych:

- możliwości źródeł odnawialnych i potencjał ich wykorzystania,
- OZE w Polsce i na świecie,
- regulacje i uwarunkowania prawne - prawo energetyczne i odnawialnych źródeł energii,
- krajowe i unijne programy związane z gospodarką energetyczną i odnawialnymi źródłami energii.

Energia wiatrowa:

- możliwości wykorzystania energetyki wiatrowej,
- instalacje turbin wiatrowych,
- elektrownie wiatrowe.

Energia słoneczna:

- podstawowe parametry promieniowania słonecznego,
- możliwości wykorzystania energii słonecznej,
- podział elektrowni fotowoltaicznych,
- moduły fotowoltaiczne,
- falowniki i optymalizatory mocy,
- dobór i optymalizacja instalacji PV.

Energia wodna i geotermalna:

- możliwości wykorzystania energii wodnej,
- możliwości wykorzystania energii geotermalnej,
- instalacje i elektrownie wodne i geotermalne.

Energia pochodząca z biomasy:

- możliwości wykorzystania biomasy do celów energetycznych,
- instalacje i elektrownie biokompstowni i biomasy.

Nazwa zajęć: **Metody badań strukturalnych**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. Rozumie różnice w strukturze blisko- i dalekozasięgowej obserwowanej w układach uporządkowanych i nieuporządkowanych fazy skondensowanej
2. Zna metody generowania promieniowania synchrotronowego i neutronów oraz i wykorzystanie ich w badaniach struktury substancji w fazie skondensowanej

3. Posiada wiedzę na temat wykorzystania technik dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego (synchrotronowego) i neutronów w badaniach strukturalnych
4. Zapoznał się z wykorzystaniem technik rozpraszania promieniowania rentgenowskiego (synchrotronowego) i neutronów w badaniach struktury materii fazy skondensowanej
5. Zna zaawansowane techniki spektroskopii rentgenowskiej – XAS (EXAFS, XANES), XES, XPS, XMCD, i inne
6. Zna techniki mapowania chemicznego z wykorzystaniem spektroskopii w podczerwieni, XAS czy fotoelektronów (mikroskopia PEEM)
7. Poznał podstawy mikrotomografii rentgenowskiej
8. Zapoznał się z zaawansowanymi technikami mikroskopowymi, takimi jak mikroskopia sił atomowych, wybrane techniki elektronowej mikroskopii transmisyjnej (mikrotomografia, kriomikroskopia w badaniach materii miękkiej, mikroskopia pojedynczych cząsteczek) oraz skaningowej mikroskopii elektronowej.
9. Zna bazy danych strukturalnych uzyskanych metodami XRD, NMR, cryoEM i innymi

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi zaproponować wykorzystanie odpowiedniej metody badawczej do badań struktury próbek w fazie skondensowanej
2. Umie odszukać dane w bazach danych strukturalnych otrzymanych metodami XRD, NMR, cryoEM i innymi

Treści programowe dla zajęć:

Struktura blisko- i dalekozasięgowa w układach uporządkowanych i nieuporządkowanych
Generowanie i wykorzystanie promieniowania synchrotronowego i neutronów w badaniach struktury substancji w fazie skondensowanej
Techniki dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego (synchrotronowego) i neutronów w badaniach strukturalnych
Rozpraszanie promieniowania rentgenowskiego (synchrotronowego) i neutronów w badaniach struktury fazy skondensowanej
Zaawansowane techniki spektroskopii rentgenowskiej i fotoelektronów – XAS (EXAFS, XANES), XES, XPS, XMCD, ARPES i inne
Techniki mapowania chemicznego z wykorzystaniem spektroskopii w podczerwieni, XAS czy fotoelektronów (mikroskopia PEEM)
Mikrotomografia rentgenowska
Zaawansowane techniki mikroskopowe – mikroskopia sił atomowych, wybrane techniki elektronowej mikroskopii transmisyjnej (mikrotomografia, kriomikroskopia w badaniach materii miękkiej, mikroskopia pojedynczych cząsteczek i inne) oraz mikroskopia skaningowa (wysoko- i niskopróżniowa)
Bazy danych strukturalnych uzyskanych metodami XRD, NMR, cryoEM i inne

Nazwa zajęć: Podstawy uczenia maszynowego

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. rozumie znaczenie i funkcje uczenia maszynowego.
2. zna podstawowe typy uczenia maszynowego.
3. zna zagadnienie regresji liniowej jednej i wielu zmiennych
4. zna metodę gradientu prostego.
5. zna zagadnienie regresji logistycznej.
6. zna znaczenie ewaluacji algorytmów uczenia maszynowego oraz jej podstawowe metody.
7. zna rolę zbiorów danych: uczącego, walidacyjnego i testowego.
8. zna podstawowe miary jakości stosowane przy ewaluacji algorytmów uczenia maszynowego.
9. zna zjawiska nadmiernego i niedostatecznego dopasowania.
10. zna metody regularyzacji.
11. zna znaczenie optymalizacji i jej podstawowe metody.
12. zna zagadnienie uczenia nienadzorowanego i najważniejsze algorytmy uczenia nienadzorowanego.
13. zna zasadę działania algorytmu wektorów nośnych.
14. zna zasadę działania algorytmu K najbliższych sąsiadów.
15. zna zasadę działania i podstawowe typy sztucznych sieci neuronowych.
16. zna zasadę działania i zastosowania modeli encoder- decoder
17. zna ideę uczenia przez wzmacnianie.

w zakresie umiejętności:

1. umie korzystać z podstawowych narzędzi biblioteki NumPy oraz elementów języka Python przydatnych do implementowania rozwiązań z dziedziny uczenia maszynowego.
2. umie przetwarzać dane przechowywane w tekstowych formatach tabelarycznych.
3. umie wizualizować dane, korzystając z biblioteki Matplotlib..
4. umie zaimplementować algorytm gradientu prostego do znalezienia rozwiązania problemu regresji liniowej.
5. umie zaimplementować algorytm gradientu prostego do znalezienia rozwiązania problemu regresji logistycznej.
6. umie korzystać z modułów pakietu Scikit-Learn do implementacji rozwiązań uczenia maszynowego.
7. umie dokonać ewaluacji zaimplementowanego rozwiązania z przykładami z fizyki.
8. umie zapobiegać nadmiernemu i niedostatecznemu dopasowaniu w implementowanych przez siebie rozwiązaniach.
9. umie poprawnie reprezentować dane różnych typów i korzystać z nich do rozwiązywania problemów metodami uczenia maszynowego.
10. umie stosować metody optymalizacji uczenia maszynowego.
11. umie zaimplementować przykładowy algorytm uczenia nienadzorowanego.
12. umie wykorzystywać metodę propagacji wstecznej do uczenia wielowarstwowych sieci neuronowych.
13. umie implementować sieci neuronowe z wykorzystaniem odpowiednich bibliotek.

Treści programowe dla zajęć:

Wprowadzenie do uczenia maszynowego. Czym jest uczenie maszynowe? Uczenie maszynowe a analiza danych. Przegląd zastosowań i metod uczenia maszynowego w fizyce. Podstawowe pojęcia związane z uczeniem maszynowym.

Regresja liniowa jednej zmiennej. Funkcja kosztu. Metoda gradientu prostego. Regresja liniowa wielu zmiennych. Normalizacja danych.

Dwuklasowa i wieloklasowa regresja logistyczna. Metoda gradientu prostego dla regresji logistycznej.

Ewaluacja algorytmów uczenia maszynowego. Metodologia testowania. Zbiory uczący, testowy i walidacyjny. Walidacja krzyżowa. Miary jakości. Obserwacje odstające.

Regresja wielomianowa. Problem nadmiernego i niedostatecznego dopasowania. Metody regularyzacji. Krzywa uczenia się.

Sposoby reprezentacji danych.

Metoda wektorów nośnych.

Algorytm k najbliższych sąsiadów.

Metody uczenia nienadzorowanego. Algorytm k średnich. Algorytm analizy głównych składowych.

Wprowadzenie do sieci neuronowych. Perceptron. Funkcje aktywacji. Wielowarstwowe sieci neuronowe. Typy sieci neuronowych.

Propagacja wsteczna. Uczenie wielowarstwowych sieci neuronowych.

Przegląd funkcji aktywacji. Wielowarstwowe sieci neuronowe w praktyce. Odmiany metody gradientu prostego. Algorytmy optymalizacji.

Metoda wektorów nośnych i typy jąder.

Modele encoder-decoder. Autoencoder.

Uczenie przez wzmacnianie.

Elementy języka Python przydatne przy implementowaniu algorytmów uczenia maszynowego.

Biblioteka NumPy.

Wczytywanie i prezentowanie danych. Tworzenie wykresów.

Implementacja regresji liniowej jednej zmiennej w języku Python przy pomocy metody gradientu prostego.

Implementacja regresji logistycznej.

Implementacja regresji wielomianowej. Problem nadmiernego i niedostatecznego dopasowania w praktyce. Implementacja metod regularyzacji.

Implementacja regresji liniowej wielu zmiennych w języku Python wraz z ewaluacją otrzymanego modelu.

Korzystanie z gotowych implementacji algorytmów na przykładzie pakietu scikit-learn. Implementacja naiwnego klasyfikatora SVM. Implementacja algorytmu k najbliższych sąsiadów.

Implementacja metod uczenia nienadzorowanego na przykładzie algorytmu k średnich i algorytmu PCA.

Implementacja wielowarstwowych sieci neuronowych.

Nazwa zajęć: **Pracownia Fizyczna I.2**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. - zna prawa i zjawiska fizyki oraz posiada wiedzę pozwalającą na eksperymentalną weryfikację i analizę wybranych praw i zjawisk fizycznych
2. - zna zasady posługiwania się narzędziami i przyrządami pomiarowymi z uwzględnieniem zasad bezpiecznego ich użytkowania
3. - zna zasady (a) planowania i realizacji podstawowego eksperymentu fizycznego, (b) stosowania podstawowych metod statystycznej analizy wyników pomiarów oraz (c) raportowania wykonanego eksperymentu
4. - zna metody informatyczne służące do zbierania oraz przetwarzania danych pomiarowych

w zakresie umiejętności:

1. - potrafi zweryfikować eksperymentalnie wybrane prawa i zjawiska fizyczne
2. - potrafi zaplanować przebieg eksperymentu fizycznego, zebrać dane pomiarowe oraz dokonać ich analizy wykorzystując poznane metody statystyczne
3. - potrafi posługiwać się narzędziami informatycznymi w celu zebrania i analizy danych pomiarowych, a także w celu ich prezentacji w formie raportu końcowego z wykonanego eksperymentu
4. - potrafi przygotować raport podsumowujący wykonane doświadczenie, korzystając przy tym z umiejętności dobranej bibliografii oraz z uwzględnieniem przepisów praw autorskich - również w języku angielskim
5. - potrafi podjąć pracę w zespole uwzględniając kompetencje własne oraz pozostałych członków grupy z poszanowaniem zasad etyki zawodowej, brać udział w dyskusji

w zakresie kompetencji społecznych:

1. - rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych, oraz konieczność krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz pozyskiwanych informacji w zakresie nauk ścisłych i przyrodniczych

Treści programowe dla zajęć:

- w ramach zajęć laboratoryjnych studentka/student jest zobowiązana/y do wykonania określonej liczby doświadczeń z takich działów fizyki jak: Drgania i fale elektromagnetyczne, Termodynamika, Optyka, Fizyka współczesna/atomowa/jądrowa/kwantowa
- zajęcia wykonywane są wg ustalonego harmonogramu w zespołach dwuosobowych - szczegółowy harmonogram znajduje się na stronie pracowni LEF (www.ppef.amu.edu.pl)
- studentka/student jest zobowiązana/y do przygotowania się do zajęć z teorii badanego zjawiska
- w ramach zajęć studentka/student wykonuje wybrane doświadczenia z zagadnień: rezonansu w układach LRC, dyfrakcji, interferencji i polaryzacji fal elektromagnetycznych, optyki geometrycznej w układach płytki płasko-równoległej, pryzmatów, soczewek, kalorymetrii, równania stanu gazu doskonałego oraz zasady termodynamiki, bilansu entropii, przewodnictwa cieplnego, przemian fazowych, efektu fotoelektrycznego zewnętrznego, jądrowego rezonansu magnetycznego, efektu Zeemana, badania widm liniowych atomów, efektu Francka-Hertza w atomach neonu oraz promieniowania jądrowego
- studentka/student jest zobowiązany do zanalizowania statystycznego wyników pomiarów oraz przygotowania raportu stanowiącego podsumowanie doświadczenia
- studentka/student jest zobowiązana/y do przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP), w szczególności w odniesieniu do pracy z przyrządami pomiarowymi oraz urządzeniami znajdującymi się na stanowiskach pomiarowych

Nazwa zajęć: **Matematyka elementarna**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna definicję pochodnej funkcji w punkcie oraz jej interpretację geometryczną.
2. zna własności pochodnych oraz podstawowe wzory pochodnych najważniejszych funkcji elementarnych.
3. zna interpretację geometryczną całki oznaczonej.
4. zna własności całek oraz podstawowe techniki całkowania.
5. zna pojęcie liczb zespolonych.
6. zna wzór na rozwinięcie funkcji w szereg Taylora.
7. zna pojęcie równania różniczkowego.
8. zna pojęcie podstawowe pojęcia algebry liniowej.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi obliczać pochodną funkcji.
2. potrafi znajdować ekstrema funkcji jednej zmiennej.

3. potrafi obliczać całkę nieoznaczoną i oznaczoną funkcji jednej zmiennej.
4. potrafi wykonywać podstawowe działania na liczbach zespolonych.
5. potrafi przedstawić liczbę zespoloną w postaci trygonometrycznej i wykładniczej.
6. potrafi przybliżyć funkcję paroma wyrazami rozwinięcia w szereg Taylora.
7. potrafi znaleźć rozwiązanie równania różniczkowego pierwszego rzędu o rozdzielonych zmiennych.
8. potrafi znaleźć rozwiązanie równania różniczkowego liniowego rzędu pierwszego.
9. potrafi znaleźć rozwiązanie równania różniczkowego liniowego jednorodnego rzędu drugiego o stałych współczynnikach.
10. potrafi wykonywać podstawowe działania na macierzach.
11. potrafi wyznaczyć wartości własne macierzy oraz jej wyznacznik.

Treści programowe dla zajęć:

Rachunek różniczkowy
Liczby zespolone
Całki nieoznaczone i oznaczone
Równania różniczkowe
Algebra liniowa

Nazwa zajęć: **Mechanika statystyczna**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. przedstawia pojęcia, koncepcje i metody mechaniki statystycznej.
2. rozumie i wyjaśnia podstawowe modele i techniki obliczeniowe w kontekście wybranych zagadnień mechaniki statystycznej.

w zakresie umiejętności:

1. stosuje poznane metody do rozwiązywania wybranych problemów mechaniki statystycznej.
2. dokonuje krytycznej analizy wyników otrzymywanych podczas rozwiązywania problemów mechaniki statystycznej.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Rozumie takie pojęcia jak entropia, nieodwracalność, przypadkowość czy efekt kolektywny i potrafi objaśnić je niespecjalistom.

Treści programowe dla zajęć:

Wybrane elementy rachunku prawdopodobieństwa. Charakterystyka rozkładów prawdopodobieństwa za pomocą momentów i kumulantów.

Błądzenie przypadkowe i modele urnowe.

Sumy stanów w rozkładzie kanonicznym i wielkim rozkładzie kanonicznym dla prostych modeli takich jak gaz doskonały oraz wzajemnie nieoddziałujące układy dwustanowe.

Równania stanu gazu van der Waalsa. Elementy fizyki przejść fazowych.

Model Isinga. Przejście fazowe w modelu Isinga jako przykład spontanicznego łamania symetrii.

Przybliżenie pola średniego w zastosowaniu do modelu Isinga.

Suma stanów dla idealnych gazów kwantowych. Ciśnienie zdegenerowanego

gazu fermionowego. Kondensacja Bosego-Einsteina.

Elementy nierównowagowej fizyki statystycznej. Równanie Boltzmanna i model pierścieniowy Kaca.

Dyfuzja i przewodnictwo elektryczne.

Twierdzenia fluktuacyjne i zmiany energii swobodnej w procesach nierównowagowych.

Nazwa zajęć: **Algebra liniowa**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. wie jakimi zagadnieniami zajmuje się algebra liniowa
2. rozumie znaczenie pojęć: zbiór liczb rzeczywistych, zbiór liczb zespolonych
3. rozumie znaczenie pojęć: liczba zespolona oraz postać algebraiczna, postać trygonometryczna, postać wykładnicza, argument, moduł i sprzężenie liczby zespolonej
4. rozumie znaczenie pojęć: wektor, norma wektora, ortogonalność wektorów, wektory liniowo niezależne
5. rozumie znaczenie pojęć: przestrzeń liniowa i przekształcenie liniowe, podprzestrzeń, baza i wymiar przestrzeni

6. rozumie znaczenie pojęć: macierz, wiersz i kolumna macierzy, macierz kwadratowa, prostokątna, zerowa, jednostkowa, diagonalna
7. rozumie znaczenie pojęć: wyznacznik, ślad, rząd, wartości i wektory własne, przestrzeń kolumn i przestrzeń zerowa macierzy
8. rozumie znaczenie pojęć: macierz symetryczna, hermitowska, normalna, ortogonalna, unitarna, idempotentna, nilpotentna, osobliwa i nieosobliwa
9. rozumie znaczenie pojęcia: uogólniona odwrotność macierzy
10. rozumie znaczenie pojęć: oznaczony, nieoznaczony, sprzeczny, nadokreślony, niedookreślony układ równań liniowych
11. rozumie znaczenie pojęć: diagonalizacja macierzy, unitarna diagonalizacja macierzy, unitarna niezmienniczość macierzy, rozkład macierzy wg. wartości osobliwych

w zakresie umiejętności:

1. potrafi wykonać operacje dodawania, odejmowania, mnożenia, potęgowania i pierwiastkowania liczb zespolonych
2. potrafi wykonać operacje dodawania i odejmowania wektorów, mnożenia wektora przez skalar, iloczynu skalarnego i wektorowego wektorów
3. potrafi wyznaczyć normę euklidesową wektora
4. potrafi zweryfikować liniową zależność/niezależność wektorów
5. potrafi wykonać operacje dodawania, odejmowania, mnożenia macierzy oraz mnożenia macierzy przez skalar
6. potrafi zapisać układ m równań liniowych z n niewiadomymi w postaci macierzowej
7. potrafi wyznaczyć wyznacznik, ślad, rząd, wartości własne, przestrzeń kolumn i przestrzeń zerową macierzy
8. potrafi wskazać macierze należące do różnych klas i scharakteryzować ich własności
9. potrafi wyznaczyć macierz odwrotną macierzy nieosobliwej
10. potrafi wyznaczyć rozwiązania układu równań liniowych i potrafi te rozwiązania zinterpretować

Treści programowe dla zajęć:

Wprowadzenie do zajęć

Zbiory liczbowe

Rachunek wektorowy

Przestrzenie liniowe

Rachunek macierzowy

Klasy macierzy

Odwrotności macierzy

Układy równań liniowych

Unitarne przekształcenia macierzy

Nazwa zajęć: **Pracownia dyplomowa 1**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Zna metodologię pracy naukowej w zakresie fizyki i ma świadomość obowiązywania prawa autorskiego.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi rozwiązać wybrane problemy badawcze korzystając z poznanych metod badawczych, teoretycznych i/lub rachunkowych.
2. Potrafi sporządzić pisemny opis rozwiązania zagadnienia w formie wymaganej dla pracy licencjackiej.
3. Potrafi samodzielnie wyszukiwać fachowe informacje z literatury i wykorzystywać je do rozwiązywania wybranych, problemów badawczych.

Treści programowe dla zajęć:

Praktyczne zajęcia wspierające wykonanie pracy dyplomowej w tym przeprowadzenie niezbędnych badań naukowych.

Zapoznanie z wybraną tematyką pracy dyplomowej oraz metodologią badawczą służącą do osiągnięcia stawianych celów.

Nazwa zajęć: **Prawdopodobieństwo z elementami statystyki**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna podstawowe pojęcia teorii prawdopodobieństwa.
2. zna charakterystyki liczbowe zmiennych losowych.

3. zna podstawowe rozkłady prawdopodobieństwa.
4. zna definicję oraz znaczenie regresji liniowej.
5. zna pojęcia związane z teorią estymacji.
6. zna metody testowania hipotez statystycznych.
7. zna definicję metody Monte-Carlo.
8. zna pojęcie łańcucha Markowa.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi obliczać prawdopodobieństwa zdarzeń.
2. stosować miary statystyczne.
3. stosować podstawowe rozkłady probabilistyczne.
4. przeprowadzić analizę statystyczną.
5. estymować podstawowe parametry rozkładu zmiennych losowych.
6. stawiać oraz weryfikować hipotezy statystyczne.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. jest gotów/gotowa do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.

Treści programowe dla zajęć:

Podstawowe definicje i pojęcia rachunku prawdopodobieństwa

Zmienne losowe

Rozkłady prawdopodobieństwa

Regresja liniowa

Statystyka opisowa

Teoria estymacji

Testy statystyczne

Metoda Monte Carlo

Łańcuchy Markowa

Nazwa zajęć: **Podstawy chemii**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Rozumie podstawy struktury materii i fizykochemicznych praw rządzących przemianami materii
2. Określa właściwości pierwiastków oraz budowy i właściwości związków chemicznych
3. Interpretuje i zapisuje równania reakcji chemicznych
4. ma wiedzę w zakresie podstawowych technik eksperymentalnych stosowanych w chemii i potrafi zastosować odpowiednią technikę w praktyce

w zakresie umiejętności:

1. potrafi stosować zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym
2. potrafi zaplanować i przeprowadzić proste eksperymenty z zakresu chemii ogólnej oraz analizować i interpretować uzyskane rezultaty
3. potrafi rozwiązywać problemy obliczeniowe z zakresu chemii i znajdować dla nich znaczenie praktyczne
4. potrafi w sposób przystępny przedstawić fakty (np. wyniki badań, odkrycia, aktualny stan wiedzy) z zakresu chemii ogólnej oraz przygotować opracowania na wskazane tematy

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Potrafi wykazać znaczenie chemii w różnych aspektach życia codziennego, potrafi wykazać potencjalne ryzyka związane ze stosowaniem różnych substancji chemicznych również z wykorzystaniem kart charakterystyki substancji chemicznych
2. Potrafi wykazać znaczenie wiedzy chemicznej w fizyce eksperymentalnej i/lub teoretycznej

Treści programowe dla zajęć:

Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, budowa atomu, konfiguracja elektronowa atomu, jądro atomowe. Pojęcie mola, masy molowej, objętości molowej gazu

Układ okresowy pierwiastków chemicznych, wiązania chemiczne, oddziaływania międzycząsteczkowe.

Stechiometria oraz nomenklatura związków nieorganicznych (w tym głównie: tlenki, wodorotlenki, kwasy, sole)

Reakcje chemiczne (typy reakcji). Równania reakcji chemicznych, podstawy obliczeń chemicznych. Podstawy termodynamiki: funkcje termodynamiczne, termodynamiczny opis układów, termochemia, równowaga termodynamiczna. Stechiometria równań chemicznych – molowy, wagowy i objętościowy stosunek reagentów.

Kinetyka chemiczna, równowagi chemiczne, stan równowagi, procesy odwracalne i nieodwracalne, stała równowagi. Roztwory, sposoby wyrażania stężeń. Stężenie molowe roztworów. Stężenie procentowe roztworów. Przeliczanie stężeń. Rozcieńczanie, zatężanie i mieszanie roztworów.

Przygotowanie roztworu o określonym stężeniu substancji rozpuszczonej. Rozpuszczalność substancji. Iloczyn rozpuszczalności

Roztwory elektrolitów, dysocjacja, definicje kwasowości i zasadowości, solwatacja, hydroliza. Autodysocjacja wody, skala pH, prawo rozcieńczeń Ostwalda, obliczenia związane ze stopniem i stałą dysocjacji.

Równania reakcji redoks – ustalanie stechiometrii, bilans elektronowy.

Budowa, najważniejsze właściwości i zastosowanie związków kompleksowych (koordynacyjnych)

Grupy funkcyjne, klasyfikacja związków organicznych, budowa związków organicznych, właściwości wybranych związków organicznych, które znajdują zastosowania w badaniach fizyki eksperymentalnej i/lub teoretycznej

Wybrane techniki laboratoryjne i eksperymentalne stosowane w chemii: pipetowanie, destylacja, ekstrakcja, chromatografia, spektroskopia absorpcyjno-emisyjna, analiza wagowa i miareczkowa

Nazwa zajęć: Matematyka w fizyce: koncepcje i metody

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna metody algebry liniowej wykorzystywane w fizyce
2. zna metody analizy matematycznej wykorzystywane do rozwiązywania pewnych problemów fizycznych
3. zna podstawy rachunku wariacyjnego
4. zna podstawy geometrii różniczkowej w kontekście Ogólnej Teorii Względności
5. zna transformatę Fouriera i Laplace'a, wie, potrafi określić ich zastosowania w fizyce

w zakresie umiejętności:

1. potrafi wykonywać operacje na macierzach, w tym rozwiązywanie zagadnienia własnego (mechanika kwantowa)
2. umie rozwiązywać równania różniczkowe i całkowe wykorzystywane do opisu pewnych zjawisk fizycznych (np. oscylator tłumiony, wymuszony, równanie dyfuzji)
3. potrafi użyć rachunku wariacyjnego do rozwiązywania pewnych zagadnień fizycznych
4. potrafi przeprowadzić podstawowe działania na rozmaitościach
5. potrafi wykorzystać transformatę Fouriera oraz Laplace'a do rozwiązywania pewnych zagadnień fizycznych

w zakresie kompetencji społecznych:

1. potrafi wytłumaczyć rolę matematyki w fizyce osobom spoza dziedziny

Treści programowe dla zajęć:

Przestrzenie wektorowe
Rachunek różniczkowy i całkowy, różniczki zupełne w kontekście funkcji wielu zmiennych; podstawy równań różniczkowych i całkowych
Szeregi Fouriera, transformata Fouriera i Laplace'a
Rachunek wariacyjny
Wstęp do geometrii różniczkowej

Nazwa zajęć: Podstawy OTW

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Przedstawia pojęcia, koncepcje i metody matematyczne ogólnej teorii względności.
2. Wyjaśnia modele matematyczne podstawowych zjawisk ogólnej teorii względności.

w zakresie umiejętności:

1. Stosuje poznane metody do rozwiązywania podstawowych problemów ogólnej teorii względności.
2. Analizuje wyniki otrzymywane podczas rozwiązywania problemów ogólnej teorii względności.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Krytycznie analizuje posiadaną wiedzę.

Treści programowe dla zajęć:

Wektory i tensory
Tensor energii-pędu
Współrzędne krzywoliniowe
Symbole Christoffela
Przeniesienie równoległe
Tensor krzywizny
Równania ruchu cząstki
Równania pola Einsteina

Fale grawitacyjne
Czasoprzestrzeń Schwarzschilda
Testy ogólnej teorii względności
Czarna dziura Schwarzschilda
Modele kosmologiczne

Nazwa zajęć: **Podstawy fizyki magnetyzmu**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. posiada wiedzę w zakresie podstawowych zjawisk i teorii fizyki magnetyzmu.
2. ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie fizyki magnetyzmu.
3. zna teoretyczne podstawy technik doświadczalnych oraz metody budowy modeli matematycznych właściwych dla fizyki magnetyzmu.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi korzystać z nabytej wiedzy w zakresie podstawowych zjawisk i teorii fizyki magnetyzmu.
2. potrafi rozwiązywać metodami rachunkowymi problemy i zagadnienia dotyczące magnetyzmu korzystając ze standardowych metod matematycznych stosowanych w dziedzinie.

Treści programowe dla zajęć:

Pole magnetyczne. Równania Maxwella, indukcja magnetyczna, wyznaczanie pola magnetycznego.

Moment magnetyczny i namagnesowanie. Pojęcie momentu magnetycznego, histereza magnetyczna, magnetyzacja i podatność magnetyczna, podział magnetyków ze względu na pole koercji. Przegląd typów uporządkowania magnetycznego. Przegląd zastosowań magnetyków.

Magnetyki - podstawowe pojęcia: anizotropia magnetyczna, pole demagnetyzacji, energia magnetyka w zewnętrznym polu magnetycznym. Termodynamika magnetyków.

Magnetyzm elektronowy: orbitalny i spinowy moment magnetyczny, pochodzenie spinu i jego opis kwantowomechaniczny, sprzężenie dwóch spinów, doświadczenie Sterna-Gerlacha, sprzężenie spin-orbita. Oddziaływanie pola magnetycznego na elektron: orbity cyklotronowe, precesja Larmora.

Izolowany moment magnetyczny: atom w polu magnetycznym, diamagnetyzm, paramagnetyzm (półklasyczny model paramagnetyka, paramagnetyzm dla cząstki o $J=1/2$ i uogólnienie na dowolne dozwolone liczby J , paramagnetyzm Van Vlecka), reguły Hunda, adiabatyczne rozmagnesowanie. Spin jądrowy i struktura nadsubtelna.

Pole krystaliczne: efekt Jahna-Tellera, techniki magnetycznego rezonansu: NMR, ESR, spektroskopia Mossbauera, spektroskopia mionowa.

Pochodzenie magnetyzmu: magnetyczne oddziaływanie dipolowe; oddziaływanie wymienne: pochodzenie, wymiana bezpośrednia, wymiana pośrednia: nadwymiana, wymiana podwójna, oddziaływanie RKKY, oddziaływanie Dzyałoszyskiego-Moriya.

Magnetyzm elektronów w ciele stałym: uporządkowanie magnetyczne, podstawowe modele magnetyzmu pasmowego i zlokalizowanych momentów magnetycznych, ferromagnetyzm Weissa, pole molekularne.

Inne formy magnetyzmu: antyferromagnetyzm, ferrimagnetyzm; uporządkowanie helikalne, szkła spinowe. Podstawowe techniki pomiaru uporządkowania magnetycznego. Magnetyzm metali przejściowych, model Stonera, model Hubbarda, magnetyzm gazu elektronowego, oddziaływanie RKKY, efekt Kondo, gwiazdy neutronowe.

Magnetyzm jako wynik spontanicznego złamania symetrii: teoria Landaua ferromagnetyzmu, konsekwencje łamania symetrii, wzbudzenia: fale spinowe oraz wzbudzenia stonerowskie. Pojęcie magnonu, magnony termiczne, wpływ oddziaływań magnonowych.

Anizotropia magnetyczna: anizotropia kształtu, anizotropia pola magnetokrystalicznego i jej pochodzenie. Anizotropia wyindukowana.

Zjawiska ferromagnetyczne: magnetostrykcja i efekt Villariego, efekty magnetokaloryczne i magnetooporowe. Doświadczalne techniki magnetooptyczne.

Mikromagnetyzm, domeny i histereza. Ścianki domenowe i ich formowanie. Proces namagnesowania i odnamagnesowania.

Egzotyczne magnetyki: frustracja i topologia. Nanomagnetyzm: warstwy magnetyczne, podstawowe zjawiska i urządzenia spintroniki.

Magnetyki miękkie i twarde oraz przegląd ich zastosowań.

Nazwa zajęć: **Elektryczność i magnetyzm**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. posiada wiedzę z zakresu elektryczności i magnetyzmu w zakresie podstawowych pojęć oraz praw elektromagnetyzmu (Gausa, Ampera, Faradaya, równań Maxwella)
2. zna elektryczne i magnetyczne własności materii
3. rozumie i wyjaśnia wybrane zjawiska z dziedziny elektryczności i magnetyzmu

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi samodzielnie rozwiązywać problemy/zadania z zakresu elektromagnetyzmu w oparciu o nabytą wiedzę z wykładu i opanowany aparat matematyczny (rachunek wektorów, rachunek różniczkowy i całkowy itd.)
2. Rozumie i potrafi opisać wybrane zjawiska z zakresu elektromagnetyzmu

Treści programowe dla zajęć:

ELEKTROSTATYKA: ładunek elektryczny, kwantyzacja ładunku, zasada zachowania ładunku elektrycznego; prawo Coulomba, obliczanie sił działających w układach ładunków punktowych; pojęcie pola elektrycznego (obliczanie natężenia pól elektrycznych dla układu ładunków punktowych), pole elektryczne dipola, energia układu ładunków, ruch ładunku w polu elektrycznym, dipol w polu elektrycznym; strumień pola wektorowego, rozkłady ciągłe ładunków – gęstość liniowa, powierzchniowa i objętościowa, natężenie pola dla różnych ciągłych rozkładów ładunku; prawo Gausa w postaci całkowitej i różniczkowej; potencjał pola elektrycznego, powierzchnie ekwipotencjalne, natężenie pola a potencjał, napięcie, energia pola elektrycznego, praca i energia w polu elektrycznym; kondensatory i pojemność, dielektryki w polu elektrycznym

PRĄD ELEKTRYCZNY: natężenie i gęstość prądu elektrycznego, prądy stacjonarne i prawo zachowania ładunku; prawo Ohma, oporność właściwa materiałów i opór elektryczny, zależność temperaturowa dla oporu, praca i moc prądu elektrycznego, obwody elektryczne, źródła SEM, uogólnione prawo Ohma, I i II prawo Kirchhoffa, obwody RC; przewodnictwo elektryczne w metalach, elektrolitach i gazach, siła elektromotoryczna, obwody prądu stałego, prawa Kirchhoffa, rozpraszanie energii przy przepływie prądu

POLE MAGNETYCZNE: definicja pola magnetycznego, strumień pola magnetycznego, ruch ładunku elektrycznego w polu magnetycznym, siła Lorentza, wyznaczenie stosunku e/m , efekt Halla, cyklotrony i synchrotrony; siła działająca w polu magnetycznym na przewodnik z prądem, pole magnetyczne wytwarzane przez przewodnik z prądem, prawo Ampera, prawo Biot-Savarta, siła działająca między przewodnikami z prądem, ramka z prądem w polu magnetycznym – moment siły, dipolowy moment magnetyczny, pole magnetyczne solenoidu, pola ładunków w ruchu, pola wirowe, twierdzenie Stokesa, potencjał wektorowy

INDUKCJA ELEKTROMAGNETYCZNA: prawo Faradaya, reguła Lenza, indukcyjność, samoindukcja, indukcyjność wzajemna; prądy wirowe, siła elektromotoryczna w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magnetycznym, generator prądu zmiennego, transformator, energia i gęstość energii pola magnetycznego

RÓWNANIA MAXWELLA: Prawo Gausa dla pola magnetycznego, prąd przesunięcia, równania Maxwella w postaci całkowitej i różniczkowej, fale elektromagnetyczne i transport energii, doświadczenie Hertza.

OBWODY PRĄDU ZMIENNEGO: drgania elektromagnetyczne w obwodzie LC; drgania obwodu RLC, tłumienie w obwodzie RLC, drgania wymuszone i rezonans w obwodach RLC; obwody prądu zmiennego, moc i energia w obwodach prądu zmiennego, transformatory

POLA ELEKTRYCZNE I MAGNETYCZNE W MATERII: polaryzacja dielektryka, podatność elektryczna, polaryzowalność atomów i molekuł, piezoelektryczność i elektrostrykcja, ferroelektryki; pole magnetyczne pętli z prądem, prądy elektryczne w atomie i orbitalny moment magnetyczny, spin elektronu i spinowy moment magnetyczny, doświadczenie Einsteina-de Haasa; magnetyzacja, podatność magnetyczna, paramagnetyzm, diamagnetyzm, ferromagnetyzm, histereza magnetyczna, magnetyzm ziemski

Nazwa zajęć: **Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Ma wiedzę na temat różnego rodzaju promieniowania jądrowego oraz jego oddziaływania z materią.
2. Posiada wiedzę z zakresu stosowania promieniowania jonizującego w przemyśle i medycynie.
3. Zna i rozumie efekty działania promieniowania jonizującego na otoczenie i potrafi scharakteryzować zagrożenie.
4. Zna podstawowe regulacje w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej.
5. Zna metody i działanie przyrządów stosowanych w dozymetrii.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi stosować dozymetry w ochronie radiologicznej.

2. Potrafi opisać wpływ promieniowania jonizującego na organizm z uwzględnieniem skali czasowej.
3. Potrafi opisać system postępowania i zarządzania w przypadku zdarzeń radiacyjnych.
4. Potrafi stosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium, zna wymogi pracy z substancjami niebezpiecznymi.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Ma świadomość potrzeby aktualizacji wiedzy i dokonuje krytycznej analizy wiedzy, którą posiada.

Treści programowe dla zajęć:

Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Rodzaje promieniowania jonizującego. Pierwiastki promieniotwórcze w przyrodzie; prawo rozpadu promieniotwórczego.

Zasady bezpieczeństwa pracy ze źródłami promieniowania jonizującego. Podstawowe przepisy w zakresie bezpieczeństwa i ochrony radiologicznej.

Detektory promieniowania jonizującego. Podstawowe jednostki dozymetrii promieniowania jonizującego oraz dawki graniczne.

Biologiczne skutki promieniowania jonizującego i zagrożenia wynikające z istnienia promieniowania jonizującego. Ochrona przed promieniowaniem jonizującym. Materiały stosowane do ochrony przed promieniowaniem.

Zastosowanie technik jądrowych. Wykorzystanie promieniowania jonizującego m.in. w diagnostyce i terapii medycznej.

Bezpieczeństwo energetyki jądrowej. Ocena ryzyka związanego z narażeniem na promieniowanie jonizujące.

Badanie skażeń promieniotwórczych. Odpady promieniotwórcze oraz ich klasyfikacja. Skutki skażenia promieniotwórczego na środowisko.

Zdarzenia radiacyjne oraz działania interwencyjne. Dozymetria promieniowania po zdarzeniu radiacyjnym. Opisy znanych zdarzeń radiacyjnych.

Nazwa zajęć: Analiza matematyczna 2

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna i rozumie wybrane zagadnienia dotyczące szeregów oraz transformaty Fouriera
2. zna i rozumie wybrane zagadnienia teorii równań różniczkowych
3. zna i rozumie wybrane zagadnienia analizy funkcjonalnej

w zakresie umiejętności:

1. umie posługiwać się wybranymi metodami dotyczącymi szeregów i transformaty Fouriera (w szczególności umie wyznaczać szeregi i transformaty Fouriera podstawowych funkcji)
2. umie posługiwać się wybranymi metodami teorii równań różniczkowych (w szczególności umie znajdować rozwiązania wybranych równań)
3. umie posługiwać się wybranymi metodami analizy funkcjonalnej

Treści programowe dla zajęć:

Szeregi Fouriera- pojęcie szeregu Fouriera,- rozwijanie funkcji w szereg Fouriera,- zagadnienie sumowania szeregów Fouriera,- własności szeregów Fouriera,- operacje na szeregach Fouriera.

Transformata (przekształcenie) Fouriera- pojęcie transformaty Fouriera,- pojęcie odwrotnej transformaty Fouriera,- własności transformaty Fouriera,- równość Parsewała.

Równania różniczkowe:- pojęcie równania różniczkowego,- pojęcie rozwiązania równania różniczkowego,- zagadnienie początkowe i brzegowe,- zagadnienie Struma-Liouville'a,- metody rozwiązywania podstawowych równań różniczkowych,- równanie liniowe pierwszego i wyższych rzędów.

Elementy analizy funkcjonalnej:- pojęcie przestrzeni unormowanej,- operatory liniowe (w tym klasyczne operatory fizyki matematycznej, np. operator Laplace'a),- własności operatorów,- widmo operatora.

Nazwa zajęć: Pracownia Fizyczna I.1

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. - zna prawa i zjawiska fizyki oraz posiada wiedzę pozwalającą na eksperymentalną weryfikację i analizę wybranych praw i zjawisk fizycznych
2. - zna zasady posługiwania się narzędziami i przyrządami pomiarowymi z uwzględnieniem zasad bezpiecznego ich użytkowania
3. - zna zasady (a) planowania i realizacji podstawowego eksperymentu fizycznego, (b) stosowania podstawowych metod statystycznej analizy wyników pomiarów oraz (c) raportowania wykonanego eksperymentu
4. - zna metody informatyczne służące do zbierania oraz przetwarzania danych pomiarowych

w zakresie umiejętności:

1. - potrafi zweryfikować eksperymentalnie wybrane prawa i zjawiska fizyczne
2. - potrafi zaplanować przebieg eksperymentu fizycznego, zebrać dane pomiarowe oraz dokonać ich analizy wykorzystując poznane metody statystyczne
3. - potrafi posługiwać się narzędziami informatycznymi w celu zebrania i analizy danych pomiarowych, a także w celu ich prezentacji w formie raportu końcowego z wykonanego eksperymentu
4. - potrafi przygotować raport podsumowujący wykonane doświadczenie, korzystając przy tym z umiejętności dobranej bibliografii oraz z uwzględnieniem przepisów praw autorskich - również w języku angielskim
5. - potrafi podjąć pracę w zespole uwzględniając kompetencje własne oraz pozostałych członków grupy z poszanowaniem zasad etyki zawodowej, brać udział w dyskusji

w zakresie kompetencji społecznych:

1. - rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych, oraz konieczność krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz pozyskiwanych informacji w zakresie nauk ścisłych i przyrodniczych

Treści programowe dla zajęć:

- w ramach zajęć laboratoryjnych studentka/student jest zobowiązana/y do wykonania określonej liczby doświadczeń z takich działów fizyki jak: Mechanika, Elektryczność i magnetyzm oraz Drgania
- zajęcia wykonywane są wg ustalonego harmonogramu w zespołach dwuosobowych - szczegółowy harmonogram znajduje się na stronie pracowni LEF (www.ppef.amu.edu.pl)
- studentka/student jest zobowiązana/y do przygotowania się do zajęć z teorii badanego zjawiska
- w ramach zajęć związanych z działem Mechanika studentka/student wykonuje wybrane doświadczenia z zagadnień: kinematyki i dynamiki ruchu prostoliniowego, zasady zachowania pędu, zasady zachowania energii mechanicznej, kinematyki i dynamiki ruchu obrotowego bryły sztywnej, hydrostatyki i hydrodynamiki
- w ramach zajęć związanych z działem Elektryczność i magnetyzm studentka/student wykonuje wybrane doświadczenia z zagadnień: pole elektrostatyczne, dielektryki, ferroelektryki, prąd stały i zmienny, pole magnetyczne i ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym i elektrycznym, indukcja elektromagnetyczna, wykorzystanie mierników w pomiarach prądu stałego i zmiennego, analiza obwodów zawierających układy kondensatorów, cewek, oporników, diod
- w ramach zajęć związanych z działem Drgania mechaniczne studentka/student wykonuje wybrane doświadczenia z zagadnień: drgania proste, tłumione i wymuszone, rezonans mechaniczny, analiza ruchu wahadeł, efekt Dopplera
- studentka/student jest zobowiązany do zanalizowania statystycznego wyników pomiarów oraz przygotowania raportu stanowiącego podsumowanie doświadczenia
- studentka/student jest zobowiązana/y do przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP), w szczególności w odniesieniu do pracy z przyrządami pomiarowymi oraz urządzeniami znajdującymi się na stanowiskach pomiarowych

Nazwa zajęć: **Geometria różniczkowa z elementami topologii**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna pojęcie iloczynu wewnętrznego
2. zna pojęcie parametryzacji
3. zna definicję krzywizny
4. zna twierdzenie Jordana oraz Hopfa
5. zna pojęcie powierzchni regularnej
6. zna pojęcie płaszczyzny stycznej
7. zna pojęcie powierzchni orientowanej
8. zna pojęcie pierwszej formy podstawowej powierzchni
9. zna pojęcie mapy Gaussa
10. zna pojęcie drugiej formy podstawowej
11. zna pojęcie krzywizny normalnej i krzywizny Gaussa
12. zna interpretację geometryczną krzywizny Gaussa oraz krzywizn głównych
13. zna Theorema Egregium oraz jego konsekwencje
14. zna twierdzenie Gaussa-Boneta
15. zna pojęcie powierzchni zwartej

w zakresie umiejętności:

1. potrafi wyznaczyć iloczyn wewnętrzny dwóch wektorów
2. potrafi sparametryzować krzywą
3. potrafi wyznaczyć krzywiznę
4. potrafi sprawdzić czy zadany obiekt jest powierzchnią regularną
5. potrafi wyznaczyć płaszczyznę styczną
6. potrafi sprawdzić czy zadana powierzchnia jest powierzchnią orientowaną
7. potrafi wyznaczyć pierwszą formę podstawową
8. potrafi wyznaczyć mapę Gaussa powierzchni
9. potrafi wyznaczyć drugą formę podstawową
10. potrafi wyznaczyć krzywiznę normalną i krzywiznę Gaussa
11. potrafi zastosować Theorema Egregium
12. potrafi zastosować twierdzenie Gaussa-Boneta
13. potrafi sprawdzić czy powierzchnia jest powierzchnią zwartą

Treści programowe dla zajęć:

Krzywe płaskie i przestrzenne.

Powierzchnie.

Krzywizna powierzchni.

Najkrótsza krzywa na powierzchni.

Nazwa zajęć: **Fizyka materii miękkiej**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna terminologię właściwą dla fizyki materii miękkiej i posiada wiedzę na temat charakterystycznych właściwości fizykochemicznych polimerów, koloidów, układów amfifilowych oraz białek.
2. zna i rozumie kluczowe definicje oraz zasady i prawa fizyczne, zjawiska oraz koncepcje i teorie właściwe dla opisu najważniejszych zagadnień fizyki materii miękkiej
3. zna i rozumie teoretyczne podstawy wybranych metod eksperymentalnych stosowanych do charakteryzowania materii miękkiej oraz ma wiedzę na temat interpretacji wyników uzyskanych z tych metod
4. ma wiedzę w zakresie przykładowych biomedycznych zastosowań materii miękkiej (aktualnych i innowacyjnych) oraz zna zasady bezpiecznego użytkowania tych materiałów (w odniesieniu do zdrowia człowieka i środowiska naturalnego oraz z uwzględnieniem aspektów etycznych)
5. zna zasady BHP i przestrzega ich w trakcie pracy laboratoryjnej.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi właściwie zaplanować eksperyment do rozwiązywania prostego problemu badawczego z dziedziny fizyki materii miękkiej dokonując odpowiedniego wyboru narzędzi, metod pomiarowych i modelu teoretycznego do analizy danych
2. potrafi zastosować teorię z zakresu fizyki materii miękkiej do rozwiązywania zadań rachunkowych i odpowiedzi na pytania problemowe z tej dziedziny, przeprowadzić analizę i dyskusję wyników eksperymentalnych uzyskanych z wybranych metod badań materii miękkiej w odniesieniu do rezultatów badań własnych i otrzymanych przez innych badaczy
3. potrafi umiejętnie korzystać z różnych źródeł informacji (w języku polskim i angielskim) do rozwoju wiedzy z zakresu fizyki materii miękkiej (z uwzględnieniem prawa autorskiego) i krytycznie ocenić jakość pozyskanych informacji
4. umie przygotowywać raport z wykonanego doświadczenia i wystąpienie ustne w formie prezentacji multimedialnej (w języku polskim) dotyczące wskazanych zagadnień z zakresu fizyki materii miękkiej oraz zaprezentować je we właściwej formie

w zakresie kompetencji społecznych:

1. uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz jest gotów do zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemów z zakresu fizyki materii miękkiej

Treści programowe dla zajęć:

Wprowadzenie do fizyki miękkiej materii (klasyczne układy zaliczane do miękkiej materii: koloidy, polimery, układy amfifilowe, białka; podstawowe cechy materii miękkiej; hierarchiczność opisu: skala czasu, długości i energii; oddziaływania proste i strukturalne).

Właściwości reologiczne materii miękkiej (prawa Hooke'a i Newtona; lepkość, sprężystość i lepkosprężystość; czasy relaksacji; zasada superpozycji Boltzmanna; wielkości fizyczne i modele mechaniczne stosowane w opisie lepkosprężystości; reologia w badaniu lepkosprężystości; doświadczenie relaksacyjne, pełzanie, doświadczenie dynamiczne; równanie WLF; krzywe płynięcia i

lepkości cieczy newtonowskich i nienewtonowskich; rozwiązywanie zadań problemowych i rachunkowych z zakresu reologii, przykładowy eksperyment reologiczny w laboratorium).

Podstawowe wiadomości o polimerach (definicje: monomeru, meru, oligomeru, polimeru, materiału polimerowego, masy cząsteczkowej, stopnia polimeryzacji; sposoby otrzymywania polimerów; klasyfikacja polimerów; stany fizyczne polimerów; degradacja i destrukcja polimerów; zastosowania polimerów i materiałów polimerowych, w tym aplikacje biomedyczne; struktura polimerów: cząsteczkowa, nadcząsteczkowa, makroskopowa; konfiguracja i konformacja makrocząsteczki; struktura amorficzna i krystaliczna; elementy statystyki konformacyjnej łańcucha: model łańcucha idealnie giętkiego, średni kwadrat odległości końców łańcucha, promień bezwładności, długość persystentna; rozwiązywanie zadań; w ramach laboratorium przeprowadzone zostanie praktyczne badanie wybranych właściwości polimerów).

Stan szklisty (definicje stanu szklistego, właściwości szkieł, temperatura T_g , przejście szkliste: opis termodynamiczny, paradoks Kauzmanna, kinetyczna natura zjawiska, koncepcja objętości swobodnej, relaksacja beta i alfa (strukturalna), równanie Arrheniusa i VFT, czasy relaksacji, pojęcie kruchości; w ramach ćwiczeń przejście szkliste w materii miękkiej zostanie omówione na przykładzie analizy wyników badań eksperymentalnych uzyskanych metodami spektroskopii dielektrycznej, reologii i różnicowej kalorymetrii skaningowej dla wybranych układów polimerowych).

Stan wysokoelastyczny (sprężystość pojedynczego łańcucha; termodynamiczna analiza sprężystości kauczukopodobnej; klasyczna teoria elastyczności kauczuku; rozwiązywanie zadań rachunkowych).

Żele (definicje żelu; żele chemiczne i fizyczne; pseudożele; przejście zol-żel; podstawy klasycznej i perkolacyjnej teorii żelowania; analiza przykładowych danych reologicznych otrzymanych dla układów żelujących; eksperyment w laboratorium ilustrujący proces żelowania w żelach fizycznych z wykorzystaniem metody oscylacji wymuszonych).

Roztwory polimerów (roztwory: rozcieńczone, semirozcieńczone, stężone; model łańcucha o ograniczonej giętkości; oddziaływania bliskiego i dalekiego zasięgu; teoria Flory'ego-Hugginsa; wpływ rozpuszczalnika na konformację łańcucha polimerowego w roztworze; temperatura teta, parametr objętości wyłączonej; idea blobów; zasada skalowania; właściwości reologiczne cieczy polimerowych). Procesy dyfuzji w miękkiej materii (ruchy Browna; I i II prawo Ficka, współczynnik dyfuzji i jego znaczenie w badaniach właściwości strukturalnych makrocząsteczek; relacja Einsteina, prawo Stokesa, wybrane metody eksperymentalne do pomiaru współczynników dyfuzji, zadania rachunkowe).

Wybrane modele dynamiki układów polimerowych (pojęcie masy krytycznej; polimery niesplątane i splątane; podstawy modeli: Rouse'a, Zimm'a i reptacyjnego (teoria Doi-Edwardsa); prawa skalowania; zadania rachunkowe).

Właściwości cieplne materii miękkiej (klasyfikacja przemian fazowych; polimery amorficzne i krystaliczne; przejście szkliste; krystalizacja; podstawowe metody wykorzystywane w analizie termicznej i przykłady analizy termogramów DSC dla wybranych układów polimerowych).

Koloidy (klasyfikacja koloidów i podstawowe właściwości, metody otrzymywania i oczyszczania koloidów, koagulacja, rola powierzchni międzyfazowej, podwójna warstwa elektryczna, teoria DVLO, metody stabilizacji układów koloidalnych, zjawisko tiksotropii, emulsje).

Procesy samoorganizacji w materii miękkiej na przykładzie ciekłych kryształów, związków powierzchniowo-czynnych i kopolimerów blokowych (zadania rachunkowe i/ lub przykładowy eksperyment ilustrujący proces samoorganizacji).

Białka - struktura i właściwości (budowa i podstawowe funkcje aminokwasów, wiązanie peptydowe, synteza białek, kod genetyczny, hierarchiczność struktury białek, mechanizmy odpowiedzialne za procesy zwijania się białek, podział białek ze względu na pełnione funkcje w organizmie i biomedyczne znaczenie białek, denaturacja białek).

Nazwa zajęć: Podstawy analizy statystycznej i prezentacji danych

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. zna zasady prawidłowego planowania i wykonywania pomiarów bezpośrednich i umie je przeprowadzić za pomocą wybranych przyrządów i narzędzi pomiarowych posiadając wiedzę na temat ich bezpiecznego użytkowania oraz umiejętnie dobrać instrumenty pomiarowe do analizowanego problemu fizycznego
2. zna i rozumie zasady ewaluacji danych pomiarowych zgodnie z normami Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej (ISO) i metodologią nauk ścisłych, posiada wiedzę na temat właściwej prezentacji wyników pomiarów, klasyfikacji niepewności pomiarowych, sposobu ich wyrażania, obliczania i zestawiania z wynikami pomiarów oraz wie jak porównać otrzymane w doświadczeniu rezultaty z wartościami oczekiwanymi i napisać raport końcowy podsumowujący eksperyment (z zachowaniem wymogów prawa autorskiego).

w zakresie umiejętności:

1. potrafi właściwie zaplanować i przeprowadzić prosty eksperyment fizyczny.
2. potrafi prawidłowo zastosować podstawowe metody analizy statystycznej do opracowania wyników pomiarów bezpośrednich, pośrednich i wielkości zależnych oraz dokonać właściwej prezentacji i porównania wyników pomiarów korzystając przy tym z programów komputerowych dedykowanych analizie danych.
3. potrafi krytycznie odnieść się do otrzymanych rezultatów doświadczenia, przeprowadzić ich dyskusję, sformułować wnioski na podstawie odnotowanych obserwacji oraz przygotować raport końcowy z doświadczenia zgodnie z wymogami laboratorium fizycznego i z zachowaniem wymogów prawa autorskiego.
4. potrafi planować i organizować pracę indywidualną i/lub współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych.

Treści programowe dla zajęć:

Wprowadzenie do laboratorium fizycznego (podstawowe pojęcia z teorii pomiarów; podstawowa idea pomiaru; klasyfikacja niepewności pomiarowych; błędy pomiarowe; pomiary bezpośrednie i ocena niepewności pomiarowych w pomiarach bezpośrednich).

Pomiary bezpośrednie i niepewności pomiarowe według kodyfikacji ISO oraz podstawy analizy statystycznej wyników pomiarów.

Pomiary pośrednie i analiza niepewności pomiarowych w pomiarach złożonych.

Porównywanie wyników pomiarów bezpośrednich i pośrednich z wartościami uzyskanymi w podobnych warunkach eksperymentalnych, bądź z wartością tablicową lub/i obliczoną teoretycznie.

Zasady planowania pomiarów bezpośrednich i pośrednich; przedstawienie podstawowych zasad dotyczących przygotowania raportu z doświadczenia z uwzględnieniem dyskusji wyników i właściwego formułowania wniosków końcowych.

Analiza wielkości liniowo zależnych.

Analiza zależności nieliniowych.

Nazwa zajęć: **Podstawy elektroniki**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Zna podstawowe narzędzia i przyrządy pomiarowe stosowane w elektronice.
2. Zna i stosuje prawa: Ohma, Kirchhoffa I, Kirchhoffa II, Ampere'a, Indukcji Faradaya.
3. Wie od czego zależą szumy w układach elektronicznych. Wie jak narysować i przeanalizować układy filtrów pasywnych w podstawowych konfiguracjach.
4. Zna obwody RLC ze szczególnym uwzględnieniem układów rezonansowych. Zna zastosowanie ich w aparaturze pomiarowej. Zna zasady odbioru radiowego. Wie jak powiązać zasady odbioru radiowego z detektorami stosowanymi w spektrometrach NMR, EPR, NQR oraz w obrazowaniu MRI.
5. Zna pojęcia impedancji oraz powiązane. Rozróżnia obwody elektryczne liniowe i nieliniowe.

w zakresie umiejętności:

1. Potrafi samodzielnie wykonywać pomiary podstawowych wielkości fizycznych. Umie posługiwać się miernikami uniwersalnymi, generatorami funkcji, oscyloskopami, zasilaczami DC, AC. Samodzielnie wykonuje pomiary natężenia prądu DC jak i AC. Określa wartości oporów i pojemności. Wykonuje testy diod i tranzystorów. Potrafi zbudować i zbadać charakterystyki filtrów pasywnych w podstawowych konfiguracjach. Umie zaprojektować i zbudować obwód rezonansowy.
2. Potrafi projektować funkcje logiczne i badać układy na kościach cyfrowych działających w standardzie TTL. Buduje układy na bazie scalonych wzmacniaczy operacyjnych w konfiguracji odwracającej fazę oraz nieodwracającej fazy sygnału wejściowego. Potrafi zmontować korzystając z płyty uniwersalnej układy filtrów aktywnych. Zna i potrafi wytłumaczyć na podstawie zmontowanego układu zasadę działania prostego przetwornika A/D i D/A.
3. Umie zbudować oraz charakteryzuje układy wzmacniaczy jednotranzystorowych w podstawowych konfiguracjach WB, WC, WE.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Potrafi pracować w grupie realizując prosty odbiornik radiowy - zadanie projektowe.

Treści programowe dla zajęć:

Warsztat elektronika - podstawy. Laboratoryjny sprzęt pomiarowy, zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania pomiarów, sposoby wykonywania pomiarów wielkości elektrycznych.

Prąd elektryczny - podstawowe pojęcia i prawa. Prąd, napięcie, połączenia równoległe i szeregowe, prawa: Ohma, Kirchhoffa I, Kirchhoffa II, Ampere'a, Indukcji Faradaya, rozwiązywanie prostych obwodów elektrycznych, analiza węzłowa, moc. Twierdzenie Thévenina, mostki.

Impedancja zespolona. Kondensatory, cewki, sposoby pomiarów. Sensory, Indukcja wzajemna, obwody RLC, linie transmisyjne. Kształtowanie charakterystyki, transmitancja.

Półprzewodniki. Diody, tranzystory - układy wzmacniaczy jednotranzystorowych w podstawowych konfiguracjach WB, WC, WE.

Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne, układy cyfrowe. Funkcje logiczne, układy na kościach cyfrowych działających w standardzie TTL. Podstawowe układy na bazie scalonych wzmacniaczy operacyjnych w konfiguracji odwracającej fazę oraz nieodwracającej fazy sygnału wejściowego. Układy filtrów aktywnych. Zasada działania przetwornika A/D i D/A.

Metody transmisji i recepcji sygnałów radiowych. Modulacja AM, FM. Anteny. Modelowanie rozkładu pól elektrycznego i magnetycznego - zastosowania.

Nazwa zajęć: **Drgania i fale**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. przedstawia podstawowe prawidłowości, zjawiska i procesy związane z drganiami i falami.
2. wyjaśnia modele matematyczne do opisu zagadnień związanymi z ruchem drgającym i falami.

w zakresie umiejętności:

1. stosuje formalizm matematyczny w celu opisu i analizy ruchu drgającego i fal.

Treści programowe dla zajęć:

Drgania swobodne. Wahadło matematyczne. Rezonator Helmholtza. Drgania swobodne tłumione. Drgania wymuszone. Rezonans.

Drgania normalne. Drgania o dwóch stopniach swobody. Spektroskopia w podczerwieni.

Składanie drgań prostokątnych (figury Lissajous) i równoległych (dudnienia).

Fale mechaniczne w napiętej strunie (prędkość fali, równanie falowe, energia i moc). Odbicie, transmisja i absorpcja fal na strunie. Fale stojące.

Analiza fourierowska. Prędkość fazowa, prędkość grupowa w ośrodkach dyspersyjnych.

Fale dźwiękowe (równanie falowe, prędkość dźwięku). Zjawisko Dopplera. Czas pogłosu.

Współczesne techniki eksperymentalne związane z drganiami i falami.

Nazwa zajęć: **Pracownia Fizyczna II.2**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. Zna wybrane techniki badawcze stosowane w fizyce.
2. Zna mechanizmy rozpadów promieniotwórczych typu α , β , γ .
3. Zna mechanizmy oddziaływania promieniowania z materią
4. Zna zasady działania detektorów promieniowania pasywnych i aktywnych.
5. Zna zależność pomiędzy aktywnością izotopu promieniotwórczego a dawką jaką otrzyma organizm.
6. Zna podstawowe prawa optyki geometrycznej.
7. Zna pojęcia interferencji, dyfrakcji i polaryzacji światła.
8. Zna metody przetwórstwa polimerów ich wpływu na własności fizyczne.
9. Zna podstawy fizyczne działania rezonansu ferromagnetycznego FMR.

w zakresie umiejętności:

1. Umie samodzielnie zaplanować i przeprowadzić podstawowy eksperyment na dyfraktometrze RTG.
2. Potrafi posługiwać się miernikami promieniowania jonizującego oraz dobierać ich parametry pracy.
3. Umie samodzielnie zaplanować i przeprowadzić pomiary skażeń, dawki, mocy dawki.
4. Umie przeprowadzić podstawowe eksperymenty z wykorzystaniem światła laserowego.
5. Umie wykorzystać interferometrię do pomiarów fizycznych.
6. Potrafi własnoręcznie wytworzyć próbki do dalszych badań metodą wtryskiwania.
7. Potrafi własnoręcznie przeprowadzić pomiary anizotropii magnetycznej w cienkowarstwowych próbkach ferromagnetycznych techniką FMR.

Treści programowe dla zajęć:

Laboratorium Izotopowe. Zapoznanie studentów z podstawową aparaturą badawczą stosowaną do rejestracji promieniowania α , β , γ , samodzielne wykonanie pomiarów skażeń powierzchni, dawek oraz mocy dawek za pomocą wielu przyrządów dozymetrycznych zarówno mobilnych jak też stacjonarnych. Wykonywane są badanie skuteczności osłon przed promieniowaniem beta i gamma. Badania oddziaływania promieniowania z materią, ocena zależności pochłaniania od rodzaju ośrodka, jego grubości i energii stosowanego promieniowania. Szacowanie, które z badanych absorbentów można stosować jako osłony biologiczne. Opracowanie i analiza otrzymanych widm.

Laboratorium optyki.

Wiadomości z zakresu optyki falowej. Zjawisko interferencji i dyfrakcji światła. Polaryzacja światła. Aktywność optyczna substancji. Zjawisko Faradaya i Cottona -Mouttona. Budowa lasera He-Ne, półprzewodnikowego, interferometri. Własności wiązki laserowej. Metody szacowania niepewności pomiarowych, budowa i zasady działania oraz zasady praktycznego wykorzystania wybranych przyrządów. Wykorzystanie narzędzi informatycznych do opracowania i analizy wyników pomiarów. Podstawowe rodzaje termoformowania: negatywowe, pozytywowe i dwupłytowe. Wpływ struktury materiału polimerowego na efekt termoformowania, wpływu dodatku włókien wzmacniających do kompozytu polimerowego na jego wytrzymałość mechaniczną w stanie wysokoelastycznym, metody modelowania procesów termoformowania oraz sposobów ogrzewania materiału polimerowego. Procesy degradacji mechanicznej. Wtryskarka, ciśnienie wtryskiwania, temperatura tworzywa, czas wtryskiwania, szybkość wtryskiwania, ciśnienie docisku, czas docisku, temperatura formy, ciśnienie uplastyczniania, formy wtryskowe. Laboratorium FMR. Rezonans ferromagnetyczny, anizotropia magnetyczna, cienkie warstwy, elementy uczenia maszynowego do analizy uzyskanych wyników. Zasada działania spektrometru rezonansu ferromagnetycznego. Falowody, wnęki rezonansowe, oddziaływanie fali elektromagnetycznej z materią, rezonatory (dopasowanie, strojenie).

Nazwa zajęć: **Podstawy spektroskopii optycznej**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna podstawy fizyczne zjawisk a) absorpcji, fluorescencji i rozpraszania światła w roztworach cząsteczek, b) dyfuzji cząsteczek w roztworach,
2. potrafi wyjaśnić, czym jest spektroskopia optyczna, co jest przedmiotem jej badań oraz jakiego typu informacje pozwala uzyskać o badanych próbkach
3. potrafi wymienić i opisać podstawowe techniki spektroskopii optycznej z uwzględnieniem zasady działania i schematów budowy układów pomiarowych

w zakresie umiejętności:

1. umie przygotować próbki do badań z użyciem wybranych układów spektroskopowych oraz obsługiwać te układy w podstawowym zakresie, a także przeanalizować, zinterpretować i opisać otrzymane wyniki

Treści programowe dla zajęć:

Podstawowe pojęcia i zjawiska z zakresu spektroskopii optycznej) spektroskopia optyczna jako oddziaływanie cząsteczek ze światłem, b) absorpcja światła, kolory roztworów cząsteczek, widma absorpcji i transmisji, widma rotacyjne, oscylacyjne i elektronowe, c) dipolowy moment przejścia, prawo Lamberta-Beera, współczynnik absorpcji, widma absorpcji mieszanin, punkt izobestyczny, pasma absorpcji, d) fluorescencja, widmo fluorescencji, przesunięcie Stokesa, wydajność fluorescencji, schemat Jabłońskiego, anizotropia fluorescencji, e) zjawisko rozpraszania światła (w szczególności Rayleigha i Ramana), wpływ rozpraszania na widmo absorpcji.

Zasady działania i schematy budowy wybranych spektroskopowych układów pomiarowych wykorzystujących zjawiska absorpcji, fluorescencji i rozpraszania światła a) stacjonarne i czasowo-rozdzielcze spektrometry absorpcyjne, b) stacjonarne i czasowo-rozdzielcze spektrometry fluorescencyjne, c) układy do badania dichroizmu liniowego i kołowego, d) układy do badania anizotropii fluorescencji stacjonarnej i czasowo-rozdzielczej, e) układy do badania dyfuzji cząsteczek w roztworze -techniki dynamicznego rozpraszania światła i spektroskopii korelacji fluorescencji.

Przygotowanie próbek i przeprowadzenie badań laboratoryjnych z wykorzystaniem spektroskopowych technik optycznych i magnetycznych: a) absorpcja stacjonarna, b) absorpcja czasowo-rozdzielcza, c) fluorescencja stacjonarna, d) spektroskopia korelacji fluorescencji.

Nazwa zajęć: **Podstawy fizyki kwantowej**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna doświadczenia, które nie dają się wyjaśnić na podstawie praw fizyki klasycznej.
2. zna i rozumie postulaty i podstawowe prawa fizyki kwantowej i wynikające z nich konsekwencje.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi tłumaczyć zjawiska z zakresu podstaw fizyki kwantowej odwołując się do postulatów i praw fizyki kwantowej, używając stosownych modeli matematycznych.
2. potrafi rozwiązywać proste problemy (na poziomie podręcznika N. Zetilli: Quantum Mechanics – concepts and applications w zakresie rozdziałów 1-7).

3. potrafi planować i przeprowadzać proste eksperymenty obejmujące podstawy fizyki kwantowej oraz analizować i przedstawiać ich wyniki.

Treści programowe dla zajęć:

Wczesna fizyka kwantowa a. promieniowanie ciała doskonale czarnego b. zjawisko fotoelektryczne c. zjawisko Comptona d. doświadczenie Davissona-Germara e. hipoteza de Broglie f. model Bohra
Eksperyment dwuszczelinowy i efekt Aharonova-Bohma

Matematyczne narzędzia fizyki kwantowej a. fale i analiza Fouriera b. operator rzutowania c. rozkład spektralny macierzy d. funkcje macierzy

Postulaty Fizyki Kwantowej a. wektory stanu

b. operatory

c. wyniki pomiarów i prawdopodobieństwa ich uzyskania

d. równanie Schrödingera

Spin a. doświadczenie Einstein-de Haasa b. doświadczenie Sterna-Gerlacha c. matematyczny opis spinu – spinowe macierze Pauliego d. transformacje spinorów przy obrotach układu współrzędnych

Problemy jednowymiarowe: baza ciągła

a. cząstka swobodna b. nieskończenie głęboka studnia potencjału c. oscylator harmoniczny e. skok potencjału f. bariera potencjału g. reprezentacja położeniowa i pędowa

Ewolucja czasowa układu

a. cząsteczka amoniaku w polu elektrycznym b. cząstka o spinie $1/2$ w polu magnetycznym c. oscylacje neutrin

Zasada nieoznaczoności

Moment pędu

a. obroty b. moment pędu c. dodawanie momentu pędu

Symetrie i zasady zachowania

a. operatory unitarne b. przesunięcia w przestrzeni c. przesunięcia w czasie

Nazwa zajęć: **Optyka kwantowa**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna podstawowe pojęcia i modele wykorzystywane w optyce kwantowej

2. zna metody weryfikacji mechaniki kwantowej w układach optycznych

3. zna podstawowe metody kwantowego przetwarzania informacji

w zakresie umiejętności:

1. potrafi wykorzystać swoją wiedzę do rozwiązywania problemów dotyczących optyki kwantowej

2. potrafi zrozumieć przystępne artykuły naukowe dotyczące optyki i informatyki kwantowej

w zakresie kompetencji społecznych:

1. zna przykłady praktycznych zastosowań optyki kwantowej

Treści programowe dla zajęć:

Równania Maxwella w próżni. Pole elektromagnetyczne w rezonatorze. Wzór Plancka.

Kwantowanie pola. Przestrzeń Focka. Fluktuacje próżni i ich konsekwencje.

Stany koherentne. Operatory przesunięcia i ściskania.

Rozkłady kwaziprawdopodobieństwa i funkcje charakterystyczne.

Kwantowa teoria spójności. Grupowanie się fotonów.

Oddziaływanie atomu z polem. Oscylacje Rabiego. Model Jaynesa-Cummingsa.

Płytki światłodziela. Interferometr Macha-Zehndera. Paradoks Elitzura-Vaidmana.

Źródła pojedynczych fotonów. Spontaniczna parametryczna konwersja w dół. Efekt Hong-Ou-Mandla.

Spójność indukowana. Nierówność CHSH.

Stany splątane i ich zastosowania w kwantowym przetwarzaniu informacji. .

Nazwa zajęć: **Podstawy fizyki atomowej**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. przedstawia podstawowe eksperymenty w zakresie fizyki atomowej.

2. wyjaśnia procesy oddziaływania światła z atomami.

3. omawia budowę i własności atomu wodoru i atomów wieloelektronowych.

w zakresie umiejętności:

1. analizuje własności atomów w powiązaniu z ich budową.

2. stosuje poznane metody do rozwiązywania wybranych problemów mechaniki klasycznej.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. dokonuje krytycznej analizy posiadanej wiedzy.

Treści programowe dla zajęć:

Fizyka przełomu XIX i XX w.
Mechanika kwantowa - niezbędne minimum.
Atom dwupoziomowy - od współczynników Einsteina do oscylacji Rabięgo.
Przybliżenie półklasyczne i równania Blocha.
Atom wodoru według Schrodingera.
Od atomu wodoru do pełnego układu okresowego.
Atomy wieloelektronowe.
Spektroskopia - oddziaływanie światła z atomami i molekułami.
Manipulowanie atomami - chłodzenie i pułapkowanie.
Zimne gazy - kondensat Bosego - Einsteina.
Kryształy optyczne.

Nazwa zajęć: **Podstawy fizyki rezonansów magnetycznych**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna i rozumie treści związane z rezonansami magnetycznymi w zakresie określonym planem wykładu

w zakresie umiejętności:

1. potrafi w oparciu o poznane teorie i metody badawcze analizować problemy z obszaru rezonansów magnetycznych

Treści programowe dla zajęć:

Elektryczne i magnetyczne właściwości jąder i elektronów Podstawy spektroskopii molekularnej: widmo i linie rezonansowe oraz ich parametry. Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR) – teoria zjawiska Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR) – równania Blocha Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR) – mechanizmy relaksacji i czasy relaksacji Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR) – eksperymentalne metody obserwacji widm NMR i pomiaru czasów relaksacji Elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR) – teoria zjawiska Elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR) - subtelna i nadsubtelna struktura widm EPR Elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR) - eksperymentalne metody obserwacji widm EPR Jądrowy rezonans kwadropolowy (NQR) - teoria zjawiska Jądrowy rezonans kwadropolowy (NQR) - eksperymentalne metody obserwacji widm NQR Zastosowanie technik spektroskopii magnetycznych w nauce i w praktyce

Nazwa zajęć: **Analiza matematyczna 1**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna i rozumie wybrane zagadnienia dotyczące teorii ciągów i szeregów

2. zna i rozumie wybrane zagadnienia z teorii funkcji jednej i wielu zmiennych

3. zna i rozumie wybrane zagadnienia dotyczące rachunku różniczkowego funkcji jednej i wielu zmiennych

4. zna i rozumie wybrane zagadnienia dotyczące rachunku całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych

w zakresie umiejętności:

1. umie posługiwać się wybranymi metodami z teorii ciągów i szeregów (w szczególności umie obliczać granice ciągów i sprawdzać zbieżność szeregów)

2. umie posługiwać się wybranymi metodami teorii funkcji jednej i wielu zmiennych (w szczególności umie obliczać granice funkcji)

3. umie posługiwać się wybranymi metodami rachunku różniczkowego funkcji jednej i wielu zmiennych (w szczególności umie obliczać pochodne i pochodne cząstkowe i stosować je do rozwiązywania innych problemów)

4. umie posługiwać się wybranymi metodami rachunku całkowego funkcji jednej i wielu zmiennych (w szczególności umie obliczać całki pojedyncze i wielokrotne i stosować je do rozwiązywania innych problemów)

Treści programowe dla zajęć:

Ciągi liczbowe:- pojęcie ciągu,- własności ciągów (ograniczoność, monotoniczność),- granica ciągu,- metody obliczania granic ciągów.

Ogólna teoria funkcji jednej i wielu zmiennych:- definicja funkcji,- dziedzina funkcji,- złożenie funkcji,- funkcje elementarne (wielomiany, funkcja wymierna, funkcja potęgowa, logarytmiczna, wykładnicza oraz funkcje trygonometryczne),- funkcja odwrotna,- funkcje cyklometryczne (arcus sinus, arcus

cosinus),- granica funkcji w punkcie i w nieskończoności,- metody obliczania granic funkcji,- ciągłość funkcji.

Rachunek różniczkowy funkcji jednej i wielu zmiennych:- pochodna funkcji i jej interpretacja geometryczna i fizyczna,- pochodne wyższego rzędu,- metody obliczania pochodnych,- różniczka funkcji,- podstawowe twierdzenia rachunku różniczkowego,- przebieg zmienności funkcji jednej zmiennej,- reguła de l'Hospitala,- pochodne cząstkowe pierwszego i wyższych rzędów,- pochodna kierunkowa,- gradient funkcji,- ekstrema lokalne funkcji wielu zmiennych.

Rachunek całkowy funkcji jednej i wielu zmiennych:- funkcja pierwotna,- całka nieoznaczona i oznaczona,- interpretacja geometryczna i fizyczna całki oznaczonej,- metody obliczania całek,- całki niewłaściwe,- całki iterowane i wielokrotne.

Szeregi:- pojęcie szeregu,- definicja zbieżności szeregu,- kryteria zbieżności szeregów,- szeregi potęgowe (m.in. szereg Taylora i Maclaurina),- własności szeregów.

Nazwa zajęć: **Fizyka fazy skondensowanej 1**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej odnoszącą się do budowy i własności materiałów będących w fazie stałej.
2. zna metodykę badań fazy skondensowanej oraz posiada wiedzę pozwalającą na prowadzenie analizy wyników pomiarowych.
3. zna najnowsze trendy rozwojowe w materii stałej oraz obszary stosowania tej materii.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi pozyskiwać informacje z dostępnej literatury i baz danych oraz innych źródeł. Ponadto potrafi wykorzystać uzyskane informacje tak, aby dokonać analizy wyników doświadczeń i sformułować proste wnioski.
2. potrafi dokonać wyboru materiałów o odpowiednich właściwościach fizyko-chemicznych dla konkretnych zastosowań.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. potrafi rozwiązywać problemy fizyczne samodzielnie, jak również współpracować w ramach zespołu.
2. ma świadomość znaczenia fizyki fazy skondensowanej w społeczeństwie i jej wpływ na poszczególne gałęzie gospodarki.

Treści programowe dla zajęć:

Budowa krystaliczna ciał. Podstawy krystalografii. Sieci i wektory translacji sieci. Struktura krystaliczna. Sieci Braviego. Współczynnik upakowania. Wskaźniki Millera węzłów, kierunków i płaszczyzn, elementy symetrii kryształów.

Podstawy rachunku tensorowego.

Drgania sieci krystalicznej. Fonony optyczne i akustyczne. Stałe sprężyste.

Badania struktury kryształów. Dyfrakcja neutronowa, elektronowa i rentgenowska. Prawo Bragga i Lauego. Sieć odwrotna

Metody badań sieci krystalicznej - spektroskopia Ramana i Brillouina.

Własności termiczne ciał stałych. Model Einsteina ciepła właściwego, model Debye'a ciepła właściwego, ciepło właściwe elektronów przewodnictwa w metalach, przewodnictwo cieplne ciał stałych, rozszerzalność termiczna ciał stałych. Metody badań własności cieplnych.

Defekty sieci krystalicznej, dyslokacje.

Dielektryki i ferroelektryki- charakterystyka i własności.

Metody badania powierzchni materiałów.

Najnowsze trendy badań fazy skondensowanej -Sieci zdefektowane - fononiczne, sieci Lieba.

Nazwa zajęć: **Programowanie 2**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna składnię języka Python
2. rozumie paradygmat programowania obiektowego
3. zna biblioteki i narzędzia umożliwiające efektywną pracę naukową w języku Python

w zakresie umiejętności:

1. potrafi przeanalizować zadany problem i zamodelować w obiektowy sposób
2. potrafi napisać program w języku Python modelujący zagadnienie fizyczne i wykonujący stosowne obliczenia
3. potrafi poszukać odpowiednie biblioteki oraz skorzystać z nich podczas pracy w języku Python

4. zna metody numeryczne i symulacje umożliwiające badanie podstawowych zagadnień fizyki i matematyki

Treści programowe dla zajęć:

Poznanie podstawowych instrukcji w języku Python, definiowania zmiennych, operacji na zmiennych, instrukcji sterujących i funkcji.

Zapoznanie się z paradygmatem programowania obiektowego, analiza obiektowa problemu sformułowanego w języku naturalnym oraz pisanie programu w oparciu o tą wiedzę.

Poznanie metod numerycznych i symulacji umożliwiających rozwiązywanie podstawowych problemów fizycznych i matematycznych. Implementacja poznanych metod w języku Python. Znajomość bibliotek SciPy i NumPy.

Analiza danych otrzymywanych przy pomocy napisanych programów oraz prezentacja przy wykorzystaniu biblioteki Matplotlib.

Nazwa zajęć: **Pracownia Fizyczna II.1**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. Zna wybrane techniki badawcze stosowane w fizyce.
2. Zna podstawy zjawiska Magnetycznego Rezonansu Jądrowego NMR.
3. Zna różnice pomiędzy czasami relaksacji podłużnej i poprzecznej.
4. Zna zastosowania zjawiska NMR w medycynie.
5. Zna podstawy zjawiska Elektronowego Rezonansu Paramagnetycznego.
6. Wie czym są wolne rodniki, jak powstają i jakie mają znaczenie dla zdrowia.
7. Wie jak samodzielnie zaplanować podstawowy eksperyment polegający na rejestracji wolnych rodników w badanych substancjach.
8. Zna zastosowania zjawiska EPR w medycynie i ochronie zdrowia.
9. Wie czym jest promieniowanie rentgenowskie i mechanizm powstawania promieniowania X.
10. Zna na czym polega eksperyment i jakich informacji dostarcza.
11. Określa właściwości promieniowania rentgenowskiego oraz zna potencjalne niebezpieczeństwo z nim związane w kontekście medycznym.
12. Zna zastosowania RTG w medycynie.
13. Zna mechanizmy rozpadów promieniotwórczych typu α , β , γ
14. Zna mechanizmy oddziaływania promieniowania z materią
15. Zna zasady działania detektorów promieniowania pasywnych i aktywnych.
16. Zna zależność pomiędzy aktywnością izotopu promieniotwórczego a dawką jaką otrzyma organizm.

w zakresie umiejętności:

1. Umie samodzielnie zaplanować i przeprowadzić podstawowy eksperyment w celu wyznaczenia czasów relaksacji T1 i T2.
2. Potrafi obsługiwać spektrometr NMR oraz niezbędne oprogramowanie.
3. Umie samodzielnie zaplanować i przeprowadzić podstawowy eksperyment polegający na rejestracji sygnałów EPR od centrów paramagnetycznych w badanych substancjach.
4. Potrafi obsługiwać spektrometr EPR oraz niezbędne oprogramowanie.
5. Potrafi przeprowadzić analizę uzyskanych wyników.
6. Potrafi obsługiwać dyfraktometr proszkowy RTG oraz niezbędne oprogramowanie.
7. Umie samodzielnie zaplanować i przeprowadzić podstawowy eksperyment na dyfraktometrze RTG.
8. Potrafi posługiwać się miernikami promieniowania jonizującego oraz dobierać ich parametry pracy.
9. Umie samodzielnie zaplanować i przeprowadzić pomiary skażeń, dawki, mocy dawki.

Treści programowe dla zajęć:

Laboratorium NMR.

Zapoznanie studentów ze zjawiskiem jądrowego rezonansu magnetycznego, technik stosowanych do jego obserwacji, aparatura pomiarowa, możliwości wykorzystania zjawiska do badania struktury i dynamiki molekularnej cieczy i ciał stałych. Zapoznanie studentów z aparaturą do rejestracji zjawiska NMR - spektrometr impulsowy, spektrometr fali ciągłej. Rejestracja sygnałów swobodnej precesji, echo spinowe, badanie metody odrostu magnetyzacji, metoda zerowa (T1), rejestracja odrostów FID metodą nasyceniową (T1) oraz metodą Hahna (T2), wykonanie pomiaru drugiego momentu linii NMR, analiza otrzymanych widm.

Laboratorium EPR.

Zapoznanie studentów ze zjawiskiem Elektronowego Rezonansu Paramagnetycznego EPR, technikami stosowanymi do jego obserwacji, aparatura pomiarowa. Metodyka badań EPR – podstawowe parametry widma, szerokość i kształt linii EPR (krzywe Gaussa i Lorentza). Zapoznanie się z aparaturą EPR, zarejestrowanie widm EPR wybranych substancji, badanie warunków

otrzymywania poprawnych widm EPR bez zniekształceń aparaturowych, wyznaczenie podstawowych parametrów otrzymanych widm.

Laboratorium RTG.

Uświadomienie studentom sposobów wytwarzania promieniowania rentgenowskiego, zapoznanie ich z budową lampy rentgenowskiej, goniometru, omówienie zagrożeń związanych z użytkowaniem aparatury do analizy rentgenowskiej. Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami badań Rentgenowskiej Analizy Strukturalnej. Techniki związane z odpowiednim przygotowaniem próbek, samodzielne otrzymanie dyfraktogramów stosując jedną z podstawowych metod rentgenowskiej analizy strukturalnej. – metodę Lauego. Debye'a-Sherrera-Hulla lub obracanego kryształu. Analiza otrzymanych dyfraktogramów

Laboratorium Izotopowe.

Zapoznanie studentów z podstawową aparaturą badawczą stosowaną do rejestracji promieniowania α , β , γ , samodzielne wykonanie pomiarów skażeń powierzchni, dawek oraz mocy dawek za pomocą wielu przyrządów dozymetrycznych zarówno mobilnych jak też stacjonarnych. Wykonywane są badanie skuteczności osłon przed promieniowaniem beta i gamma. Badania oddziaływania promieniowania z materią, ocena zależności pochłaniania od rodzaju ośrodka, jego grubości i energii stosowanego promieniowania. Szacowanie, które z badanych absorbentów można stosować jako osłony biologiczne. Opracowanie i analiza otrzymanych widm.

Nazwa zajęć: **Wstęp do fizyki cząstek elementarnych**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. zna historię badania fizyki cząstek elementarnych
2. zna stan współczesnych badań nad cząstkami elementarnymi
3. zna i rozumie klasyfikację i podstawowe własności cząstek elementarnych
4. zna i rozumie klasyfikację i podstawowe własności cząstek złożonych, m.in. protonów i neutronów
5. zna podstawowe metody doświadczalne wykorzystywane w fizyce cząstek elementarnych
6. zna wyzwania stojące przed dalszymi badaniami cząstek elementarnych

w zakresie umiejętności:

1. umie wskazać fundamentalne oddziaływania w przyrodzie i cząstki elementarne podlegające tym oddziaływanom i przenoszące je
2. umie określić przynależność różnych cząstek elementarnych/złożonych do odpowiednich grup i wskazać ich podstawowe własności
3. potrafi narysować diagramy Feynmana ilustrujące podstawowe procesy którym podlegają cząstki elementarne
4. umie wykonać proste obliczenia dotyczące cząstek elementarnych, np. związane z procesami ich rozpadu

w zakresie kompetencji społecznych:

1. umie przedstawić stan badań nad fizyką cząstek elementarnych w języku zrozumiałym dla nie-fizyków
2. rozumie doniesienia o badaniach nad cząstkami elementarnymi (np. z CERNu)

Treści programowe dla zajęć:

Historia badań cząstek elementarnych
Fundamentalne oddziaływania w przyrodzie
Klasyfikacja cząstek elementarnych i ich własności
Podstawowe oddziaływania cząstek elementarnych
Model Standardowy cząstek elementarnych
Cząstki złożone i ich struktura (protony i neutrony)
Metody doświadczalne w fizyce cząstek elementarnych
Wyzwania w badaniach cząstek elementarnych

Nazwa zajęć: **Seminarium dyplomowe**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:

1. Potrafi przygotować i przedstawić przegląd literatury omawianego zagadnienia.
2. Potrafi omówić metody i warsztat badawczy zastosowane w trakcie realizacji pracy licencjackiej.
3. Potrafi przedstawić wyniki uzyskane w trakcie realizacji pracy licencjackiej.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Rozumie potrzebę krytycznej oceny wyników badań i posiadanej wiedzy.

2. Potrafi w postaci przejrzystej i komunikatywnej prezentacji przedstawić przeprowadzony przegląd literatury, warsztat badawczy i uzyskane wyniki.

Treści programowe dla zajęć:

Przygotowanie i wygłoszenie przez studenta referatu na temat podstaw zagadnienia będącego tematem pracy licencjackiej.

Przygotowanie i wygłoszenie referatu na temat warsztatu badawczego i metod zastosowanych dla realizacji pracy licencjackiej.

Przygotowanie i wygłoszenie referatu na temat wyników uzyskanych w trakcie realizacji pracy licencjackiej.

Nazwa zajęć: **Energetyka jądrowa**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. Ma wiedzę na temat metod wytwarzania energii elektrycznej.
2. Zna podstawowe fakty dotyczące rozwoju energetyki jądrowej na świecie
3. Posiada wiedzę dotyczącą struktury materii i rodzajów oddziaływań
4. Zna budowę oraz rodzaje reaktorów jądrowych ich zalety i wady.
5. Rozumie zasadę działania reaktorów jądrowych

w zakresie umiejętności:

1. Umie ocenić wpływ energetyki jądrowej na bezpieczeństwo energetyczne
2. Potrafi opisać cykl paliwowy w energetyce jądrowej
3. Zna zastosowanie energetyki jądrowej do innych celów niż wytwarzanie energii elektrycznej

w zakresie kompetencji społecznych:

1. Systematycznie aktualizuje wiedzę na temat bezpieczeństwa wytwarzania energii jądrowej oraz jej wpływu na środowisko naturalne
2. Ma świadomość ekonomicznych aspektów wykorzystywania energetyki jądrowej

Treści programowe dla zajęć:

Metody wytwarzania i zużycie energii elektrycznej - wprowadzenie do energetyki jądrowej

Energetyka jądrowa, a bezpieczeństwo energetyczne - rola energetyki jądrowej w transformacji energetycznej

Historia rozwoju energetyki jądrowej. Najważniejsze osiągnięcia i poważne awarie

Struktura materii: oddziaływania atomowe i jądrowe. Rozszczepienie i fuzja jąder atomowych

Budowa oraz rodzaje reaktorów jądrowych (typy elektrowni jądrowych)

Cykl paliwowy w energetyce jądrowej

Zasada działania reaktorów jądrowych

Bezpieczeństwo wytwarzania energii jądrowej oraz ocena jej wpływu na środowisko naturalne

Energetyka jądrowa, a ekonomia

Wykorzystanie energetyki jądrowej do innych celów niż wytwarzanie energii elektrycznej

Nazwa zajęć: **Programowanie 1**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. posiada wiedzę z zakresu składni, semantyki i konstrukcji języka programowania

w zakresie umiejętności:

1. dobiera odpowiedni algorytm do rozwiązania danego problemu, implementuje go w języku programowania, przeprowadza testy i diagnozuje błędy w programie
2. korzysta z dokumentacji języka programowania

w zakresie kompetencji społecznych:

1. potrafi korzystać z różnych źródeł informacji do poszerzania własnej wiedzy i zdobywania nowych umiejętności z zakresu programowania

Treści programowe dla zajęć:

Wstęp, podstawy działania komputera, reprezentacja liczb, typy danych, rodzaje języków programowania, środowiska programistyczne, składnia, rola dokumentacji

Struktura programu, zmienne, operatory, wyrażenia, uruchamianie i testowanie programu, wyjątki i błędy

Instrukcje warunkowe, pętle, złożone typy danych, tablice, listy, słowniki, struktury, referencje

Funkcje, przekazywanie parametrów, zwracanie wartości, rekursja

Operacje wejścia/wyjścia, działanie na plikach i strumieniach, manipulacje danych tekstowych

Metody testowania i debuggowania programu, tworzenie dokumentacji, szacowanie złożoności obliczeniowej i pamięciowej

Obiekty, klasy, dziedziczenie, polimorfizm, abstrakcja, enkapsulacja

Nazwa zajęć: **Podstawowe narzędzia informatyczne**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. zna powszechnie dostępne środowiska edycji i składu testu oparte na LaTeXu oraz podstawowe elementy składni języka TeX służącego do składu tekstu w LaTeXu.
2. zna podstawowe elementy języka programowania stosowanego w środowisku obliczeniowym Mathematica.
3. zna podstawowe elementy języka programowania stosowanego w środowisku programistycznym LabView.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi przygotować prosty tekst w LaTeXu samodzielnie lub w oparciu o gotowe klasy, zawierający podstawowe elementy takie jak spis treści, tabelki, wykresy, wzory i cytowania literatury.
2. potrafi korzystać ze środowiska Mathematica, w tym umie wykonywać obliczenia numeryczne i symboliczne oraz pisać proste procedury w trybie wsadowym z wykorzystaniem funkcji wewnętrznych aplikacji.
3. potrafi korzystać z nabytej wiedzy w zakresie podstawowych metod programistycznych w środowisku LabView przy rozwiązywaniu problemów fizycznych i przeprowadzaniu eksperymentów fizycznych w pracowni na średnim poziomie.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. potrafi w zespole wykorzystać poznane narzędzia informatyczne w celu rozwiązania problemu naukowego i przedstawienia wyników swej pracy w postaci tekstowej.

Treści programowe dla zajęć:

Wprowadzenie do narzędzia LaTeX, jego instalacji, różnych środowisk użytkownika (ang. IDE).
Utworzenie pierwszego dokumentu w LaTeXu, podział zawartości na rozdziały przy użyciu dostępnych klas LaTeX.

Ustalanie w LaTeXu formatu strony dokumentu, w tym jej rozmiarów, marginesów, nagłówków i stopek, orientacji, podziału na kolumny.

Formatowanie tekstu w LaTeXu (styl, rozmiar, justowanie, kolor czcionki), dodawanie list symbolicznych i numerycznych. Formułowanie i formatowanie równań matematycznych.

Tworzenie w LaTeXu prostych tabeli, zmiana format krawędzi tabeli, scalanie/podział wierszy i kolumn, dopasowywanie rozmiaru tabeli do rozmiaru strony. Dodawanie wykresów i obrazów do dokumentu, modyfikacja ich rozmiaru, położenia i orientacji.

Tworzenie i formatowanie w LaTeXu spisu treści oraz cytowań pozycji literaturowych.

Elementy podstawowej wiedzy o środowisku obliczeniowym Mathematica (budowa aplikacji i poszczególnych okien roboczych, pomocy, zasady konstrukcji poleceń, podstawowe polecenia oraz wykonywanie działań arytmetycznych, listy, operacje tablicowe).

Elementy pracy w trybie wsadowym - funkcje programu Mathematica, pętle, instrukcje warunkowe, programowanie w pakiecie Mathematica.

Operacje plikowe, grafika 2D i 3D, funkcje statystyczne i probabilistyka w Mathematicie, histogramy, opracowywanie danych numerycznych.

Obliczenia symboliczne w pakiecie Mathematica. Rozwiązywanie prostych problemów fizycznych – wahadło, oscylator z tłumieniem i siłą zewnętrzną.

Zaawansowane metody prezentacji przebiegów funkcji i danych numerycznych w Mathematicie.

Środowisko programowania graficznego LabView, w tym struktura programu, pojęcie wskaźników i kontrolerek, podstawowe typy danych, działania: arytmetyczne, logiczne, związane z pomiarem czasu.

Podstawowe konstrukcje języka: pętle For, While, struktura warunkowa Case, Formula node, rejestry przesuwne.

Złożone typy danych w LabView - klastry i tablice. Sposoby tworzenia i podstawowe funkcje. Typy i zastosowania wykresów.

Obsługa zdarzeń – Event Structure. Operacje na plikach i obsługa karty pomiarowej na przykładzie karty dźwiękowej komputera.

Podprogramy SubVi - struktura modułarna kodu w LabView. Zmienne lokalne i globalne.

Nazwa zajęć: **Mechanika ogólna**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie wiedzy:

1. zna prawa kinematyki i potrafi je sformułować w języku wektorowym.
2. zna i rozumie prawa dynamiki Newtona.

3. zna i rozumie zasadę zachowania energii.
4. zna i rozumie zasady dynamiki ruchu obrotowego i zasadę zachowania momentu pędu.
5. zna prawo grawitacji i rozumie jego konsekwencje.
6. zna i rozumie transformację Galileusza i Lorentza; zna założenia Szczególnej Teorii Względności (STW) i rozumie wynikające z nich konsekwencje.

w zakresie umiejętności:

1. potrafi opisać ruch w 1, 2 i 3 wymiarach.
2. potrafi zastosować prawa Newtona do rozwiązywania prostych problemów.
3. potrafi zastosować zasadę zachowania energii w przypadku występowania sił zachowawczych.
4. potrafi zastosować zasadę zachowania pędu w układach wielu ciał.
5. potrafi zastosować zasady dynamiki i zasadę zachowania momentu pędu do badania ruchu obrotowego.
6. potrafi przetransformować czterowektory z jednego układu inercjalnego do innego układu inercjalnego.

Treści programowe dla zajęć:

Kinematyka1. Wielkości średnie i chwilowe2. Ruch ze stałym przyspieszeniem3. Ruch w wyższych wymiarach4. Wektory w ruchu dwuwymiarowym5. Wektor położenia i jego pochodne6. Ruch po okręgu Prawa Newtona1. Zasada bezwładności2. Drugie prawo Newtona3. Trzecie prawo Newtona4. Ciężenie powszechne5. Tarcie statyczne i kinetyczne

Zasada zachowania energii1. Twierdzenie o pracy i energii2. Zasada zachowania energii3. Tarcie a zachowanie energii4. Zasada zachowania energii w dwu wymiarach5. Praca jako iloczyn skalarny6. Siły zachowawcze i niezachowawcze7. Zastosowanie zasady zachowania energii do grawitacyjnej energii potencjalnej

Dynamika układów wielu ciał1. Środek masy i ciężkości2. Zasada zachowania pędu3. Zderzenia sprężyste i niesprężyste

Dynamika ruchu obrotowego bryły sztywnej1. Pojęcie bryły sztywnej2. Przyspieszenie kątowe3. Bezwładność, pęd i energia w ruchu obrotowym4. Moment obrotowy i twierdzenie o pracy i energii5. Obliczanie momentu bezwładności6. Twierdzenie o osiach równoległych7. Energia kinetyczna w ruchu obrotowym8. Zachowanie momentu pędu i energii w ruchu obrotowym9. Żyroskop

Szczególna Teoria Względności (STW)1. Postulaty STW2. Transformacja Lorentza3. Prawo transformacji prędkości4. Względność równoczesności5. Dylatacja czasu6. Skrócenie długości7. Przeszłość, teraźniejszość i przyszłość w teorii względności8. Geometria czasoprzestrzeni9. Czas właściwy10. Czwierowektory i ich transformacje

Nazwa zajęć: **Podstawy spektroskopii optycznej**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka

w zakresie wiedzy:

1. zna podstawy fizyczne zjawisk a) absorpcji, fluorescencji i rozpraszania światła w roztworach cząsteczek, b) dyfuzji cząsteczek w roztworach,
2. potrafi wyjaśnić, czym jest spektroskopia optyczna, co jest przedmiotem jej badań oraz jakiego typu informacje pozwala uzyskać o badanych próbkach
3. potrafi wymienić i opisać podstawowe techniki spektroskopii optycznej z uwzględnieniem zasady działania i schematów budowy układów pomiarowych

w zakresie umiejętności:

1. umie przygotować próbki do badań z użyciem wybranych układów spektroskopowych oraz obsługiwać te układy w podstawowym zakresie, a także przeanalizować, zinterpretować i opisać otrzymane wyniki

Treści programowe dla zajęć:

Podstawowe pojęcia i zjawiska z zakresu spektroskopii optycznej a) spektroskopia optyczna jako oddziaływanie cząsteczek ze światłem, b) absorpcja światła, kolory roztworów cząsteczek, widma absorpcji i transmisji, widma rotacyjne, oscylacyjne i elektronowe, c) dipolowy moment przejścia, prawo Lamberta-Beera, współczynnik absorpcji, widma absorpcji mieszanin, punkt izozbestyczny, pasma absorpcji, d) fluorescencja, widmo fluorescencji, przesunięcie Stokesa, wydajność fluorescencji, schemat Jabłońskiego, anizotropia fluorescencji, e) zjawisko rozpraszania światła (w szczególności Rayleigha i Ramana), wpływ rozpraszania na widmo absorpcji.

Zasady działania i schematy budowy wybranych spektroskopowych układów pomiarowych wykorzystujących zjawiska absorpcji, fluorescencji i rozpraszania światła a) stacjonarne i czasowo-rozdzielcze spektrometry absorpcyjne, b) stacjonarne i czasowo-rozdzielcze spektrometry fluorescencyjne, c) układy do badania dichroizmu liniowego i kołowego, d) układy do badania anizotropii

fluorescencji stacjonarnej i czasowo-rozdzielczej, e) układy do badania dyfuzji cząsteczek w roztworze -techniki dynamicznego rozpraszania światła i spektroskopii korelacji fluorescencji. Przygotowanie próbek i przeprowadzenie badań laboratoryjnych z wykorzystaniem spektroskopowych technik optycznych i magnetycznych: a) absorpcja stacjonarna, b) absorpcja czasowo-rozdzielcza, c) fluorescencja stacjonarna, d) spektroskopia korelacji fluorescencji.

Nazwa zajęć: **Język angielski A2**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:

1. potrafi czytać ze zrozumieniem krótsze teksty w języku angielskim o charakterze ogólnym.
2. potrafi zrozumieć prosty oryginalny materiał audio lub wideo z życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.

w zakresie kompetencji społecznych:

1. porozumiewać się w rutynowych, prostych sytuacjach komunikacyjnych, wymagających jedynie bezpośredniej wymiany zdań na tematy znane i typowe. Potrafi w prosty sposób opisywać swoje pochodzenie i otoczenie, w którym żyje, a także poruszać sprawy związane z najważniejszymi potrzebami życia codziennego.

Treści programowe dla zajęć:

Czasy gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych czynności osadzonych w czasie Present Simple and Present Continuous, Past Simple and Past Continuous, Present Perfect and Present Perfect Continuous, Past Perfect oraz czasach przyszłych na poziomie A2

Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii (np. czasowniki modalne, przymiotniki, strona bierna, zdania warunkowe, mowa zależna) dla poziomu A2

Słownictwo dotyczące życia codziennego oraz związane z bezpośrednim środowiskiem studenta (jedzenie, osobowość, podróże, zainteresowania, edukacja, zakupy, pieniądze, technologia, rodzina, studia, praca, technologia, podstawowe słownictwo związane z kierunkiem studiów)

Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów

Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów

Wyrażanie różnorodnych funkcji językowych np. prośby, opisy, wyrażanie opinii, wyrażanie zgody, brak zgody, pytania o pozwolenie, skargi, itp.

Nazwa zajęć: **Język angielski B1**

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:

1. potrafi tworzyć ustne wypowiedzi na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób w zakresie problematyki związanej ze swoim otoczeniem jak i w zakresie tematyki ogólno-akademickiej
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku angielskim o charakterze ogólnym jak i akademickim oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje.
3. potrafi zrozumieć dostosowany do poziomu oryginalny materiał audio lub wideo na poziomie ogólnym oraz wychwytywać niezbędne szczegóły.
4. trenuje umiejętności komunikacyjne i pracy w zespole. wypracowuje wspólny efekt.

Treści programowe dla zajęć:

Czasy gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych czynności osadzonych w czasach: Present Simple and Present Continuous, Narrative Tenses, Present Perfect and Present Perfect Continuous, Future Perfect and Future Continuous.

Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: mowa zależna oraz pytania w mowie zależnej, formy przymiotnikowe i przysłówkowe.

Słownictwo dotyczące życia codziennego oraz jak i ogólno-akademickie w zakresie następujących tematów: praca, rozmowa kwalifikacyjna o pracę, służba zdrowia, podróżowanie, moda oraz dress code, środowisko naturalne, zmiany klimatyczne.

Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.

Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.

Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie: przeprowadzania oraz udziału w rozmowie kwalifikacyjnej o pracę, przedstawiania problemów, moderowania dyskusji oraz wyrażania opinii na tematy zawarte w treści 3.

Nazwa zajęć: Język angielski B21

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:

1. potrafi tworzyć płynne wypowiedzi ustne na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób na tematy związane ze swoim otoczeniem jak i na tematy ogólno-akademickie.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku angielskim charakterze ogólnym jak i akademickim, związane z kierunkiem studiów, oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje.
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub wideo na większość tematów dotyczących życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.
4. potrafi przygotować i wygłosić prezentację na wybrany temat.
5. potrafi opracować teksty oraz wypowiedzi dotyczące życia społecznego, uniwersyteckiego i ^[1]_[SEP] zawodowego.
6. redagować wybrane teksty w stylu formalnym.
7. uzupełniać i doskonalić nabytą wiedzę i umiejętności.

Treści programowe dla zajęć:

Swobodne posługiwanie się czasami gramatycznymi w języku angielskim.

Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: okresy warunkowe typ 1,2,3 oraz mieszane; struktury gramatyczne 'wish,'get used to/used to, past modals, formy bezokolicznikowe i imiesłowowe.

Słownictwo dotyczące problematyki współczesnego świata w zakresie następujących tematów: ekstremalne sytuacje, refleksja na temat planów życiowych, terapeutyczna funkcja muzyki, higiena snu, komunikacja niewerbalna oraz wybrane słownictwo akademickie i specjalistyczne związane z kierunkiem studiów.

Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi w tekstach popularno-naukowych oraz specjalistycznych; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.

Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.

Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie tematyki określonej w treści 3.

Redagowanie wybranych typów tekstów formalnych

Nazwa zajęć: Język angielski B22

Po zakończeniu zajęć i potwierdzeniu osiągnięcia efektów uczenia się student/ka w zakresie umiejętności:

1. potrafi tworzyć płynne wypowiedzi ustne na przygotowane tematy, prezentować i argumentować swoje stanowisko oraz innych osób na tematy związane ze swoim otoczeniem jak i na tematy ogólno-akademickie.
2. potrafi czytać ze zrozumieniem teksty w języku angielskim o charakterze ogólnym jak i akademickim, związane z kierunkiem studiów, oraz analizować ich treść i wybierać niezbędne informacje.
3. potrafi zrozumieć oryginalny materiał audio lub wideo na większość tematów dotyczących życia codziennego, kulturalnego i społecznego, na poziomie ogólnym jak i wychwycić niezbędne szczegóły.
4. potrafi przygotować i wygłosić prezentację na wybrany temat.
5. potrafi opracować teksty oraz wypowiedzi dotyczące życia społecznego, uniwersyteckiego i ^[1]_[SEP] zawodowego.
6. potrafi redagować wybrane teksty w stylu formalnym.
7. potrafi uzupełniać i doskonalić nabytą wiedzę i umiejętności.

Treści programowe dla zajęć:

Swobodne posługiwanie się czasami gramatycznymi w języku angielskim.

Inne struktury gramatyczne potrzebne do wyrażania różnorodnych treści i opinii: strona bierna, następstwo czasów, zdania celu, porównania, rzeczowniki policzalne i niepoliczalne, przedimki.

Słownictwo dotyczące problematyki współczesnego świata w zakresie następujących tematów: system sprawiedliwości, przestępstwa internetowe, świat mediów i e-mediów, problematyka biznesu i ekonomii, reklamy, nowoczesne miasta, wystąpienia publiczne, problemy współczesnej nauki, tematyka science-fiction oraz wybrane słownictwo akademickie i specjalistyczne związane z kierunkiem studiów

Strategie efektywnego czytania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi w tekstach popularno-naukowych oraz specjalistycznych; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.

Strategie efektywnego słuchania w celu zrozumienia ogólnego sensu wypowiedzi; domyślanie się znaczenia nieznanych słów w zakresie bloków tematycznych określonych w treści 3.

Udzielanie odpowiedzi, udział w dyskusji oraz wyrażanie różnorodnych funkcji językowych w zakresie tematyki określonej w treści 3.

Redagowanie wybranych typów tekstów formalnych