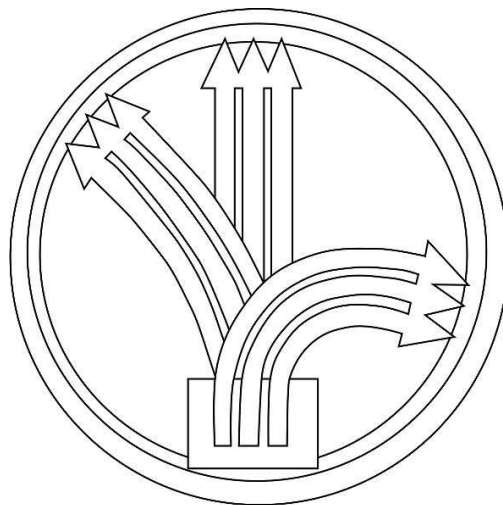




Studia I stopnia (licencjackie)

FIZYKA



*Zajęcia wspólne dla wszystkich
specjalności*

PRZEDMIOT: *Podstawy fizyki*

LICZBA GODZIN: 60 WY + 60 KW w sem. I, 60 WY + 60 KW w sem. II

FORMA ZALICZENIA: egzamin ustny

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe

PROWADZĄCY: prof. S. Krawczyk

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. S. Krawczyk

MINIMA PROGRAMOWE: Podstawowe wielkości fizyczne – pomiar. Międzynarodowy układ jednostek SI. Wektory i wielkości wektorowe w fizyce. Ruch prostoliniowy. Ruch w dwóch i trzech wymiarach. Siła i ruch. Zasady dynamiki Newtona. Energia kinetyczna, praca. Energia potencjalna, zachowanie energii. Zderzenia. Ruch obrotowy brył sztywnych. Statyka i dynamika płynów. Drgania mechaniczne. Oddziaływanie grawitacyjne, pole grawitacyjne. Transformacja Lorentza. Elektryczność i magnetyzm – ładunek elektryczny, pole elektryczne. Prawo Coulomba. Prawo Gaussa. Potencjał elektryczny. Dielektryk w polu elektrycznym. Kondensatory. Prąd elektryczny, prawa przepływu prądu. Obwody elektryczne. Pola magnetyczne. Prawo Ampera. Indukcja i indukcyjność. Prąd zmienny. Równania Maxwella.

TREŚCI REALIZOWANE:

SEMESTR I

Wstęp

Uzupełnienie matematyczne – układy współrzędnych i wektory, algebra wektorów, funkcja pochodna i pierwotna, całka oznaczona.

Rozwój pojęć i najważniejszych teorii fizycznych od starożytności do współczesności.

Struktura fizyki: pojęcia i wielkości fizyczne, podstawowe teorie i relacje między nimi.

Newtonowska mechanika punktu materialnego

Układy współrzędnych (kartezjański, biegunowy, sferyczny) i wektory w tych układach.

Położenie, prędkość, przyspieszenie, tor, droga.

Krzywizna toru, przyspieszenie styczne i normalne.

Masa i pęd. Zasady dynamiki.

Środek masy układu punktów materialnych.

Prawo zachowania pędu.

Praca, energia kinetyczna i energia potencjalna.

Moment pędu. Prawo zachowania momentu pędu. Moment siły.

Pole grawitacyjne. Potencjał i zachowawczy charakter pola grawitacyjnego.

Ruch w polu siły centralnej.

Obrót i kąt skierowany. Prędkość i przyspieszenie kątowe.

Opis ruchu w ruchomym układzie odniesienia. Siły bezwładności.

Szczególna teoria względności

Transformacje Galileusza i doświadczenie Michelsona i Morleya.

Transformacje Lorentza.

Jednoczesność zjawisk.

Dylatacja i kontrakcja.

Prędkość względna.

Podłużny relatywistyczny efekt Dopplera.

Masa relatywistyczna.

Energia relatywistyczna.

Mechanika bryły

Moment pędu bryły sztywnej. Moment bezwładności.

Dynamika bryły sztywnej. Energia kinetyczna ruchu obrotowego.

Statyka bryły, oddziaływanie ciał w warunkach równowagi sił.

Ruch harmoniczny

Oscylator harmoniczny prosty. Częstość, amplituda, faza. Energia oscylatora.

Oscylacje tłumione.

Oscylacje wymuszone. Rezonans.

Elementy mechaniki ośrodków ciągłych

Klasyfikacja ośrodków ciągłych.

Ośrodki sprężyste. Prawo Hooke'a.

Hydrostatyka.

Przepływ cieczy idealnej. Równanie Bernoulliego.

Przepływ cieczy lepkiej, współczynnik lepkości.

SEMESTR II

Elementy termodynamiki i fizyki molekularnej

Termodynamika

Równowaga cieplna i temperatura. Pomiar temperatury.

Zjawiska cieplne – rozszerzalność cieplna, konwekcja, przewodnictwo cieplne.

Gaz doskonały – równanie stanu. Termometr gazowy i temperatura absolutna.

Energia wewnętrzna, ciepło i praca.

I zasada termodynamiki.

Molowe ciepła właściwe. Procesy termodynamiczne, silniki cieplne (Carnot) i pompa ciepła.

II zasada termodynamiki, entropia i odwracalność procesów termodynamicznych.

Oddziaływania międzycząsteczkowe

Energia wewnętrzna jako właściwość atomów i molekuł oraz ich oddziaływań.

Opis statystyczny układów wielu ciał. Rozkłady Maxwella i Boltzmanna.

Zasada ekwipartycji energii a ciepło właściwe gazów i ciał stałych.

Doświadczenie Joule'a-Thompsona i równanie van der Waalsa. Skraplanie gazów, przemiany fazowe i wykres fazowy.

Siły spójności, napięcie powierzchniowe i siły przylegania, właściwości powierzchniowe ciał (rozpuszczalność, hydrofilowość, hydrofobowość i ich związek z oddziaływaniami molekularnymi).

Elektrostatyka i prąd elektryczny

Oddziaływania elektryczne, pole elektryczne, prawo Coulomba.

Natężenie pola elektrostatycznego.

Prawo Gaussa (postać całkowa).

Potencjał pola elektrostatycznego. Powierzchnie ekwipotencjalne i linie sił. R-nie Poissona.

Dipol elektryczny w polu elektrycznym. Polaryzacja ośrodka materialnego. Przenikalność dielektryczna.

Pojemność elektryczna przewodnika odosobnionego i pojemność względna.

Energia pola elektrycznego.

Prąd elektryczny stały, natężenie i gęstość prądu. Makroskopowe i lokalne prawo Ohma.

Wydzielanie ciepła w przepływie prądu.

Zjawiska termoelektryczne, ogniwa chemiczne i siła elektromotoryczna.

Prawa Kirchhoffa dla obwodów elektrycznych.

Część III – pole magnetyczne, indukcja elektromagnetyczna

Siła Lorentza i siła elektrodynamiczna. Indukcja pola magnetycznego.

Silnik elektryczny i elektromagnetyczne przyrządy pomiarowe.

Prawo Biota i Savarta. Pole magnetyczne prądów.

Prawo Ampere'a (twierdzenie o cyrkulacji).

Indukcja elektromagnetyczna, prawo Faradaya. Samoindukcja.

Prąd zmienny w obwodzie RLC. Impedancja.

Dipol magnetyczny. Pole magnetyczne w materii. Przenikalność magnetyczna.

Energia pola magnetycznego.

Prąd przesunięcia i II prawo indukcji elektromagnetycznej. Fale elektromagnetyczne.

Równania Maxwella.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład jest poprzedzony krótkim repetytorium z matematyki. Wykład jest ilustrowany dużym zestawem doświadczeń, a wszystkie omawiane działy fizyki rozpoczynane są od definicji podstawowych pojęć. Jednym z celów wykładu – oprócz zapoznania słuchaczy z wymienionymi powyżej dziedzinami fizyki - jest też ukazanie spójnej struktury fizyki, opartej na podstawowych prawach i złożonej z teorii o różnym stopniu ogólności. Wykładowi towarzyszy konwersatorium.

PODRĘCZNIKI:

1. I.W. Sawieljew - Wykłady z fizyki
2. R. Resnick, D. Halliday (J. Walker) - Fizyka, t. I i II (I-V)
3. B. Jaworski, A. Dietlaf, L. Miłkowska - Kurs fizyki, t. I-III
4. Ch. Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman - Mechanika
5. F.C. Crawford - Fale
6. E.M. Purcell - Elektryczność i magnetyzm.

PRZEDMIOT: *Repetitorium z fizyki*

LICZBA GODZIN: 15 KW

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe

PROWADZĄCY: dr M. Wiertel, dr W. Korczak, dr A. Markowski, dr M. Pietrow,
dr K. Zając

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr M. Wiertel

TREŚCI REALIZOWANE:

Ruch w jednym i dwóch wymiarach; względność ruchu;

Siły występujące w przyrodzie; zasady dynamiki Newtona;

Energia, zasada zachowania energii, praca; pęd, zasada zachowania pędu;

Oddziaływania grawitacyjne, pole grawitacyjne;

Oddziaływania elektryczne, pole elektrostatyczne;

Prąd elektryczny;

Pole magnetyczne.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia są prowadzone w formie konwersatorium. Stanowią uzupełnienie zajęć z Podstaw Fizyki. Zawierają proste treści, które nie wykraczają poza poziom szkoły średniej. Szczególny nacisk jest położony na przypomnienie wybranych podstawowych pojęć i praw fizycznych.

Student po zakończeniu zajęć powinien:

- umieć, posługując się poprawnym językiem, opisywać i wyjaśniać wybrane zjawiska fizyczne,
- znać podstawowe wielkości fizyczne i ich jednostki,
- znać wybrane prawa fizyczne, potrafić je zastosować do konkretnych sytuacji, zapisać je zależnością matematyczną, wyciągać z nich wnioski,
- umieć rysować i analizować wykresy ilustrujące proste zależności między różnymi wielkościami fizycznymi.

Podstawę zaliczenia stanowi aktywny udział w zajęciach.

LITERATURA:

1. P. G. Hewitt, Fizyka wokół nas.
2. D. Halliday, R. Resnick, Fizyka.
3. M. Skorko, Fizyka dla przyrodników.
4. J. Domański, J. Turło, Nieobliczeniowe zadania z fizyki.

PRZEDMIOT: *Repetitorium z matematyki*

LICZBA GODZIN: 15 KW

FORMA ZALICZENIA: kolokwium pisemne, które odbywa się po dwóch miesiącach od rozpoczęcia studiów

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe

PROWADZĄCY: dr M. Wiertel, dr W. Korczak, dr A. Markowski, dr M. Pietrow,
dr K. Zając

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr W. Korczak

TREŚCI REALIZOWANE: rachunek wektorowy, różniczkowy i całkowy

OPIS ZAJĘĆ: W ramach repetytorium studenci przyzwyczajają się do zapisu potęgowego wielkich i małych liczb, ćwiczą przekształcenia algebraiczne, stosują funkcje trygonometryczne oraz wykonują wykresy podstawowych funkcji. Następnie zapoznają się z elementami rachunku wektorowego, różniczkowego i całkowego. Opanowują umiejętność składania i rozkładania wektorów, a także obliczania iloczynu skalarnego i wektorowego. Wyznaczają pochodne, znajdują ekstrema funkcji, osławają się z pojęciem różniczki. Obliczają najprostsze całki, uczą się stosowania całek oznaczonych w konkretnych sytuacjach.

LITERATURA:

1. W. Korczak, M. Trajdos, Wektory pochodne całki, PWN 2009 (wyd. trzecie poprawione) oraz wydania wcześniejsze.

PRZEDMIOT: *Pracownia fizyczna wstępna*

LICZBA GODZIN: 45 LB

FORMA ZALICZENIA:

GRUPA PRZEDMIOTÓW:

PROWADZĄCY: dr W. Berej, dr W. Korczak, dr A. Smolira, dr M-ta Wiertel, dr R. Zdyb

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr W. Berej

TREŚCI REALIZOWANE: Celem zajęć w pracowni fizycznej wstępnej jest nabranie wprawy w najbardziej podstawowych umiejętnościach przydatnych w eksperymentowaniu: obserwacji oraz starannego pomiaru wielkości fizycznych. Studenci wykonują doświadczenia w małych 2-3 osobowych zespołach, każdorazowo przygotowując zestaw z udostępnionych elementów oraz przyrządów pomiarowych. Część doświadczeń ma charakter obserwacyjny, w innych wykonywane pomiary pozwalają sprawdzić wiele istotnych prawidłowości i praw fizycznych z głównych działów fizyki: mechaniki, termodynamiki, elektryczności i magnetyzmu oraz optyki. W ten sposób zajęcia pozwalają powtórzyć w doświadczeniach część materiału ze szkolnego kursu fizyki, a z drugiej strony służą przygotowaniu do zajęć w pracowni fizycznej I. Wśród tematów przeprowadzanych eksperymentów znajdują się między innymi: okres wahadła matematycznego, ruch wózka na równi, prawo Hooke'a, ruch drgający ciała zawieszonego na sprężynie, mieszanie wody zimnej i gorącej, ciepło parowania wody w temperaturze wrzenia, zjawisko termoelektryczne, prawo Ohma, przepływ prądu w połączeniu równoległym, prawo odbicia i załamania światła, całkowite wewnętrzne odbicie, obrazy w zwierciadłach sferycznych i soczewkach.

Warto podkreślić, że zajęcia nie ograniczają się do wykonywania eksperymentów. Dużą wagę przywiązuje się również do wyjaśnienia zagadnień i pojęć fizycznych, których one dotyczą.

LITERATURA:

1. J. Blinowski, J. Trylski, *Fizyka dla kandydatów na wyższe uczelnie*, PWN 1974.
2. P.G. Hewitt, *Fizyka wokół nas*, PWN 2003.
3. Instrukcje do doświadczeń przygotowane przez producenta sprzętu.

Zaliczenie: na podstawie wykonania doświadczeń, przygotowania opisów niektórych z nich wybranych przez prowadzącego zajęcia oraz wyników sprawdzianów wiadomości.

PRZEDMIOT: *I pracownia fizyczna*

LICZBA GODZIN: 90 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: dr. Zdyb, dr M. Pietrow, dr B. Zgardzińska, dr A. Smolira, dr M. Turek

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr R. Zdyb

MINIMA PROGRAMOWE: Metody pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej – także z zastosowaniem technik elektronicznych i komputerowego wspomaganie eksperymentu. Planowanie pomiarów, budowa układów pomiarowych, wykonanie pomiarów, ocena niepewności pomiarów.

TREŚCI REALIZOWANE: Metody pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej oraz współczesnej z zastosowaniem technik elektronicznych wspomaganie eksperymentu. Planowanie pomiarów, budowa układów pomiarowych, wykonanie pomiarów, ocena niepewności pomiarów.

OPIS ZAJĘĆ: Spis eksperymentów:

MECHANIKA

M1 GĘSTOŚĆ POWIETRZA

Wyznaczanie gęstości powietrza

M2 PRZYSPIESZENIE ZIEMSKIE

a) Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego

b) Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą spadkownicy Atwooda

M3 WAHADŁO SPRĘŻYNOWE

Sprawdzanie wzoru na okres drgań wahadła sprężynowego

M4 WAHADŁO TORSYJNE

a) Wyznaczanie modułu skręcenia metodą dynamiczną

b) Wyznaczanie momentu bezwładności brył nieregularnych

c) Wyznaczanie momentów bezwładności brył względem różnych osi obrotu i elipsoidy bezwładności

M5 WAHADŁO KRZYŻOWE OBERBECKA

a) Wyznaczanie momentu bezwładności wahadła krzyżowego Oberbecka

b) Wyznaczanie zależności przyspieszenia kątownego od zmian momentu bezwładności

M6 ZASADA ZACHOWANIA PĘDU

- a) Zderzenia sprężyste
- b) Zderzenia niesprężyste
- M7 WAHADŁO BALISTYCZNE SKRĘTNE
Wyznaczanie prędkości pocisku za pomocą wahadła balistycznego skrętnego
- M8 WAHADŁA SPRZĘŻONE
 - a) Pomiar częstości drgań współfazowych i przeciwfazowych wahadeł sprzężonych
 - b) Pomiar momentu bezwładności wahadła metodą drgań wahadeł sprzężonych
- M9 WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA TOCZNEGO
 - a) Wyznaczanie współczynnika tarcia tocznego za pomocą wahadła wychylnego
 - b) Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego na podstawie pomiaru okresu drgań wahadła wychylnego
- M10 FALE GŁOSOWE
 - a) Wyznaczanie prędkości fali głosowej metodą rezonansu
 - b) Wyznaczanie prędkości fali głosowej w ciałach stałych za pomocą rury Kundta
- M11 LEPKOŚĆ CIECZY
 - a) Pomiar zależności współczynnika lepkości od temperatury metodą przepływu przez rurkę kapilarną
 - b) Wyznaczanie współczynnika lepkości metodą wypływu cieczy z naczynia przez kapilarę
 - d) Wyznaczanie współczynnika lepkości metodą Stokesa
- M12 NAPIĘCIE POWIERZCHNIOWE
 - a) Pomiar napięcia powierzchniowego metodą kapilary
 - b) Pomiar napięcia powierzchniowego metodą pęcherzykową
- M13 ROZSZERZALNOŚĆ CIEPLNA
Wyznaczanie współczynnika rozszerzalności liniowej ciał stałych
- M14 CIEPŁO WŁAŚCIWE
 - d) Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy metodą szeregowego i równoległego połączenia grzałek
- M15 I ZASADA TERMODYNAMIKI
Wyznaczanie współczynnika C_p/C_V dla powietrza
- M16 WRZENIE CIECZY
Pomiar zależności temperatury wrzenia wody od ciśnienia i wyznaczenie ciepła parowania
- M17 WILGOTNOŚĆ POWIETRZA

M18 MASA CZĄSTECZKOWA

Wyznaczanie masy molowej metodą V. Mayera

ELEKTRYCZNOŚĆ

E1 POLE ELEKTROSTATYCZNE

Wyznaczanie rozkładu potencjału dla elektrod różnych kształtów.

E2 OPÓR ELEKTRYCZNY

b) Wyznaczanie oporu elektrycznego metodą mostka Wheatstone'a.

d) Praktyczne stosowanie prawa Ohma.

E3 ELEKTROLIZA

a) Oporność elektrolitu

b) Wyznaczanie równoważnika elektrochemicznego miedzi i wodoru oraz stałej Faraday'a.

E4 SIŁA ELEKTROMOTORYCZNA

a) Wyznaczanie siły elektromotorycznej ogniwa metoda kompensacji.

E5 ZJAWISKA TERMOELEKTRYCZNE

a) Cechowanie termoogniwa i pomiar siły termoelektrycznej

E6 LAMPY ELEKTRONOWE

a) Wyznaczanie oporu elektrycznego diody.

b) Wyznaczanie nachylenia charakterystyki i współczynnika wzmocnienia triody.

E8 POJEMNOŚĆ ELEKTRYCZNA

b) Wyznaczanie pojemności kondensatora z parametrów generatora drgań piłowych.

E9 LAMPA OSCYLOSKOPOWA

a) Wyznaczanie czułości lampy oscyloskopowej oraz pomiar przekładni transformatora.

b) Wyznaczanie częstości drgań kamertonu.

E10 PÓŁPRZEWODNIKI

a) Dioda półprzewodnikowa

b) Sporządzanie charakterystyk tranzystora.

E11 POLE MAGNETYCZNE

b) Pomiar wektora indukcji w szczeliny elektromagnesu.

E13 OBWODY PRĄDU ZMIENNEGO Z ELEMENTAMI RLC

a) Wyznaczanie współczynnika indukcji własnej solenoidu.

OPTYKA

O1 SOCZEWKI

a) Wyznaczenie zdolności zbierającej soczewek z pomiaru odległości przedmiotu i obrazu od soczewki.

b) Wyznaczenie zdolności zbierającej soczewek metodą Bessela.

O2 MIKROSKOP

a) Cechowanie mikroskopu i pomiar małych przedmiotów.

c) Pomiar powiększenia liniowego mikroskopu.

O3 WSPÓŁCZYNNIK ZAŁAMANIA ŚWIATŁA

a) Pomiar współczynnika załamania światła za pomocą mikroskopu.

b) Wyznaczenie współczynnika załamania światła za pomocą refraktometru Abbego.

O4 SIATKA DYFRAKCYJNA.

Wyznaczenie długości fali światła za pomocą siatki dyfrakcyjnej.

O5 SPEKTROSKOP

Wykreślenie krzywej dyspersji i pomiar długości fal niektórych linii widmowych.

O6 POLARYZACJA ŚWIATŁA

a) Wyznaczenie kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji przez płytkę kwarcową, terpentynę i roztwór cukru.

b) Skręcenie płaszczyzny polaryzacji w polu magnetycznym i wyznaczenie stałej Verdetta.

O7 LASER He-Ne

Wyznaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej za pomocą światła lasera He-Ne.

O8 INTERFEROMETR JAMINA

Wyznaczenie względnego współczynnika załamania światła dla roztworów.

K1 EFEKT FOTOELEKTRYCZNY

a) Określenie zależności natężenia prądu fotoelektrycznego od strumienia świetlnego oraz grubości warstwy pochłaniającej.

b) Wyznaczenie współczynnika absorpcji cieczy.

K2 PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

Pomiar względnego natężenia promieniowania za pomocą elektroskopu.

K3 POCHŁANIANIE PROMIENI BETA

Badanie absorpcji promieniowania beta.

K4 TERMOEMISJA

Wyznaczenie pracy wyjścia elektronu z wolframu.

- K5 CHARAKTERYSTYKI SPEKTRALNE ELEMENTÓW ŚWIATŁOCZUŁYCH
- a) Sporządzenie charakterystyki spektralnej i prądowo-napięciowej dla fotokomórki próżniowej.
 - b) Sporządzenie charakterystyki spektralnej i prądowo-napięciowej dla fotokomórki gazowej.
 - c) Wyznaczenie charakterystyki spektralnej fotoopornika.
- K6 MIKROFALE
- a) Badanie zależności natężenia promieniowania od odległości od źródła mikrofal.
 - b) Wyznaczenie długości fali promieniowania mikrofalowego.
 - c) Wyznaczenie zdolności zbierającej soczewki mikrofalowej.
 - d) Wyznaczenie długości fali promieniowania mikrofalowego za pomocą siatki dyfrakcyjnej.
- K7 WYZNACZENIE STAŁEJ PLANCKA I PRACY WYJŚCIA FOTOLEKTRONÓW

Do zaliczenia kolokwium wymagana jest znajomość zagadnień obejmujących tematykę wykonywanego eksperymentu w zakresie określonym przez wykład z Podstaw fizyki.

Zaliczenie poszczególnych ćwiczeń odbywa się na podstawie kolokwium sprawdzającego, sposobu wykonywania ćwiczenia oraz opracowania, przy czym ocena ostateczna zaliczenia danego ćwiczenia wpisana do karty ćwiczeń jest średnią z trzech wymienionych ocen pozytywnych.

Do otrzymania zaliczenia konieczne jest wykonanie 10 ćwiczeń w ciągu semestru.

LITERATURA:

1. W. Bulanda, M. Sowa, H. Murlak-Stachura, Ćwiczenia eksperymentalne z fizyki – Mechanika, termodynamika, fizyka molekularna, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2003.
2. Z. Wroński, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki – Elektryczność, Wydawnictwo UMCS, Lublin 1995.
3. J. Sielanko, M. Sowa, Ćwiczenia eksperymentalne z fizyki – Optyka i fizyka współczesna, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2002.
4. D. Halliday, R. Resnik, J. Walker, Podstawy fizyki, Wydawnictwo Naukowe PWN 2005/2006.

PRZEDMIOT: *Metody opracowania wyników pomiarów*

LICZBA GODZIN: 15WY + 30 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe

PROWADZĄCY: prof. S. Hałas, dr A. Wójtowicz

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. S. Hałas

TREŚCI REALIZOWANE: zmienna losowa, najczęściej stosowane rozkłady, obliczanie wartości średnich i wariancji, prawo propagacji błędów, estymatory, metoda najmniejszych kwadratów.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia są prowadzone w drugiej połowie semestru zimowego na pierwszym roku studiów. Celem wykładu jest przybliżenie studentom terminologii probabilistycznej i statystycznej. Od studentów wymagana jest znajomość podstawowych wzorów i metod rachunku różniczkowego i całkowego, np. często jest stosowane „całkowanie przez części” podczas obliczania średniej i wariancji dla niektórych rozkładów.

Laboratorium jest prowadzone przez doświadczonych adiunktów w salach komputerowych, co daje możliwość prowadzenia obliczeń numerycznych. Celem laboratorium jest również nabycie przez studentów umiejętności posługiwania się programami do graficznego przedstawiania wyników doświadczeń.

LITERATURA:

1. Stanisław Hałas i Artur Wójtowicz, Skrypt do wykładu z metod statystycznych, dostępny na stronie WWW.knsf.umcs.lublin.pl.
2. Siegmund Brandt, Analiza danych, PWN 1998.
3. Roman Nowak, Statystyka dla fizyków, PWN 2002.

PRZEDMIOT: *Technologie informacyjne*

LICZBA GODZIN: 30 KW

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe, kierunkowe, specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr A. Staszczak, dr hab. J. Matyjasek, dr J. Kraśkiewicz

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr A. Staszczak

MINIMA PROGRAMOWE: Podstawy technik informatycznych, przetwarzanie tekstów, arkusz kalkulacyjny, bazy danych, grafika menedżerska i/lub prezentacyjna, usługi w sieciach informatycznych, pozyskiwanie i przetwarzanie informacji.

TREŚCI REALIZOWANE:

I. MS Word lub OpenOffice Writer- edytor tekstu

-formatowanie tekstu

-tabele

-grafika w edytorze

-wzory matematyczne

II. MS Excel lub OpenOffice Calc- arkusz kalkulacyjny

-adresowanie komórek

-rodzaje i format danych

-formatowanie komórek

-zastosowanie funkcji i formuł w tabeli

-tworzenie wykresów

-Excel, jako baza danych do korespondencji seryjnej w edytorze MS Word

III. Gnuplot- program do tworzenia wykresów funkcji

-wykresy funkcji jednej- i dwuzmiennych

IV. LaTeX2e- oprogramowanie do zautomatyzowanego składu tekstu

-polskie znaki diakrytyczne (różne standardy kodowania znaków i ich wzajemna konwersja)

-składanie wyrażeń matematycznych

-Beamer, klasa LaTeX-a wykorzystywana przy tworzeniu prezentacji multimedialnych

V. Maxima- program CAS (system algebry komputerowej), wspomagający wykonywanie obliczeń symbolicznych.

-podstawowe działania arytmetyczne w Maximie

- układy równań
- macierze
- funkcje
- elementarne zagadnienia analizy matematycznej

OPIS ZAJĘĆ:

LITERATURA:

1. Aleksandra Kula: *ABC Word 2003 PL* (2003).
2. Maciej Groszek: *ABC Excel 2003 PL* (2004).
3. Mirosław Dziewoński: *Open Office 2.0 PL* (2005).
4. *Nie za krótkie wprowadzenie do systemu LaTeX2e*,
<ftp://ftp.gust.org.pl/pub/CTAN/info/lshort/polish/lshort2e.pdf> .
5. Harvey J. Greenberg: *A Simplified Introduction to LaTeX*,
<http://www.gust.org.pl/doc/documentation> .
6. Thomas Williams, Colin Kelley: *gnuplot An Interactive Plotting Program*,
<http://www.gnuplot.info/docs/gnuplot.pdf> .
7. *Maxima Manual*, <http://maxima.sourceforge.net/docs/manual/en/maxima.pdf> .

PRZEDMIOT: *Astronomia*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe

PROWADZĄCY: prof. M. Rogatko, prof. K. Murawski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Rogatko

MINIMA PROGRAMOWE: *Treści kształcenia:* Ważniejsze odkrycia astronomiczne do połowy XIX wieku. Nośniki informacji o Wszechświecie. Fizyka i ewolucja gwiazd. Materia międzygwiazdowa. Budowa Galaktyki. Astronomia pozagalaktyczna. Elementy kosmologii. *Efekty kształcenia* – umiejętności i kompetencje : rozumienia zjawisk astronomicznych i praw nimi rządzących: posługiwanie się terminologią astronomiczną; oceny aktualnego stanu badań astronomicznych.

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Teorie powstania Wszechświata- czasoprzestrzeń Newtona, Minkowskiego, Einsteina. Doświadczenia potwierdzające relatywistyczną teorię grawitacji. Wielowymiarowy Wszechświat (teorie strun/M teorie). Zasada holograficzna. Pianowa struktura Wszechświata. Teoria inflacji i wielość Wszechświatów.
2. Wielki wybuch, Wszechświat jednorodny i izotropowy, promieniowanie reliktowe (dane z satelitów COBE, WAMP, Planck), równanie kosmicznego trójkąta, ciemna materia, ciemna energia. Alternatywy dla wielkiego wybuchu.
3. Ciemna materia i ciemna energia, własności, modyfikacje struktur wielkoskalowych przez te czynniki. Efekt całkowity Wolfa-Sachsa, ciemny przepływ. Historia Wszechświata wypełnionego ciemną energią.
4. Formowanie się struktur we Wszechświecie, kryterium Jeansa. Rozkład ciemnej materii (projekt COSMOS). Obserwacyjne dowody istnienia ciemnej materii – zderzenia klasterów galaktyk. Symulacje numeryczne tworzenia się struktur wielkoskalowych (symulacja milenijna).
5. Młode obiekty gwiazdowe. Mgławice międzygwiazdowe, typy mgławic. Formowanie się protogwiazd, dyski planetarne, obiekty Herbiga-Haro, gwiazdy typu T-Tauri.
6. Brązowe karły, testy obserwacyjne, występowanie. Ewolucja gwiazd- diagram Hertzsprunga-Russela, typy widmowe gwiazd, gwiazdy ciągu głównego.
7. Ewolucja gwiazd masywnych, końcowe stadia ewolucji gwiazd. Mgławice planetarne, białe karły, granica masy Chandrasekhara, białe karły w układach podwójnych

- (klasyczna nowa, karłowata nowa, supernowa). Gwiazdy supernowe, rodzaje, typy, symulacje numeryczne ich wybuchów. Gwiazdy neutronowe, teoria budowy, dane obserwacyjne. Procesy astrofizyczne z udziałem gwiazd neutronowych (efekt kuli armatniej, akrecja materii, zlewanie). Gwiazdy kwarkowe.
8. Czarne dziury, teoria, typy, proces Hawkinga, hipoteza kosmiczne cenzury, proces Penrose'a. Symulacje numeryczne podróży przez czarną dziurę. Astrofizyczne czarne dziury, ich typy. Czarne dziury w układach podwójnych, dyski akrecyjne, jety. Obserwacyjne potwierdzenie istnienia czarnych dziur (dane z teleskopu Hubble'a, satelity Chandra). Supermasywne czarne dziury w jądrach galaktyk. Wpływ czarnej dziury na budowę klastra galaktyk (gromada Perseusza, Hydry, NGC 12750)-zjawisko 'cooling flow' i powstawanie fal akustycznych. Bardzo zwarte galaktyki karłowate. Rola czarnych dziur w formowaniu i ewolucji galaktyk.
 9. Błyski promieniowania gamma, historia, rodzaje błysków. Przymyślny mechanizmy tego zjawiska. Kategorie błysków gamma.
 10. Magnetary, historia odkrycia, teoria powstawania. Bardzo silne pola magnetyczne i ich własności. Wpływ magnetarów na atmosferę ziemską.
 11. Galaktyki, budowa, morfologia najbliższych galaktyk. Galaktyki wczesnego Wszechświata (głębokie tło obserwacji teleskopu Hubble'a). Klastry galaktyk- budowa własności, zderzenia klastrów galaktyk. Aktywne jądra galaktyk (AGN)- blazary, kwazary, galaktyki Seiferta. Najdalsze obiekty obserwowanego Wszechświata (Himiko).
 12. Planety poza układem słonecznym. Równanie Drake'a, prawdopodobieństwo powstania życia we Wszechświecie. Planety przy pulsarach, białych karłach, brązowych karłach, gorące Jowisze. Metody poszukiwania planet poza układem słonecznym. Misja satelity Kepler.
 13. Metody obserwacji Wszechświata: historia teleskopu, teleskopy optyczny, radiowe, kosmiczne, satelity.
 14. Ogólna charakterystyka Układu Słonecznego, Słońce: budowa wnętrza Słońca, atmosfera Słońca, problem ogrzewania korony słonecznej, zjawisko generacji pola magnetycznego, konwekcja
 15. Planety skaliste i gazowe, charakterystyka wnętrza planet, problem generacji wewnętrznego pola magnetycznego, atmosfery i magnetosfery planet
 16. Plazma słoneczna, opis fenomenologiczny plazmy, równania plazmowe, wiatr słoneczny, problem przyspieszania wiatru słonecznego

17. Magnetosfera Ziemi, komety, oddziaływanie wiatru słonecznego z planetami, heliosfera.

OPIS ZAJĘĆ:

Tematyka wykładów będzie dotyczyła zagadnień zawartych w minimach programowych a dodatkowo zostanie przeanalizowana następująca problematyka:

1. Najnowsze odkrycia astronomiczne (dane z teleskopów Hubble'a i satelitów Chandra, Kepler i innych) będą przedstawiane na bieżąco,
2. Treści wykładowe będą ilustrowane filmami, animacjami i symulacjami procesów astrofizycznych
3. Problemy dotyczące fizyki Słońca, planet i drobnych ciał Układu Słonecznego oraz plazmy astrofizycznej

Zagadnienia związane z astrofizyką czarnych dziur, błysków gamma, magnetarów, pulsarów rentgenowskich, powstawania i ewolucji pozaziemskich układów planetarnych.

LITERATURA:

1. R. Berlusevic- Relativity, Astrophysics and Cosmology, Wiley 2008.
2. B. Carroll, D. Ostlie- Modern Astrophysics, Pearson-Addison 2007.
3. H. Holcomb- Foundations of Modern Cosmology, Oxford Un.Press 2005.
4. J.A. Peacock- Cosmological Physics, Cambridge Un.Press 1999.
5. P. Coles, F. Lucchin- Cosmology – The Origin and Evolution of Cosmic Structure, Wiley 2002.
6. Dane z misji satelitarnych zorganizowanych przez ESA, NASA.
7. M. Aschwanden, *Physics of the solar corona. An introduction*, Springer, 2006
8. T. E. Cravens, *Physics of solar system plasmas*, Cambridge University Press, Cambridge 1997.
9. Kivelson & Russell (eds): *Introduction to Space Physics*, Cambridge University Press, Cambridge 1995.

Skrócony program wykładu:

1. Pojęcie czasoprzestrzeni, teorie powstania Wszechświata,
2. Wczesny Wszechświat, promieniowanie reliktowe, głębokie tło obserwacji teleskopu Hubble'a,
3. Ciemna materia, ciemna energia,

4. Powstawanie i ewolucja gwiazd, materia międzygwiazdowa,
5. Białe karły, pulsary, supernowe,
6. Magnetary,
7. Czarne dziury (mikrokwazary, kwazary),
8. Błyski promieniowania gamma,
9. Powstawanie galaktyk , ich rodzaje i budowa,
10. Aktywne jądra galaktyk, kwazary, blazary,
11. współczesne metody obserwacji Wszechświata,
12. Planety poza układem słonecznym.
13. Ogólna charakterystyka Układu Słonecznego
14. Słońce: budowa wnętrza Słońca, atmosfera Słońca
15. Plazma słoneczna
16. Wiatr słoneczny
17. Planety skaliste i gazowe
18. Magnetosfera Ziemi
19. Komety
20. Oddziaływanie wiatru słonecznego z planetami
21. Heliosfera

PRZEDMIOT: *Podstawy Fizyki II*

LICZBA GODZIN: 90 WY + 90 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe

PROWADZĄCY: prof. M. Budzyński

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Budzyński

MINIMA PROGRAMOWE: Drgania mechaniczne i Fale. Drgania elektromagnetyczne. Prąd zmienny. Fale elektromagnetyczne. Optyka. Fala świetlna na granicy dwóch ośrodków. Polaryzacja światła. Dyfrakcja i interferencja światła. Prędkość światła. Współczynnik załamania światła – jego dyspersja. Klasyczne i nieklasyczne źródła światła. Detektory optyczne. Budowa materii – Zjawiska nieklasyczne, koncepcja fotonu. Stabilność atomu, model Rutherforda-Bohra. Fale de Broglie’a. Równanie Schrödingera. Atom wodoru. Obiekty kwantowe w polach zewnętrznych. Modele jądrowe. Promieniotwórczość. Klasyfikacja cząstek elementarnych.

TREŚCI REALIZOWANE: Drgania mechaniczne i Fale: fale sprężyste, równanie falowe, fale stojące, rezonans, energia fali sprężystej, dźwięk, efekt Dopplera, prędkości naddźwiękowe, dudnienia. Drgania elektromagnetyczne: drgania swobodne w obwodzie LC, drgania swobodne tłumione (obwód RLC), drgania elektryczne wymuszone. Prąd zmienny: moc wydzielana w obwodzie, transformator. Fale elektromagnetyczne: równania Maxwella, elektromagnetyczna fala płaska, energia fal elektromagnetycznych, wektor Poyntinga, pęd światła, widmo fal elektromagnetycznych, prędkość fazowa i grupowa, promieniowanie dipola, fotometria: strumień świetlny, oświetlenie. Optyka. Fala świetlna na granicy dwóch ośrodków: prawo odbicia i załamania, nieliniowe odbicie światła, całkowite wewnętrzne odbicie, płytka płasko-równoległa, równanie zwierciadła, konstrukcja graficzna obrazu, zwierciadło płaskie, symetria zwierciadlana, załamanie światła na powierzchni sferycznej, równanie soczewki, przyrządy optyczne, lupa, oko, aberacje układów optycznych. Polaryzacja światła: zjawisko polaryzacji światła, metody polaryzacji, kryształy dwójłomne, dwójłomność wymuszona, efekt Kerra, zjawisko Faradaya (efekt magnetoptyczny). Dyfrakcja i interferencja światła: zasada Huyghensa a prawo Sneliusa, doświadczenie Yuonga, spójność, prążki równego nachylenia, prążki równej grubości, pierścienie Newtona, interferometr Michelsona, dyfrakcja Fraunhofera na jednej szczelinie, natężenie prążków obrazu dyfrakcyjnego, siatka dyfrakcyjna. Prędkość światła, metody pomiaru. Współczynnik załamania światła – jego dyspersja: pryzmat - załamanie i rozszczepienie światła, dyspersja,

tęcza pierwotna i wtórna. Klasyczne i nieklasyczne źródła światła: żarówka klasyczna i halogenowa, dioda elektroluminescencyjna LED. Detektory optyczne: Fotopowielacz, płyty mikrokanalikowe MCP. Fotorezystor, fotodioda, fotoogniwo. Detektory termiczne, termopara, bolometr, komórka Golay'a. Budowa materii – Zjawiska nieklasyczne, koncepcja fotonu: promieniowanie ciała doskonale czarnego, koncepcja Plancka, zjawisko fotoelektryczne, emisja spontaniczna i wymuszona, zasada działania lasera, zjawisko Comptona. Stabilność atomu, model Rutherforda-Bohra: doświadczenie Rutherforda, model Bohra, moment pędu elektronu, spin elektronu, doświadczenie Sterna-Gerlacha, zasada Pauliego, układ okresowy pierwiastków, promieniowanie rentgenowskie, widmo ciągłe, charakterystyczne, promieniowanie synchrotronowe. Fale de Broglie'a: fale materii, doświadczenie Davissona-Germera, dualizm korpuskularno-falowy. Równanie Schrödingera. Atom wodoru. Obiekty kwantowe w polach zewnętrznych: sprzężenie spin-orbita. Zjawisko Zemana. Zjawisko Starka Modele jądrowe. Promieniotwórczość. Klasyfikacja cząstek elementarnych.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład prowadzony jest według planu. W ramach wykładu prowadzone są demonstracje zjawisk fizycznych. Jeśli warunki techniczne nie pozwalają na przeprowadzenie demonstracji to wykład ilustrowany jest kolorowymi transparencjami. Treści omawiane na wykładzie są w miarę potrzeby rozszerzane na konwersatoriach. Zasadnicza forma zajęć konwersatoryjnych to zadania fizyczne ilustrujące i rozszerzające treści przedstawione na wykładzie. Konwersatoria zaliczane są na stopień. Podstawą do zaliczenia konwersatorium jest: aktywne uczestnictwo na zajęciach oraz pomyślne wyniki ze sprawdzianów pisemnych. Pozytywna ocena z konwersatorium jest warunkiem dopuszczenia do egzaminu. Ponadto jest brana pod uwagę podczas egzaminu. W przypadku różnicy ocen z egzaminu i konwersatorium większej niż 1 wykładowca konsultuje się z osobą prowadzącą konwersatorium.

Zdaniem Podstaw fizyki II jest przekazanie i ugruntowanie wiedzy ogólnej z zakresu fizyki oraz jej zapisu za pomocą formuł matematycznych. Studenci powinni dobrze rozumieć podstawy fizyki oraz posiadać ogólną wiedzę o demonstracji zjawisk fizycznych. Ponadto powinni dostrzegać i rozumieć zjawiska fizyczne zachodzące w ich otoczeniu.

LITERATURA:

1. R.P. Feynman, R.B.Leighton, M.Sands, Feynmana wykłady z fizyki. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (2001).

2. D.Halliday, R.Resnick, J.Walker, Podstawy fizyki, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (2003).
3. W.Bogusz, J.Garbarczyk, F.Krok, Podstawy fizyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa (2005).
4. I.W.Sawieliew, Wykłady z fizyki, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (1994).
5. A.K.Wróblewski, J.A.Zakrzewski, Wstęp do fizyki, PWN, Warszawa (1989).
6. J.Ginter. Fizyka fal, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (1993).
7. J.R.Meyer-Arendt, Wstęp do optyki, PWN, Warszawa (1977).
8. F.S.Crowford Jr, Fale, PWN, Warszawa (1975).

PRZEDMIOT: *Mechanika klasyczna i relatywistyczna*

LICZBA GODZIN: 30, WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTOW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. A. Góźdz, prof. K. Pomorski, prof. M. Rogatko, dr hab.

J. Matyjasek

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. A. Góźdz

MINIMA PROGRAMOWE: Prawa ruchu układów mechanicznych - zasady i wynikające z nich równania ruchu. Układ inercjalny. Własności czasoprzestrzeni - związane z nimi prawa zachowania: energii, pędu i momentu pędu. Ruch punktu materialnego. Zagadnienie ruchu dwóch ciał. Całkowanie równań ruchu - ruch w polu centralnym, ruch harmoniczny. Grawitacja, prawa Keplera. Małe drgania. Zderzenia cząstek. Ruch ciała sztywnego. Elementy mechaniki relatywistycznej opartej o szczególną teorię względności. Relatywistyczne równania ruchu.

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Struktura i własności czasoprzestrzeni.

- a) Czasoprzestrzenie Arystotelesa, Galileusza i Lorentza.
- b) Względność ruchu. Układy odniesienia - w szczególności definicja inercjalnego układu współrzędnych.
- c) Własności fizycznych zdarzeń w czasoprzestrzeniach Arystotelesa, Galileusza i Lorentza.

2. Prawa ruchu układów mechanicznych (nierelatywistycznych i relatywistycznych).

- a) Pojęcie stopni swobody układu fizycznego. Współrzędne uogólnione. Przestrzenie konfiguracyjne.
- b) Lokalne i globalne zasady dynamiki: równania różniczkowe jako równania ruchu, zasady wariacyjne, więzy.
- c) Ogólne zagadnienie całkowania równań ruchu.
- d) Informacja o zasadach zachowania i ich powiązaniu ze strukturą czasoprzestrzeni.
- e) Własności wybranych wielkości fizycznych w czasoprzestrzeniach Galileusza i Lorentza.

3. Ruch punktu materialnego.

- a) Pojęcie punktu materialnego i jego ograniczenia.
- b) Nierelatywistyczna oraz relatywistyczna kinematyka pojedynczego punktu materialnego. Problemy relatywistycznej kinematyki na przykładzie ruchu jednostajnie przyspieszonego.

- c) Nierelatywistyczna oraz relatywistyczna dynamika pojedynczego punktu materialnego w polu sił zewnętrznych.
4. Ogólne zagadnienie ruchu dwóch ciał.
- a) Układ środka masy (pędu).
 - b) Równania dynamiki Newtona w przypadku dwóch ciał. Wzmianka o układach wielu ciał. Zasady zachowania dla skończonej liczby oddziałujących punktów materialnych.
5. Ruch w polu centralnym.
- a) Siły centralne i ich przykłady.
 - b) Równania ruchu dla sił centralnych i ich rozwiązanie.
 - c) Przykład: ruch cząstki w polu grawitacyjnym. Całki ruchu, zasady zachowania.
- Prawa Keplera.
6. Zderzenia cząstek.
- a) Ruch w układzie laboratoryjnym i układzie środka masy.
 - b) Zderzenia sprężyste i niesprężyste (zasady zachowania).
 - c) Rozpraszanie (parametr zderzenia, przekrój czynny).
 - d) Przykład: wzór Rutherforda
7. Małe drgania.
- a) Określenie małych drgań (rozwiniecie energii potencjalnej w szereg potęgowy).
 - b) Ogólne zagadnienie małych drgań o jednym stopniu swobody.
 - c) Oscylator harmoniczny w dwóch i trzech wymiarach.
 - d) Pojęcie współrzędnych normalnych.
8. Ruch ciała sztywnego.
- a) Określenie ciała sztywnego i jego ruchów. Ciało sztywne w mechanice relatywistycznej ?
 - b) Ruchy translacyjne i rotacyjne. Współrzędne parametryzujące stopnie swobody ciała sztywnego.
 - c) Układ wewnętrzny (sztywno związany z ciałem). Układy nieinercyjne.
 - d) Równania ruchu bryły sztywnej. Przykłady rozwiązań.
9. Idea ośrodków ciągłych.
- a) Pole prędkości i deformacja.
 - b) Równania ciągłości. Prawa zachowania.
 - c) Ciecze.
 - d) Ciała sprężyste.
 - e) Klasyczne pola fizyczne.

OPIS ZAJĘĆ: Wprowadzenie pojęcia czasoprzestrzeni na bazie jego historycznego rozwoju pozwala określić poprzez geometrię podstawowe cechy czasoprzestrzeni Arystotelesa, Galileusza i Minkowskiego. Pojęcie ruchu względnego oraz własności geometryczne odpowiedniej czasoprzestrzeni pozwalają zbudować podstawowe transformacje czasoprzestrzenne jakimi są transformacje Galileusza i Lorentza. Konfrontacja z rzeczywistością umożliwia podanie zakresu ich stosowalności. Punkt 1. pozwala zrozumieć fundamentalne pojęcie jakim jest czasoprzestrzeń.

2. Mechanika ciał wymaga wprowadzenia pojęcia stopni swobody ciała fizycznego oraz podania zasad ewolucji stanu układu ciała w czasie. Zasady te można podzielić na lokalne, przykładem czego są równania Newtona oraz globalne, których typowym przedstawicielem jest zasada najmniejszego działania. Nieusuwalnym elementem koniecznym do opisu ruchu ciał mechanicznych są także warunki początkowe oraz ewentualne więzy nałożone na układ fizyczny. Podstawowym celem punktu 2. jest pokazanie ogólnego schematu dynamiki. Punkt 3. jest najprostszym przykładem wykorzystania powyższego schematu dynamiki. Na tym przykładzie można pokazać przede wszystkim opis ruchu pojedynczego ciała w polach zewnętrznych zarówno dla ruchu nierelatywistycznego jak i relatywistycznego. Zagadnienie dwóch ciał jest jedynym stosunkowo prosto traktowalnym problemem wielociałowym gdyż sprowadza się do problemu jednego ciała. Przy tej okazji można jednak pokazać kilka cech oraz potencjalne trudności występujące w układach wielu ciał. Siły centralne przedstawione w punkcie 5. są standardowym przykładem pozwalającym wykorzystać symetrię fizyczną układu do rozwiązania problemu jego ewolucji czasowej. Przykład ten może też być dobrze zwizualizowany przez odwołanie się do struktury naszego układu planetarnego. Zderzenia ciał opisane są w punkcie 6. Oprócz ogólnych cech takich zderzeń w wykładzie proponowane jest przedstawienie przypadku rozpraszania cząstek w polu sił centralnych. Ten przykład ma istotne odniesienie do typowych metod badań własności cząstek w mikroświecie, a także w opisie ruchu ciał niebieskich. Jest on rozszerzeniem poprzedniego punktu, który ogranicza się do orbit zamkniętych.

Drgania są jednym z najczęściej spotykanym typem ruchu układu wielu ciał. Jedynie opis drgań o małych amplitudach jest relatywnie prosty. W punkcie 7. przedstawione jest wprowadzenie do małych drgań z wykorzystaniem uproszczonych równań ruchu poprzez przybliżenie potencjału wielomianem drugiego stopnia. Wprowadzenie współrzędnych normalnych pozwala na pokazanie fizycznej natury drgań złożonych. Jest jednocześnie dobrym wstępem do wykorzystania tego narzędzia w mechanice kwantowej (pojęcie zagadnienia własnego). Ciało sztywne jest drugim, bardzo dobrym przykładem pierwszego

przybliżenia opisu, globalnego ruchu, układu złożonego z bardzo wielu cząstek. Parametryzacja ruchu przez wprowadzenie translacji i obrotów daje fundamentalne pojęcie o zachowaniu się wielu układów fizycznych. Zrozumienie zachowania się rotora klasycznego, oprócz drgań najbardziej pospolitego ruchu ciał klasycznych, uzupełnia obraz fizycznego zachowania się układów zarówno klasycznych jak i kwantowych. Zamknięcie elementarnego cyklu nauczania mechaniki przedstawionego powyżej wymaga wprowadzenia drugiego, oprócz idei punktu materialnego, pojęcia jakim jest ośrodek ciągły. W punkcie 9. podane będą podstawowe informacje pozwalające zrozumieć ideę układów o kontinuum stopni swobody. Ich waga jest związana z faktem, że pojęcie ośrodka ciągłego jest pierwszym przybliżeniem bardzo szerokiej klasy układów fizycznych występujących w przyrodzie. W szczególności pojęcie pola wymaga zrozumienia tych idei. Przedstawiony powyżej cykl jest minimalnym zestawem problemów pozwalającym na dalszą naukę np. elektrodynamiki i mechaniki kwantowej. Wykład prowadzony metodą tradycyjną umożliwiającą bezpośrednią interakcję ze studentem.

3. Ćwiczenia, przez prace sprawdzające powinny umożliwić kontrolę zrozumienia przez studenta wszystkich punktów zawartych w programie.

LITERATURA:

1. R.S. Ingarden, A. Jamiołkowski: Mechanika klasyczna, PWN, 1980.
2. K. Pomorski: Mechanika teoretyczna, UMCS, 2000.
3. G. Białkowski: Mechanika klasyczna, PWN.
4. W. Rubinowicz, W. Krolikowski: Mechanika teoretyczna, PWN.
5. L.D. Landau, E.M. Lifszic: Mechanika, PWN.
6. I. Olchowski: Mechanika teoretyczna, PWN.

PRZEDMIOT: *Podstawy fizyki kwantowej*

LICZBA GODZIN: 30 WY + 30 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin pisemny + zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe

PROWADZĄCY: prof. B. Pomorska, prof. R. Taranko, prof. M. Załuźny

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. B. Pomorska

MINIMA PROGRAMOWE: *Treści kształcenia:* Korpuskularne własności promieniowania. Falowe własności cząstek. Budowa atomów. Spektroskopia. Metody matematyczne w mechanice kwantowej – przestrzenie wektorowe, przestrzenie Hilberta, notacja Diraca, operatory – reprezentacja w bazie ciągłej i dyskretnej. Postulaty mechaniki kwantowej – stan układu kwantowego, przyporządkowanie wielkościom mierzalnym operatorów, pomiar i wartości własne operatorów, probabilistyczna interpretacja wyników pomiarów, ewolucja czasowa układu kwantowego. Zasada nieoznaczoności. Oscylator harmoniczny – reprezentacja położeniowa i energetyczna. Moment pędu i spin. Symetrie w mechanice kwantowej – symetrie względem przesunięć w przestrzeni i w czasie, symetrie względem obrotów – związek z zasadami zachowania.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: rozumienia istoty zjawisk kwantowych: wykorzystywania formalizmu mechaniki kwantowej do opisu zjawisk kwantowych.

TREŚCI REALIZOWANE:

I. Trochę historii

- 1) Pierwotna teoria kwantów (1900-1913)
- 2) Model atomu Bohra, widma liniowe (1913-1925)
- 3) Fale materii (1925) de Broglie'a
- 4) Mechanika macierzowa Heisenberga
- 5) Mechanika falowa Schrödingera
- 6) Zastosowania

II. Trochę doświadczenia

- 1) Widma ciała doskonale czarnego (1900 – Planck)
- 2) Zjawisko fotoelektryczne (1905 – Einstein)
- 3) Jonizacja gazów światłem nadfioletowym (Stokes)
- Pojęcie fotonu $h\nu$ (1926 – Lewis)

- 4) Ciepła właściwe ciał stałych – fonony i kwanty energii (1907 – Einstein);
kwanty fal dźwiękowych (1912 – Debye)
- 5) Widma atomów (1913 – Bohr)
- 6) Pochłanianie elektronów w parach rtęci (1914 – Frank-Hertz)
- 7) Rozszczepienie wiązki atomów wodoru w polu magnetycznym
- 8) Rozpraszanie promieni Röntgena na lekkich materiałach (1923 – Compton)
- 9) Dyfrakcja i odbicie elektronów na kryształach Ni (1926 – Davisson-Germer)
- 10) Interferencja elektronu przechodzącego przez 2 szczeliny

III. Od rozwiązania do równania

- 1) Postulaty de Broglie'a
- 2) Prędkość grupowa i fazowa fali
- 3) Amplituda fali
- 4) Zasada nieokreśloności Heisenberga
- 5) Pęd i położenie
- 6) Energia i czas
- 7) Probabilistyczna interpretacja funkcji falowej – gęstość prawdopodobieństwa
- 8) Wartości średnie wielkości fizycznych – operatory
 - a) Położenie
 - b) Pęd
 - c) Energia i czas
- 9) Równanie Schrödingera
- 10) Równanie Schrödingera zależne od czasu

IV. Trochę matematyki

- 1) Przestrzeń funkcyjna
 - a) liniowa
 - b) unitarna
 - c) Hilberta
- 2) Operatory
 - a) liniowe
 - b) hermitowskie
- 3) Równanie własne operatora
 - a) Wartości własne operatorów hermitowskich
 - b) Funkcje własne operatorów hermitowskich
 - c) Funkcje własne operatorów komutujących

4) Reprezentacja macierzowa operatorów

- a) Wektory
- b) Macierze
- c) Równanie własne macierzy
- d) Diagonalizacja macierzy

V. Postulaty mechaniki kwantowej

1) Postulat o przyporządkowaniu operatorów hermitowskich wielkościom fizycznym.

2) Warunki komutacji operatorów

3) Postulat o wartościach własnych

- a) Zagadnienie własne operatora położenia cząstki
- b) Zagadnienie własne operatora pędu cząstki
- c) Zagadnienie własne trzeciej składowej momentu pędu
- d) Zagadnienie własne kwadratu momentu pędu
- e) Zagadnienie własne energii kinetycznej cząstki swobodnej
- f) Zagadnienie własne energii cząstki w pudle nieprzepuszczalnym
- g) Zagadnienie własne energii w polu potencjalnym o symetrii sferycznej

4) Postulat o wartości średniej

- a) Interpretacja współczynników rozwinięcia funkcji w bazie
- b) Interpretacja funkcji
- c) Reprezentacja położeniowa i pędowa
- d) Zasada komplementarności (odpowiedniości) Bohra

5) Postulat o rozwoju funkcji własnej w czasie

- a) Rozwiązanie równania Schrödingera zależnego od czasu dla przypadku stacjonarnego
- b) Obraz Heisenberga i Schrödingera
- c) Równanie ruchu operatora
- d) Całki ruchu i warunku symetrii

6. Związek mechaniki kwantowej i klasycznej

VI. Zastosowania – problemy jednocząstkowe

- a) Atom Wodoru
- b) Jon wodoropodobny
- c) Jądro atomu

OPIS ZAJĘĆ: Wykład prowadzony jest „kredą na tablicy” z ilustracjami z literatury wyników na ekranie. Każde 90 minut dotyczy nowego zagadnienia. Oznaczenia wielkości są ujednolicone. Wzory wyprowadzone są jak najdokładniej – wyniki podkreślone ramką. Pożądane są na bieżąco pytania z sali.

Na konwersatorium rozwiązywane są zadania ze zbiorów podawane wcześniej w formie drukowanej i w internecie. Przeprowadzone są 2 kolokwia zaliczeniowe. Zaliczenie KW jest warunkiem wpisu stopnia z egzaminu. Egzamin obejmuje cały materiał. Każdy student dostaje 3 zagadnienia: matematyczne, postulat mechaniki kwantowej i zastosowanie.

Egzamin przeprowadzany jest w formie pisemnej, wyniki mogą być poprawione ustnie, zaraz po ogłoszeniu. Egzamin poprawkowy, ostatniego dnia sesji, przeprowadzany jest w formie ustnej.

LITERATURA:

1. S. Szpikowski, Podstawy mechaniki kwantowej, UMCS, Lublin 2008.
2. S. Szpikowski, Mechanika kwantowa I, UMCS, Lublin 1978; S. Szpikowski, Mechanika kwantowa II, UMCS, Lublin 1994 (teoria grup).
3. J. P. Elliott, Model kolektywny jądra atomu, Preprint IJB AT(30-1) 875 (Rochester, New York).
4. A. S. Davydov, Mechanika kwantowa, PWN, W-wa 1967 (w szczególności II kwantyzacja).
5. D. Błochincew, Podstawy mechaniki kwantowej, PWN W-wa 1954.
6. L. I. Schiff, Mechanika kwantowa, PWN, W-wa 1977.
7. L. D. Landau, E. M. Lifszyc, Mechanika kwantowa – krótki kurs fizyki teoretycznej, t. II (teoria nierelatywistyczna).
8. R. L. Liboff, Wstęp do mechaniki kwantowej, PWN, W-wa 1987.
9. S. Brandt, H. D. Dahmenn, Mechanika kwantowa w obrazach, PWN, W-wa 1989.
10. I. Białyński-Birula, M. Cieplak, J. Kamiński, Teoria kwantów – mechanika falowa, PWN, W-wa 1991.
11. P. T. Matthews, Wstęp do mechaniki kwantowej, PWN, W-wa 1981.
12. L. W. Tarasov, Podstawy mechaniki kwantowej – interpretacje, PWN, 1974.
13. E. W. Wichman, Fizyka kwantowa – kurs Berkeleyowski, PWN, W-wa 1980.
14. F. Mott, Podstawy mechaniki kwantowej, PWN, W-wa 1980.
15. A. B. Migdał, Jakościowe metody w teorii kwantowej, PWN, W-wa 1980.
16. M. Walker, Bomba atomowa Hitlera – mit i prawda o fizyce jądrowej (Amber 1998).

PRZEDMIOT: *Fizyka atomowa*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe

PROWADZĄCY: prof. J. Żuk, dr M. Turek

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. J. Żuk

MINIMA PROGRAMOWE: Stabilność atomów, model Rutherforda-Bohra. Fale de Broglie'a. Równanie Schrödingera. Atom wodoru. Obiekty kwantowe w polach zewnętrznych.

TREŚCI REALIZOWANE: Model Bohra. Atom wodoropodobny ze spinem. Struktura subtelną atomu wodoru. Sprzężenia momentu pędu w atomie wieloelektronowym. Nadsubtelne oddziaływanie magnetyczne. Wpływ pól zewnętrznych na poziomy energii atomu. Reguły wyboru. Czas życia atomu i jego wyznaczenie. Zarys teorii oddziaływania atomu z promieniowaniem. Emisja wymuszona. Lasery. Techniki spektroskopii bezdopplerowskiej. Pułapki jonowe i atomowe. Współczesne eksperymenty fizyki atomowej.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład rozpoczyna się opisem modelu Bohra wraz z informacją o jego ograniczeniach. W dalszym ciągu, na gruncie mechaniki kwantowej omówione jest kolejno: kwantowanie energii i momentu pędu dla atomu wodoropodobnego oraz wieloelektronowego (ze spinem), wpływ oddziaływania spin-orbita na poziomy energii elektronów, struktura subtelną atomu wodoru, pochodzenie struktury nadsubtelnej linii atomowych oraz wpływ pól zewnętrznych na atom (efekty: Zemana i Starka). Następnie podany jest zarys teorii oddziaływania atom-foton. Wprowadzone będą reguły wyboru dla przejść promienistych. Opisane będą metody pomiaru czasu życia atomu w stanie wzbudzonym. Przybliży się słuchaczom drogę od koncepcji Einsteina emisji wymuszonej do jej realizacji technicznej w postaci laserów. W końcowej części Wykładu omówione będą nowe laserowe techniki badawcze, które pozwoliły zrealizować koncepcję spektroskopii bezdopplerowskiej, spułapkować atomy oraz przeprowadzić wiele przełomowych eksperymentów, m. innymi realizację doświadczalną chłodzenia optycznego, kondensatu Bose-Einsteina, czy też interferencji atomów.

Plan wykładu Fizyka atomowa:

1. Model Bohra.

2. Funkcje falowe elektronów w atomie wodoropodobnym, rozkłady gęstości prawdopodobieństwa.
3. Kwantowanie energii i momentu pędu elektronów w atomie; liczby kwantowe.
4. Spin elektronu i spinowy moment magnetyczny, doświadczenie Sterna-Gerlacha.
5. Wpływ oddziaływania spin-orbita na stany elektronowe.
6. Struktura subtelna atomu wodoru; doświadczenie Lamba.
7. Sprzężenie momentu pędu w atomie wieloelektronowym. Termy spektralne, reguła Hunda.
8. Oddziaływanie nadsubtelne powłoki elektronowej i jądra atomu.
9. Atom w zewnętrznym polu magnetycznym, efekt Zeemana.
10. Atom w zewnętrznym polu elektrycznym, efekt Starka.
11. Zarys teorii oddziaływania atomu z promieniowaniem. Rodzaje przejść promienistych, współczynniki Einsteina.
12. Reguły wyboru dla przejść optycznych w atomie.
13. Czas życia atomu w stanie wzbudzonym. Doświadczenie Wiena i współczesne metody pomiaru czasu życia atomów i jonów.
14. Emisja wymuszona, pompowanie optyczne, doświadczenie Kastlera.
15. Lasery: rubinowy, He-Ne, barwnikowy, lasery półprzewodnikowe.
16. Poszerzenie linii atomowych. Techniki spektroskopii bezdopplerowskiej (spektroskopia nasyceniowa, dudnieniowa, wielofotonowa).
17. Laserowe chłodzenie atomów. Pułapki jonowe i atomowe. Zegar atomowy.
18. Współczesne eksperymenty fizyki atomowej (tworzenie kondensatu Bose-Einsteina, interferometria atomowa, laser atomowy).

Prowadzący wykład Fizyka Atomowa bazuje na wiedzy słuchaczy wyniesionej z wykładów: Podstawy Fizyki oraz Podstawy Mechaniki Kwantowej.

LITERATURA:

1. H. Haken, H.C. Wolf, „Atomy i kwanty. Wprowadzenie do współczesnej spektroskopii atomowej”, PWN, 1997.
2. H.A. Enge, M.R. Wehr, J.A. Richards, „Wstęp do fizyki atomowej”, PWN, 1983.
3. R. Eisberg, R. Resnick, „Fizyka kwantowa atomów, cząsteczek, ciał stałych, jąder i cząstek elementarnych”, PWN, 1983.

PRZEDMIOT: *Fizyka jądrowa*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. M. Budzyński, dr hab. B. Jasińska

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Budzyński

MINIMA PROGRAMOWE: nie istnieją

TREŚCI REALIZOWANE: Przekształcenia promieniotwórcze, energia rozpadu Q . Naturalne źródła promieniowania jonizującego, rodziny promieniotwórcze, promieniowanie kosmiczne. Czas życia jąder atomowych i cząstek elementarnych. Wyznaczanie wieku. Przekrój czynny całkowity i różniczkowy. Rozpraszanie Rutherforda. Oddziaływanie cząstek naładowanych z ośrodkiem. Oddziaływanie kwantów z ośrodkiem. Detektory: jonizacyjne, Czerenkowa, scyntylacyjne, półprzewodnikowe, śladowe. Detektory cząstek neutralnych. Akceleratory cząstek. Jednostki aktywności i dozy. Wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe. Rozmiary i kształty jąder. Masy jąder atomowych i cząstek elementarnych. Spin i moment magnetyczny. Inne wielkości kwantowe charakteryzujące cząstki elementarne. Energia wiązania jąder atomowych. Model kropłowy, powłokowy. Elementy teorii przemiany. Elementy teorii rozpadu. Niezachowanie parzystości w oddziaływaniach słabych. Reakcje jądrowe. Rozszczepienie spontaniczne i indukowane. Reakcja rozszczepienia. Reaktor jądrowy. Proces nukleosyntezy. Nukleosynteza w gwiazdach. Model standardowy

OPIS ZAJĘĆ: Wykład prowadzony jest według planu. W ramach wykładu prowadzone są, o ile jest to możliwe demonstracje zjawisk jądrowych. W przypadku braku technicznych możliwości demonstracji procesów jądrowych wykład jest obficie ilustrowany kolorowymi transparenjami. Demonstrowana jest praca detektorów promieniowania jonizującego przyrządów oraz przyrządów dozymetrycznych.

Duży nacisk położony jest na aspekty ekologiczne: właściwe postępowanie z ze źródłami promieniowania jonizującego, działanie promieniowania jonizującego na materię żywą, oraz działanie promieniowania jonizującego na organizm człowieka. Omawiany jest system ochrony radiologicznej oraz demonstrowane dawkomierze indywidualne.

Studenci powinni dobrze rozumieć podstawy fizyki jądrowej oraz jej zastosowania w naukach przyrodniczych i gospodarce.

LITERATURA:

1. E.Skrzypczak, Z.Szepliński, Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych”, PWN, Warszawa (2002).
2. J.Kenet Shultis, R.E.Faw, Fundamentals of nuclear science and engineering, Marcel Dekker, Inc, New York – Basel (2002).
3. H.D.Perkins „Wstęp do fizyki wysokich energii”, PWN, Warszawa (2004).
3. B.Nerlo-Pomorska, K.Pomorski „Zarys teorii jądra atomowego”, PWN, Warszawa (1999).
4. V.Acosta, C.L.Cowan, B.J.Graham – Podstawy fizyki współczesnej” PWN, Warszawa (1987).
5. T. Mayer-Kuckuk „Fizyka jądrowa” PWN, Warszawa (1983).
6. A.Strzałkowski – „Wstęp do fizyki jądra atomowego”, PWN, Warszawa (1978).
7. „Encyklopedia fizyki współczesnej” po red. A.K.Wróblewskiego, PWN, Warszawa (1983).
8. S.Szczeniowski – „Fizyka doświadczalna. Fizyka jądrowa i cząstek elementarnych”, PWN, Warszawa (1974).

PRZEDMIOT: *Fizyka ciała stałego*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. T. Domański, prof. K.I. Wysokiński, prof. M. Jałochowski,
prof. M. Załużny

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. T. Domański

TREŚCI REALIZOWANE: Podstawy fizyki materii skondensowanej

OPIS ZAJĘĆ: Tematyka zajęć dotyczy podstawowych zagadnień fizyki materii skondensowanej oraz niektórych wybranych współczesnych zagadnień (np. nadciekłości i nadprzewodnictwa).

1. Rodzaje wiązań w ciałach stałych
(van der Waalsa, jonowe, kowalencyjne, metaliczne).
2. Sieci krystaliczne
 - a) sieć Bravais, baza, wektor translacji, wektory proste, komórka elementarna, komórka Wignera-Seitza
 - b) oznaczanie kierunków i płaszczyzn w kryształach (wskaźniki Millera)
3. Dyfrakcja fal na kryształach oraz koncepcja sieci odwrotnej
 - a) warunek Braggów dyfrakcji fal na kryształach, sformułowanie Lauego
 - b) doświadczalne metody dyfrakcyjne
 - c) definicja sieci odwrotnej, strefy Brillouina, konstrukcja Ewalda
 - d) geometryczny czynnik strukturalny, czynnik atomowy
4. Drgania sieci krystalicznej
 - a) klasyczny opis drgań sieci jonów
 - b) zależność dyspersyjna, typy i rodzaje polaryzacji drgań
 - c) koncepcja fononów
 - d) wkład energetyczny drgań sieci krystalicznych (model Einsteina, model Debye'a)
5. Opis układu elektronów przewodnictwa
 - a) model gazu elektronów swobodnych w metalach
 - b) gęstość stanów
 - c) energia Fermiego
 - d) ciepło właściwe układu elektronowego
6. Zjawiska transportu w metalach

- a) tensor przewodnictwa
 - b) model Drude'go (czas relaksacji, średnia droga swobodna, ruchliwość)
 - c) efekt Halla (klasyczny oraz kwantowy)
 - d) paramagnetyzm Pauliego
 - e) zjawisko termoelektryczne
 - f) rezonans cyklotronowy
7. Analiza pasmowej struktury elektronowej
- a) stany Blocha, dozwolone stany energetyczne w strukturach periodycznych
 - b) klasyfikacja materiałów na przewodniki, półmetale, półprzewodniki oraz izolatory
 - c) półprzewodniki samoistne, prawo działania mas, koncentracja nośników ładunku
 - d) półprzewodniki domieszkowane typu n oraz p
8. Heterozłącza
- a) praca wyjścia, kontaktowa różnica potencjałów
 - b) złącza metal-metal, metal-półprzewodnik, półprzewodnik-półprzewodnik
 - c) zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne i wewnętrzne
9. Właściwości magnetyczne
- a) paramagnetyzm i diamagnetyzm
 - b) oddziaływanie wymiany
 - c) uporządkowanie ferromagnetyczne (temperatura Curie, prawo Curie-Weissa)
 - d) zjawisko antyferromagnetyzmu (temperatura Neel'a)
 - e) fale spinowe
10. Nadprzewodnictwo i nadciekłość
- a) odkrycie i właściwości fizyczne nadprzewodników
 - b) stan BCS, koncepcja par Coopera oraz lokalnych par elektronowych
 - c) nadciekłość ^4He
 - d) egzotyczne przykłady stanu nadciekłego oraz nadprzewodzącego

LITERATURA:

1. Ch. Kittel, *Wstęp do fizyki ciała stałego*, PWN Warszawa (1999).
2. H. Ibach, H. Luth, *Fizyka ciała stałego*, PWN Warszawa (1996).
3. N.W. Ashcroft N.D. Mermin, *Fizyka ciała stałego*, PWN Warszawa (1986).
4. J.M. Ziman, *Wstęp do teorii ciała stałego*, PWN Warszawa (1977).

PRZEDMIOT: *Termodynamika i fizyka statystyczna*

LICZBA GODZIN: 30 WY + 15 KW

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. K.I. Wysokiński, prof. M. Załużny, prof. R. Taranko

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. K.I. Wysokiński

MINIMA PROGRAMOWE: *Treści kształcenia:* Podstawowe pojęcia termodynamiki. Energia wewnętrzna, entalpia, praca, ciepło. Gaz doskonały – opis termodynamiczny. Entropia – definicja fenomenologiczna i statystyczna, entropia gazu doskonałego. Energia swobodna, entalpia swobodna, potencjał chemiczny. Zasady termodynamiki. Procesy odwracalne i nieodwracalne, samorzutne i wymuszone. Równowaga termodynamiczna. Układy zamknięte, otwarte i izolowane. Elementy termodynamiki procesów nierównowagowych – równania przepływów, transport ciepła. Zespoły statystyczne – mikrokanoniczny, kanoniczny. Wielki rozkład kanoniczny.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: rozumienia zależności termodynamicznych; opisu zjawisk i procesów na gruncie termodynamiki i fizyki statystycznej.

TREŚCI REALIZOWANE:

- I. Podstawowe pojęcia termodynamiki fenomenologicznej - **przypomnienie**
 1. Pochodzenie praw termodynamiki fenomenologicznej. Procesy odwracalne i nieodwracalne, samorzutne i wymuszone.
 2. Układy zamknięte, otwarte i izolowane. Pojęcie i właściwości równowagi termodynamicznej - zerowa zasada termodynamiki - wnioski
 3. II zasada termodynamiki – wnioski - energia swobodna, entalpia swobodna, potencjał chemiczny.
 4. Właściwości ciał prostych wynikające z istnienia entropii
 5. Prawo wzrostu entropii, przykłady, sprawność silników cieplnych, praca stracona
 6. Trzecia zasada termodynamiki - sformułowania Nernsta i Plancka
- II. Układy wielofazowe i wieloskładnikowe
 1. Pojęcie fazy. Parametry opisujące stan układu wielofazowego, wieloskładnikowego. Potencjały termodynamiczne. Przemiany fazowe
 2. Ogólne warunki równowagi układu wielofazowego wieloskładnikowego
 3. Gibbsa reguła faz
- III. Elementy kinetycznej teorii gazów

1. Elementy termodynamiki procesów nierównowagowych – równania przepływów, transport ciepła
- IV. Klasyczna mechanika statystyczna
1. Cele i zadania termodynamiki statystycznej. Mechaniczny opis układów termodynamicznych o wielu stopniach swobody
 2. Prawdopodobieństwo termodynamiczne. Entropia w fizyce statystycznej - wzór Boltzmanna. Addytywność entropii.
 3. Rozkład mikrokanoniczny - wyprowadzenie równania stanu i funkcji termodynamicznych gazu doskonałego
 4. Rozkład kanoniczny - związek z entropią
 5. Układy otwarte - wielki rozkład kanoniczny - związek z termodynamiką
- V. Rozkłady kwantowe
1. Opis stanu układu w mechanice kwantowej. Średnie w statystycznej mechanice kwantowej.
 2. Zespoły kwantowe – funkcje rozkładu. Zespołu
 - a. mikrokanonicznego
 - b. kanonicznego
 - c. wielkiego kanonicznego
- VI. Zastosowania praw termodynamiki statystycznej
1. Statystyczna interpretacja zasad termodynamiki
 - a. interpretacja I i II zasady
 - b. interpretacja III zasady termodynamiki - zakres stosowalności
 2. Statystyki kwantowe
 - a. wielka suma stanów idealnych gazów: fermionowego i bozonowego
 - b. gaz elektronów w metalach i półprzewodnikach - równanie stanu
 3. Fluktuacje i ruchy Browna
 - a. ogólna teoria fluktuacji
 - b. fluktuacje energii i liczby cząstek
 - c. ruchy Browna – elementy opisu zjawiska.

OPIS ZAJĘĆ:

Istotnym elementem zajęć jest fakt, iż są to wykłady i ćwiczenia dla III roku studiów licencjackich, a studenci już wysłuchali elementarnego kursu termodynamiki w ramach kursu fizyki na I/II roku.

Wykład prowadzony będzie mieszanymi technikami (klasyczny wykład z wyprowadzeniami najważniejszych wzorów oraz z wykorzystaniem techniki multimedialnej: grafoskop, rzutnik komputerowy, itp.) w taki sposób, aby studenci mniej zaznajomieni z tematem mogli bez problemów śledzić tok rozumowania, a jednocześnie wykład nie był nudny dla bardziej zaawansowanych uczestników.

W procesie tym pomocne będzie wykorzystanie elementów zdalnego nauczania na platformie Moodle <https://fizyka.kampus.umcs.lublin.pl/moodle/>. Zasoby zawierają krótką informację o treściach zrealizowanych wykładów, zadania do wykonania w domu oraz pomocnicze materiały graficzne i niektóre teksty przydatne studentom do opanowania treści wykładu. Studenci podczas wykładu są informowani o możliwościach zapisu na 'kurs' i hasłach dostępowych.

Celem zajęć jest zaznajomienie studentów z najważniejszymi aspektami fenomenologicznej i statystycznej 'nauki o ciepłe'.

W trakcie towarzyszących wykładowi zajęć konwersatoryjnych będą rozwiązywane zadania ilustrujące praktyczne aspekty termodynamicznego i statystycznego opisu materii w równowadze i jej właściwości cieplnych.

Wiedza studentów będzie sprawdzana na bieżąco oraz w trakcie dwu-dwugodzinnych kolokwiów. Niestety nie przewidziano egzaminu. Zaliczenie będzie miało charakter dwuczęściowy. Ważną składową oceny końcowej będzie ocena uzyskana na zajęciach konwersatoryjnych. W trakcie rozmowy z wykładowcą zostaną sprawdzone wiadomości teoretyczne „*rozumienia zależności termodynamicznych; opisu zjawisk i procesów na gruncie termodynamiki i fizyki statystycznej.*”

LITERATURA:

1. J. Werle, Termodynamika fenomenologiczna, PWN, Warszawa (1957).
2. T L Hill, An Introduction to Statistical Thermodynamics, Addison Wesley London (1961).
3. K. Huang, Mechanika Statystyczna, PWN Warszawa (1978).
4. A_ Isihara, Statistical Physics, Academic Press New York (1971).
5. K. Huang, Podstawy fizyki statystycznej, PWN, Warszawa (2006).
6. H. Haug, A-P. Jauho, Quantum Kineics In transport nad optics of semiconductors (Sprinter Verlag, Berlin 1966).
7. J. Klamut, K. Durczewski, J. Sznajd, Wstęp do fizyki przejść fazowych, Ossolineum, Wrocław 1979

8. K. Zalewski, Wykłady z termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej, PWN, Warszawa 1973
9. Z. Jacyna-Onyszkiewicz, Zasady termodynamiki kwantowej, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 1996.
10. T. Balcerzak, Wykłady z termodynamiki i fizyki statystycznej, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2000.

PRZEDMIOT: *Elektrodynamika*

LICZBA GODZIN: 15 WY + 15 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin i zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. K. Pomorski, prof. A. Baran

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. K. Pomorski

MINIMA PROGRAMOWE: *Treści kształcenia:* Elektrostatyka – Prawo Coulomba. Prawo Gaussa. Potencjał elektryczny – równanie Poissona, równanie Laplace'a. Praca i energia w elektrostatyce. Pole elektryczne w materii – dielektryki, podatność elektryczna, przenikalność elektryczna. Magnetostatyka – Siła Lorentza. Prawo Biot-Savarta. Prawo Ampera. Magnetyczny potencjał wektorowy. Indukcja elektromagnetyczna. Pola zmienne w czasie. Prawo indukcji Faradaya. Prąd przesunięcia Maxwella. Równania Maxwella. Potencjały i pola źródeł zmiennych w czasie. Potencjał wektorowy i skalarny. Transformacje cechowania. Elektrodynamika a teoria względności.

Efekty kształcenia -umiejętności i kompetencje: rozumienia zjawisk elektromagnetycznych i podstawowych praw rządzących nimi: opisu zjawisk i procesów z zakresu elektrodynamiki

TREŚCI REALIZOWANE: równania Maxwella w ośrodkach materialnych, polaryzacja elektryczna i magnetyczna ośrodka, ośrodki anizotropowe; siły działające na dielektryk, tensor naprężeń Maxwella; fale elektromagnetyczne i ich polaryzacja, fale w ośrodku przewodzącym, odbicie i załamanie fali, amplitudy fal odbitych i złamanych, fale stojące w rezonatorach, falowody, fale w ośrodku anizotropowym; teoria promieniowania, wektor i dipol Hertza, przybliżenie dipolowe, promieniowanie anteny liniowej, dyspersja fal elektromagnetycznych, promieniowanie Czerenkowa;

OPIS ZAJĘĆ: Przedmiotem wykładu jest elektrodynamika makroskopowa ośrodków ciągłych. Planuje się przedstawienie jakościowo nowych w stosunku do próżni zjawisk elektromagnetycznych zachodzących w ośrodkach materialnych, jak i efektów pojawiających się na granicy dwóch ośrodków. Wytwarzanie, własności i rozchodzenie się fal elektromagnetycznych a w szczególności światła, w takich ośrodkach będzie stanowiło dominującą część wykładu i zajęć na konwersatorium. Omówiona też będzie najprostsza teoria dyspersji fal elektromagnetycznych w ośrodkach zaproponowana przez Lorentza, tak aby student mógł zrozumieć mikroskopową naturę dyspersji i zapoznać się na tym przykładzie z metodami tworzenia modeli teoretycznych.

W czasie konwersatorium przewiduje się przygotowywanie przez studentów krótkich referatów ilustrujących treści przedstawiane na wykładzie, oraz rozwiązywanie przez nich, lub prowadzącego zajęcia, zadań i problemów dotyczących tej dziedziny fizyki, np. z podręczników [2,4].

LITERATURA:

1. K. Pomorski, Elektrodynamika, Wyd. UMCS, Lublin, 2007.
2. D.J. Griffiths, Podstawy elektrodynamiki, PWN, Warszawa, 2005.
3. L.D. Landau, E.M. Lifszyc, Elektrodynamika ośrodków ciągłych, PWN, Warszawa 1977.
4. M. Suffczyński, Elektrodynamika, PWN, Warszawa 1980.

PRZEDMIOT: *Algebra z geometrią*

LICZBA GODZIN: 30 WY + 30KW

FORMA ZALICZENIA: kolokwia, egzamin pisemny i ustny

GRUPA PRZEDMIOTÓW: grupa treści podstawowych.

PROWADZĄCY: dr Zbigniew Radziszewski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr Zbigniew Radziszewski

MINIMA PROGRAMOWE: Układy równań liniowych. Macierze. Wyznaczniki. Wybrane struktury algebraiczne – grupy, pierścienie, ciała. Przestrzenie liniowe rzeczywiste i zespolone. Odwzorowania liniowe – własności. Zagadnienie wartości własnych. Formy liniowe, biliniowe i hermitowskie. Przestrzenie z iloczynem skalarnym. Przestrzenie unitarne.

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Struktury algebraiczne: własności działań, grupy (grupa permutacji), pierścienie (\mathbb{Z}_n , pierścień wielomianów $R[x]$), ciała (\mathbb{Z}_p i \mathbb{R}), izomorfizmy struktur algebraicznych.
2. Ciało liczb zespolonych: konstrukcja ciała liczb zespolonych, algebraiczna, trygonometryczna i wykładnicza postać liczby zespolonej, wzór de Moivre'a, pierwiastki n -tego stopnia liczby zespolonej, Zasadnicze Twierdzenie Algebry, schemat Hornera.
3. Przestrzenie liniowe rzeczywiste i zespolone: definicja i podstawowe własności, liniowa zależność i niezależność wektorów, baza i wymiar przestrzeni liniowej, zmiana bazy i zmiana współrzędnych, odwzorowania liniowe, zagadnienie wartości i wektorów własnych, formy liniowe, biliniowe i hermitowskie.
4. Macierze i wyznaczniki: działania na macierzach, definicja i własności wyznacznika, rozwinięcie Laplace'a i inne metody obliczania wyznacznika, rząd macierzy, macierz odwrotna i sposoby jej wyznaczania.
5. Układy równań liniowych: układy Cramera, ogólna teoria układów równań liniowych (tw. Kroneckera-Capelliego).
6. Przestrzenie unitarne i unormowane: definicje iloczynu skalarnego i normy, ortogonalizacja Grama-Schmidta.
7. Dwu i trójwymiarowa przestrzeń euklidesowa: wektory zaczepione i swobodne, iloczyn skalarny, wektorowy i mieszany, równania prostych i płaszczyzn.

8. Informacja o przekształceniach afinicznych i izometriach przestrzeni euklidesowej.
9. Informacja o krzywych i powierzchniach drugiego stopnia.

OPIS ZAJĘĆ:

Wykłady:

- wprowadzanie i omawianie pojęć wymienionych w Treści realizowanej.
- ilustrowanie nowych pojęć i zagadnień za pomocą przykładów.
- przykłady zastosowań przedstawionych treści.
- pytania studentów, dodatkowe wyjaśnienia trudniejszych zagadnień.
- podanie studentom zasadniczego zestawu zadań do rozwiązania na konwersatorium.

Konwersatoria:

- sprawdzenie stopnia opanowania przez studentów treści z ostatniego wykładu, dodatkowe wyjaśnienia do tematów trudniejszych.
- rozwiązywanie zadań podanych przez wykładowcę.
- rozwiązywanie zadań wybranych ze zbiorów zadań przez prowadzącego konwersatorium.
- sugestie dotyczące zagadnień i zadań do samodzielnego rozwiązania przez studenta w domu.
- przykłady zastosowania programów komputerowych, do rozwiązywania niektórych zadań i problemów.
- przeprowadzenie dwóch kolokwii na ocenę mającą wpływ na ocenę końcową na egzaminie.

LITERATURA:

1. Klukowski J., Nabiałek I., *Algebra dla studentów*.
2. Jurlewicz T., Skoczylas Z., *Algebra liniowa 1,2*
- *Definicje, twierdzenia, wzory*
- *Przykłady i zadania*
- *Kolokwia i egzaminy*
3. Kostrikin A. I., *Wstęp do algebry cz.2 Algebra liniowa*.
4. Jeśmanowicz L., Łoś J., *Zbiór zadań z algebry*.
5. Stankiewicz J., Wilczek K., *Algebra z geometrią*.

6. Radziszewski Z., *Geometria analityczna, podstawy teorii i zbiór zadań z rozwiązaniami.*

PRZEDMIOT: *Analiza matematyczna*

LICZBA GODZIN: 60WY + 60 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin po każdym semestrze

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe

PROWADZĄCY: dr A. Miernowski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr A. Miernowski

MINIMA PROGRAMOWE: Indukcja matematyczna. Rachunek zbiorów.

Odwzorowania – ich własności. Elementy topologii w przestrzeniach metrycznych. Ciągi liczbowe. Granica i ciągłość funkcji. Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej i funkcji wielu zmiennych. Całka nieoznaczona i całka oznaczona funkcji jednej zmiennej. Zastosowania rachunku całkowego. Szeregi liczbowe. Ciągi i szeregi funkcyjne. Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe w zakresie niezbędnym dla mechaniki punktów i pól. Zagadnienia graniczne – początkowe, brzegowe. Szeregi i całki Fouriera. Teoria przestrzeni Hilberta. Elementy analizy wektorowej. Funkcje zespolone.

TREŚCI REALIZOWANE: Elementy logiki i teorii zbiorów, zasada indukcji, funkcje i ich własności, przegląd funkcji elementarnych, złożenie funkcji i funkcje odwrotne, ciągi, granice ciągów, liczba e , logarytmy naturalne, szeregi – kryteria zbieżności, szeregi potęgowe, promień zbieżności, granice funkcji, funkcje ciągłe, ciągłość funkcji elementarnych, asymptoty, pochodna funkcji, podstawowe reguły rachunku różniczkowego, pochodne funkcji elementarnych, pochodne wyższych rzędów, interpretacja fizyczna pochodnych, ekstrema funkcji, punkty przegięcia, badanie przebiegu zmienności funkcji, twierdzenia o wartości średniej, wzór Taylora, różniczka funkcji, obliczanie

przybliżonych wartości funkcji, zastosowanie pochodnych do obliczania granic funkcji, całka nieoznaczona, całki z funkcji elementarnych, całkowanie przez części i przez podstawienie, całka oznaczona, związek całki nieoznaczonej z oznaczoną, zastosowanie całek w fizyce, ciągi i szeregi funkcyjne, zbieżność jednostajna, szeregi i całki Fouriera, metryka na płaszczyźnie i w przestrzeni, ciągi na płaszczyźnie i w przestrzeni, granice ciągów, funkcje dwóch i więcej zmiennych, granica funkcji, funkcje ciągłe, pochodne cząstkowe, pochodna kierunkowa,

wzór Taylora dla funkcji dwóch zmiennych, ekstrema funkcji wielu zmiennych, funkcje uwikłane,

całki podwójne i potrójne, całkowanie po obszarach normalnych, zamiana zmiennych w całkach,
współrzędne biegunowe, współrzędne sferyczne, współrzędne walcowe, zastosowania całek wielokrotnych w fizyce, całki krzywoliniowe pierwszego i drugiego rodzaju i ich interpretacja fizyczna, całki powierzchniowe, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe - rozwiązanie, warunki początkowe i warunki brzegowe, przestrzeń Hilberta, elementy analizy wektorowej,
funkcje zespolone.

OPIS ZAJĘĆ: po każdej partii materiału studenci otrzymują zestaw zadań ilustrujący zagadnienia omawiane na wykładzie i jednocześnie stanowiące formę przygotowania do kolokwium

LITERATURA:

Do wykładu:

1. K. Kuratowski „Rachunek różniczkowy i całkowy” PWN Warszawa 1973
2. A. Birkholc „Analiza matematyczna dla nauczycieli” PWN Warszawa 1980
3. F. Leja „Rachunek różniczkowy i całkowy ze wstępem do równań różniczkowych” PWN Warszawa 1977
4. F. Leja „Funkcje zespolone” PWN Warszawa 1976
5. E. Złotkiewicz „Wykład z analizy matematycznej” Wydawnictwo UMCS Lublin 1997
6. L. M. Drużkowski „Analiza matematyczna dla fizyków” Wydawnictwo UJ Kraków 1995
7. L.Górniewicz , R. Ingarden „Analiza matematyczna dla fizyków” Wydawnictwo UT Toruń 1995
8. G. Fichtenholz „Rachunek różniczkowy i całkowy” PWN Warszawa 1995
9. F. Leja „Funkcje zespolone” PWN Warszawa 1976

Konwersatorium

1. W. Krywicki, L. Włodarski „Analiza matematyczna w zadaniach” PWN Warszawa 1999
2. B. Demidowicz „Zbiór zadań z analizy matematycznej” Naukowa Książka Lublin 1992-93

3. W. Stankiewicz, J. Wojtowicz „Zadania z matematyki dla wyższych uczelni technicznych” PWN Warszawa 2002
4. J. Banaś, S. Wędrychowicz „Zbiór zadań z analizy Matematycznej” WNT Warszawa 2004

Specjalność (do wyboru)
Fizyka Teoretyczna i Astrofizyka

PRZEDMIOT: *Metody matematyczne*

LICZBA GODZIN: 15 WY oraz 30 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. A. Gózdź.

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. A. Gózdź

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Euklidesowy rachunek tensorowy.
 - 1.1 Układy krzywoliniowe.
 - 1.2 Pojęcie tensora i jego przykłady.
 - 1.3 Tensor metryczny.
 - 1.4 Operacje na tensorach.
2. Równania różniczkowe cząstkowe.
 - 2.1 Równania różniczkowe cząstkowe fizyki klasycznej i kwantowej.
 - 2.2 Zagadnienia brzegowe i początkowe.
 - 2.3 Metoda separacji zmiennych.
3. Wybrane funkcje specjalne.
 - 3.1 Wielomiany ortogonalne (Legendre'a, Hermite'a i Laguerre'a).
 - 3.2 Funkcja gamma Eulera.
 - 3.3 Funkcje kuliste.
 - 3.4 Funkcje Bessela.
4. Przestrzenie Hilberta.
 - 4.1 Definicja iloczynu skalarnego, przestrzenie unitarne.
 - 4.2 Przestrzenie unormowane, norma wektora, związek normy z iloczynem skalarnym.
 - 4.3 Nierówności Schwartz–Cauchy, H¹-oldera i Minkowskiego.
 - 4.4 Definicja i przykłady przestrzeni Hilberta.
 - 4.5 Bazy ortonormalne i ich konstrukcja
 - 4.6 Suma ortogonalna i iloczyn tensorowy przestrzeni Hilberta
 - 4.7 Funkcjonały liniowe, lemat Riesz, zapis Diraca.
 - 4.8 Norma operatora, operatory ograniczone.
 - 4.9 Reprezentacje macierzowe operatorów liniowych.
 - 4.10 Sprzężenie hermitowskie operatora liniowego.
 - 4.11 Operatory: hermitowskie, rzutowe, unitarne, diagonalne w bazie

4.12 Problem własny operatora hermitowskiego.

5. Dystrybucja δ -Diraca.

OPIS ZAJĘĆ: Ze względu na bardzo małą liczbę godzin przeznaczonych na metody matematyczne wykład zawiera tylko kilka, z wielu niezbędnych pojęć pojawiających się nawet w elementarnej fizyce. Rachunek tensorowy jest niezbędnym elementem i narzędziem rozumienia zarówno mechaniki klasycznej jak i elektrodynamiki. Podstawowe informacje o równaniach różniczkowych cząstkowych są konieczne we wszystkich działach fizyki, tak samo jak rozszerzenie zakresu znanych przez studenta funkcji. Elementy teorii Hilberta są koniecznym formalizmem w zrozumieniu fizyki kwantowej, będącej, ze względu na swoją specyfikę, najmniej intuicyjnym z wykładanych działów fizyki. Konwersatorium, prowadzone w formie ćwiczeń rachunkowych, ściśle powiązane z powyższymi tematami ma za zadanie pomóc w ich przyswojeniu.

LITERATURA:

1. F. W. Byron, R. W. Fuller: Matematyka w fizyce klasycznej i kwantowej, PWN, 1973, vol.1,2.
2. W. Mlak: Wstęp do teorii przestrzeni Hilberta, PWN, 1972.
3. A. Alexiewicz: Analiza funkcjonalna, PWN, 1969, MM49.
4. W. Kołodziej: Wybrane rozdziały analizy matematycznej, PWN, 1982, BM36.
5. A. V. Balakrishnan: Analiza funkcjonalna stosowana, PWN, 1992.
6. Musielak: Analiza Funkcjonalna, PWN.
7. H. Margenau, G. M. Murphy: Matematyka w fizyce i chemii, PWN 1962.
8. L. Schwartz: Metody matematyczne w fizyce, PWN 1984.

PRZEDMIOT: *Geometryczne Metody Fizyki*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr hab. J. Matyjasek, prof. M. Rogatko

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Rogatko

TREŚCI REALIZOWANE: program autorski

OPIS ZAJĘĆ:

1. Rozmaitości i odwzorowania gładkie
 - a) rozmaitości różniczkowe
 - b) odwzorowania gładkie
 - c) przestrzeń styczna i kostyczna
2. Tensory i formy na rozmaitości
 - a) odwzorowania indukowane
3. Pochodna zewnętrzna. Pochodna Liego. Pochodna kowariantna.
4. Geometria rozmaitości riemannowskich
 - a) Rozmaitości riemannowskie
 - b) pochodna kowariantna Levi-Civity
 - c) krzywizna rozmaitości riemannowskich.
5. Twierdzenie Stokesa
6. Zastosowania fizyczne
 - a) w mechanice
 - b) w elektrodynamice
 - c) w teorii sprężystości i hydrodynamice
 - d) w szczególnej teorii względności
 - e) w ogólnej teorii względności

LITERATURA:

1. K. Cegińska, Geometria różniczkowa, Warszawa 1981.
2. M. Spivak, A Comprehensive Introduction to Differential Geometry, vol I Willmington, 1979.
3. C. T. J. Dodson, T. Poston, Tensor Geometry, Springer, 1980.

PRZEDMIOT: *Metody obliczeniowe i programowanie*

LICZBA GODZIN: 30WY + 30KW

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie (KW) egzamin (WY)

GRUPA PRZEDMIOTÓW: podstawowe, kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. A. Baran, prof. K. Murawski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. A. Baran

TREŚCI REALIZOWANE:

Metody obliczeniowe – Podstawowe równania fizyki i metody ich rozwiązywania. Metody symulacji procesów fizycznych.

Programowanie - Podstawy arytmetyki komputerowej. Błędy obliczeń i ich propagacja. Podstawowe algorytmy obliczeniowe. Struktury danych. Programowanie. Fortran i Java jako dwa różne podejścia programistyczne. Obliczenia symboliczne. Środowiska programistyczne do obliczeń symbolicznych. Przykłady obliczeń symbolicznych.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład prowadzony w tradycyjny sposób, ilustrowany przykładami przy użyciu technik multimedialnych.

KW. Nauka programowania w językach Fortran i Java. Zapoznanie studenta z różnymi środowiskami programistycznymi. Realizacja podstawowych algorytmów i zadań postawionych na wykładzie (pochodne, metody rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych, całkowanie numeryczne, aproksymacja, itp., symulacja procesów fizycznych przy zastosowaniu metod Monte-Carlo)

Zaliczenie: Zajęcia (KW) zalicza się na podstawie obecności studenta, aktywności oraz na podstawie przedstawionych opracowań zagadnień postawionych na zajęciach.

LITERATURA:

1. Dowolne podręczniki programowania w Java i Fortran.
2. R. H. Landau, M.J. Paez, Computational Physics. Wiley.

PRZEDMIOT: *Mechanika ośrodków ciągłych*

LICZBA GODZIN: 30WY + 30 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. M. Rogatko, dr hab. J. Matyjasek, prof. K. Pomorski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Rogatko

TREŚCI REALIZOWANE: w trakcie wykładu realizowane będą treści związane z liniową teorią sprężystości i mechaniką płynów. Treści wykładowe ilustrowane będą przykładami zjawisk zachodzących w układach astrofizycznych.

Na ćwiczeniach audytoryjnych przewidziane jest rozwiązywanie zadań i problemów mających przybliżyć i ugruntować treści wykładowe. Zadania rozwiązywane będą z następujących podręczników:

1. G.E. Mase- 'Theory and Problems of Continuum Mechanics' McGraw-Hill 1970,
2. zadania znajdujące się w polecanych pozycjach literaturowych.

OPIS ZAJĘĆ: tematyka wykładów

1. Pojęcie ośrodka ciągłego, odkształcenie ciał, współrzędne Eulera i Lagrange'a, tensor odkształcenia we współ. Lagrange'a i Eulera, definicja tensora odkształcenia (klasyczna-tensorowa, Cauchy'ego, Greena-Zerny), tensor obrotu.
2. Stan naprężenia, siły masowe i powierzchniowe, wektor naprężenia, tensor naprężenia, naprężenia główne, kierunki główne naprężeń.
3. Równania ruchu dla ciała odkształcalnego, równanie ciągłości, pochodna materiałowa. Zasada zachowania momentu pędu dla ośrodka ciągłego, symetryczność tensora naprężeń. Tensor odkształceń i naprężeń we współrzędnych krzywoliniowych.
4. Zasada zachowania energii dla ciała odkształcalnego, energia swobodna, związki Duhamela-Neumanna (stałe materiałowe w kontekście termodynamicznym).
5. Warunki nierozdzielności,
6. Równania konstytutywne (naprężeniowe i odkształceniowe), stałe materiałowe dla ciała anizotropowego, symetrie i składowe tensora sztywności ośrodka anizotropowego. Ośrodek anizotropowy, ortotropowy, izotropowy. Stałe Lamé. Uogólnione prawo Hooke'a.
7. Elastostatyka, równania przemieszczeniowe liniowej teorii sprężystości, warunki brzegowe.

8. Równania naprężeniowe Beltramiego-Michelsa, warunki brzegowe.
9. Zasada prac wirtualnych, twierdzenia energetyczne liniowej teorii sprężystości (twierdzenie o minimum energii potencjalnej, tw. Clapeyrona, tw. Castigliano o minimum energii komplementarnej, tw.wariacyjne Reissnera, tw.Bettiiego o wzajemności prac). Zasada Hamiltona dla ośrodka ciągłego.
10. Zasada Saint-Venanta, płaski stan naprężenia i odkształcenia – funkcja Airy’ego.
11. Strumień gęstości cieczy, równanie ciągłości dla cieczy, równanie Eulera i jego własności. Hydrostatyka cieczy. Przykłady: warstwa cieczy o stałej temperaturze, samograwitująca politropa – równanie Lane-Emdena.
12. Równanie Bernoulliego, strumień energii, strumień pędu, zachowanie cyrkulacji prędkości wzdłuż konturu.
13. Pojęcie cieczy nieściśliwej i cieczy lepkiej, równania ruchu cieczy lepkiej, współczynniki lepkości. Równania dla cieczy lepkiej we współrzędnych krzywoliniowych. Dyssypacja energii w cieczy nieściśliwej.
14. Propagacja fal w płynach: fale dźwiękowe, fale uderzeniowe, fale wybuchów. Przykłady astrofizyczne.
15. Elementy hydrodynamiki relatywistycznej, tensor energii pędu dla cieczy, relatywistyczne równania hydrodynamiki.

LITERATURA:

1. W. Nowacki- Teoria sprężystości, PWN 1970.
2. A. Green, W. Zerna-Theoretical Elasticity, Oxford Un. Press 1960.
3. L. Landau, E. Lifszyc- Teoria sprężystości (wybrane rozdziały), PWN 2009.
4. L. Landau, E. Lifszyc- Hydrodynamika (wybrane rozdziały), PWN 2009.
5. C. Clarke, B. Carswell- Principles of Astrophysical Fluid Dynamics, Cambridge Un.Press 2007.
6. K. Pomorski, - Mechanika teoretyczna (rozdz. 9-13) UMCS 2000.

Skrócony program wykładów:

1. Odkształcenie ciał, tensor odkształcenia, tensor obrotu,
2. Stan naprężenia, tensor naprężenia,
3. Równania ruchu dla ciała odkształcalnego,
4. Zasada zachowania momentu pędu dla ciała odkształcalnego,
5. Pochodna substancjalna,

6. Równanie ciągłości,
7. Warunki nierozdzielności,
8. Zasada zachowania energii dla ciała odkształcalnego,
9. Równania konstytutywne, prawo Hooke'a,
10. Równania przemieszczeniowe teorii sprężystości,
11. Równania Beltrami-Michelsa,
12. Twierdzenia energetyczne liniowej teorii sprężystości.
13. Płaski stan naprężenia i odkształcenia.
14. Równanie ciągłości dla cieczy, równanie Eulera,
15. Hydrostatyka,
16. Strumień energii i pędu dla cieczy,
17. Ciecz nieściśliwa i lepka,
18. Fale w płynach,
19. Elementy hydrodynamiki relatywistycznej.

PRZEDMIOT: *Metody komputerowe w astrofizyce*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. K. Murawski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. K. Murawski

TREŚCI REALIZOWANE:

Krótki przegląd praw zachowania

Równania Eulera

Warunek Rankine'a-Hugoniota dla fali szokowej

Metody objętości skończonych

Liniowe równanie adwekcji

Jawne i niejawne metody dyskretyzacji równań; analiza stabilności schematu numerycznego

Metody wyższego rzędu dokładne

Problem Riemanna dla równań Eulera

Metody numeryczne dla równań Eulera

Wielowymiarowe układy równań

Praktyczne metody kodowania schematów numerycznych

Elementy programowania równoległego

OPIS ZAJĘĆ: Wykład obejmuje zagadnienia związane z zastosowaniem metod komputerowych w astrofizyce. W szczególności dyskutowane są numeryczne metody rozwiązywania równań opisujących dynamikę plazmy astrofizycznej (równanie adwekcji, fizyka Słońca, oddziaływania wiatru słonecznego z magnetosferami planet i komet). Punktem wyjścia w każdym z tych zagadnień są podstawowe pojęcia i definicje, a treść wykładu jest ilustrowana — jeżeli to możliwe — wykorzystaniem metod komputerowych do animacji zjawisk astrofizycznych.

Forma zaliczenia: obrona projektów zaliczeniowych.

LITERATURA:

1. Zingale, M. Lecture notes, 2006.
2. Toro, E. F., Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics: A Practical Introduction, Springer 1999.

3. Mathews J. H., Fink K. D., *Numerical Methods using MATLAB*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New York 1999.
4. Murawski, K., *Analytical and numerical methods for wave propagation in fluids*, World Scientific, 2002.
5. Press W. H., Flannery B. P., Teukolsky S. A., Vetterling W., *Numerical recipes*, Cambridge Univ. Press, New York 1986.
6. LeVeque , R., *Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems*, Cambridge University Press, Cambridge 2002.

PRZEDMIOT: *Fizyka Słońca i Układu Słonecznego*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. K. Murawski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. K. Murawski

TREŚCI REALIZOWANE:

Elementy kinetycznej teorii plazmy

Podstawowe zjawiska plazmowe

Teoria płynowa i MHD

Fale i oscylacje

Szoki i nieciągłości

Anihilacja pola magnetycznego

Fizyka Słońca

Wiatr słoneczny

Oddziaływanie wiatru słonecznego z planetami

Magnetosfera Ziemi

Magnetosfery innych planet

Pogoda kosmiczna

OPIS ZAJĘĆ: Wykład obejmuje zagadnienia związane z fizyką Słońca i Układu Słonecznego. W szczególności dyskutowane będą zagadnienia dotyczące fizyki plazmy astrofizycznej, oddziaływania wiatru słonecznego z magnetosferami planet i komet. Punktem wyjścia w każdym z tych zagadnień są podstawowe pojęcia i definicje, a treść wykładu jest ilustrowana — jeżeli to możliwe — animacjami obserwowanych zjawisk astrofizycznych.

Forma egzaminu: egzamin pisemny lub obrona projektów egzaminacyjnych.

LITERATURA:

1. Gombosi, T., *Physics of the Space Environment*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998.
2. Aschwanden, M., *Physics of the solar corona. An introduction*, Springer, 2006
3. Cravens, T. E., *Physics of solar system plasmas*, Cambridge University Press, Cambridge 1997.

4. Kivelson & Russell (eds): *Introduction to Space Physics*, Cambridge University Press, Cambridge 1995.
5. Murawski, K., *Analytical and numerical methods for wave propagation in fluids*, World Scientific, 2002.

PRZEDMIOT: *Mechanika kwantowa wielu ciał*

LICZBA GODZIN: 30 WY + 30 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. M. Załużny

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Załużny

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Równanie Schrödingera dla układu dwu- i wielocząstkowego.
2. Cząstki nierozróżnialne. Związek spinu ze statystykami kwantowymi.
 - Fermiony, zakaz Pauliego i wyznacznik Diraca-Slatera.
 - Bozony.
 - Rozkład Boltzmana jako przybliżenie rozkładów kwantowych.
3. Koncepcja wzbudzeń elementarnych (kwazicząstek) w układach oddziaływujących cząstek. Metoda drugiej kwantyzacji.
4. Układy nie oddziałujących cząstek.
 - Jednorodny gaz Fermiego.
 - Gaz fotonowy.
 - Kondensacja Bosego-Einsteina
5. Układy oddziałujących fermionów.
 - Układ dwu elektronów. Oddziaływania wymienne. Atom helu i dwuelektronowa kropka kwantowa.
 - Przybliżenie pola średniego dla układów wieloelektronowych.
 - Równania Hartree'go i Hartree'go - Focka
 - Przybliżenie Thomasa - Fermiego i jego uogólnienie (metoda funkcjonału gęstości).
 - Zastosowania przybliżenia pola średniego do gazu elektronowego w nanostrukturach.
 - Teoria Landaua cieczy Fermiego.
6. Cząsteczki wieloatomowe i kryształy.
 - Przybliżenie Borna – Oppenheimera i przybliżenie harmoniczne.
 - Drgania normalne i fonony.
 - Kwantowy model kryształu. Wzbudzenia jednocząstkowe i efekty kolektywne (plazmowy, polarny...).

- Przewodnictwo elektryczne. Równanie Boltzmana.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład tradycyjny uzupełniony ćwiczeniami rachunkowymi. Jest on pomyślany jako rozszerzenie wykładów „*Podstawy fizyki kwantowej*”, „*Fizyka atomowa*” oraz „*Fizyka ciała stałego*”.

LITERATURA:

1. R. Eisberg, R. Resnick, *Fizyka kwantowa atomów, cząsteczek, ciał stałych, jąder i cząstek elementarnych*, PWN 1983.
2. I. Białynicki-Birula, M. Cieplak, J. Kamiński, *Teoria kwantów*, PWN 1991.
3. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Fizyka ciała stałego*, PWN 1986.
4. W. Harrison, *Teoria ciała stałego*, PWN 1976.
5. L. Fetter, J. D. Walecka, *Kwantowa teoria układu wielu cząstek*, PWN 1988.

PRZEDMIOT: *Komputerowe modelowanie zjawisk fizycznych*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. K. Murawski, prof. A. Baran

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. K. Murawski

TREŚCI REALIZOWANE: Układy oscylujące (wahadła, sprężyny) opisywane równaniami różniczkowymi zwyczajnymi, kinematyka ruchu dwuwymiarowego, układy dynamiczne opisywane II zasadą dynamiki Newtona, rozwiązywanie równań falowych, opis procesów dyfuzyjnych i rozwiązywanie równań Laplace'a, symulacje cieczy nieściśliwej, równanie Schroedingera, układy astrofizyczne (Słońce, komety, planety).

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest wypracowanie technik modelowania komputerowego zjawisk fizycznych i przygotowanie słuchaczy do przeprowadzenia eksperymentów komputerowych.

Forma zaliczenia: obrona projektów zaliczeniowych.

LITERATURA:

1. Motyka M., *Symulacje komputerowe w fizyce*, Helion, Gliwice 2002.
2. Pang T., *Metody obliczeniowe w fizyce*, PWN, Warszawa 2001.
3. Dryja M., Jankowski J., Jankowska M., *Przegląd metod i algorytmów numerycznych*, PWN, Warszawa 1988.
4. Fortuna Z., Macukow B., Wąsowski J., *Metody numeryczne*, WNT, Warszawa 1993.
5. Mathews J. H., Fink K. D., *Numerical Methods using MATLAB*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New York 1999.
6. Murawski, K., *Analytical and numerical methods for wave propagation in fluids*, World Scientific, 2002.
7. Press W. H., Flannery B. P., Teukolsky S. A., Vetterling W., *Numerical recipes*, Cambridge Univ. Press, New York 1986.

PRZEDMIOT: *Klasyczna teoria pola*

LICZBA GODZIN: 30WY + 30 KW

FORMA ZALICZENIA: egz ustny i pisemny

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. M. Rogatko, dr hab. J. Matyjasek, dr J. Kraśkiewicz

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Rogatko

TREŚCI REALIZOWANE: w trakcie wykładu realizowane będą treści związane z klasyczną teorią pól. Treści wykładowe ilustrowane będą przykładami zjawisk zachodzących w układach fizycznych i kosmologii.

Na ćwiczeniach audytoryjnych przewidziane jest rozwiązywanie zadań i problemów mających przybliżyć i ugruntować treści wykładowe. Zadania rozwiązywane będą z następujących podręczników:

1. V. Radovanovic- 'Problem Book In quantum Fidel Theory' (Classical Fields), rozdz.I-V, Springer (2005).

OPIS ZAJĘĆ: tematyka wykładów

1. Grupa Lorentza, grupa Poincarego, przestrzeń Minkowskiego, tensory czterowymiarowe. Algebra grupy Lorentza (generatory pędu, momentu pędu, spinu). Pola klasyczne w czasoprzestrzeni Minkowskiego, definicja spinu dla pól masywnych, skrętności dla pól bezmasowych.
2. Twierdzenie Noether ,kanoniczny tensor energii pędu jego własności i składowe. Pochodna funkcjonalna, własności. Zasada wariacyjna w teorii pola, równania ruchu . Klasyczna teoria pola z więzami.
3. Równanie Kleina-Gordona, prąd prawdopodobieństwa, granica nierelatywistyczna równania, lorentzowska niezmienniczość równania, interpretacja polowa (cząstki o spinie 0). Oddziaływanie cząstek skalarnych z polem magnetycznym. Funkcjonał dla pola skalarnego.
4. Równanie dla cząstek o spinie połowkowym, linearyzacja równania Kleina-Gordona- równanie Diraca, czterowymiarowe spinory, prąd prawdopodobieństwa. Funkcjonał dla pól o spinie połowkowym.
5. Równanie Diraca dla cząstki swobodnej, operatory rzutowe dla energii i spinu, składowe duże i małe.

6. Lorenzowska niezmienniczość równania Diraca. Operator infinityzimalnej i skończonej transformacji Lorentza, macierze gamma i ich algebra.
7. Niezmienniki biliniowe, sprzężenie ładunkowe, odbicie przestrzenne.
8. Pola o spinie 1, wariacyjne wyprowadzenie równań Maxwella, masowe pola o spinie 1- równania Proca.
9. Pola cechowania, elektrodynamika jako teoria z cechowaniem, pola Yanga-Millsa. Symetria lokalna i globalna.
10. Spontaniczne złamanie symetrii globalnej -twierdzenie Goldstone'a. Spontaniczne złamanie symetrii lokalnej - mechanizm Higgsa. Przykład: spontanicznie złamana symetria $U(1)$ – nadprzewodnictwo.
11. Geometria teorii pól z cechowaniem – formy różniczkowe.
12. Monopol Diraca, Wu-Yanga, t'Hoofta-Polyakova, wiry Nielsena-Olesena.
13. Solitony, instantony, ładunek topologiczny,
14. Jednowymiarowe teorie pola: cząstka relatywistyczna w polu elektromagnetycznym.
15. Pola o spinie 2, linearyzacja równania Einsteina, teoria grawitacji jako teoria pola z cechowaniem.
16. Cząstki o spinie $3/2$, równanie Rarity-Schwingera.

LITERATURA:

1. K.A.Meissner- Klasyczna teoria pola, PWN 2002.
2. L.Landau, E.Lifszyc- Teoria pola (wybrane rozdziały), PWN 1985.
3. J.D.Bjorken, S.D.Drell- Relatywistyczna teoria pola (wybrane rozdziały), PWN 1985.
4. K.Huang- Quarks, Leptons and Gauge Fields (wybrane rozdziały), World Scientific 1992.

Skrócona wersja programu:

1. Grupa Lorentza, Poincarego,
2. Twierdzenie Noether (kanoniczny tensor energii pędu, składowe tensora energii pędu), teoria pola z więzami,
3. Równanie Kleina-Gordona,
4. Równanie Diraca (skrętność, składowe duże i małe, statyczne rozwiązanie równania),
5. Lorenzowska współzmienniczość równania Diraca,
6. Operator infinityzimalnej i skończonej transformacji Lorentza,
7. Niezmienniki biliniowe, sprzężenie ładunkowe, odbicie przestrzenne,

8. Pola o spinie 1, masowe pola o spinie 1,
9. Symetria lokalna i globalna,
10. Twierdzenie Goldstone'a i mechanizm Higgsa,
11. Pola Yanga-Millsa,
12. Monopol Diraca, Wu-Yanga, t'Hoofta-Polyakova,
13. Solitony, instantony, ładunek topologiczny,
14. Pola o spinie 2, linearyzacja równania Einsteina,
15. Cząstki o spinie $3/2$.

PRZEDMIOT: *Wstęp do Kosmologii*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr hab. J. Matyjasek, prof. M. Rogatko

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr hab. J. Matyjasek

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Dane obserwacyjne. Skala odległości we Wszechświecie.

- a) paralaksa trygonometryczna
- b) ruchy własne
- c) gwiazdy typu RR Lutni, cefeidy
- d) związek Tully'ego-Fishera
- e) związek Faber-Jacksona
- d) supernowe typu Ia
- f) prawo Hubble'a

2. Elementy geometrii różniczkowej

3. Geometria czasoprzestrzeni

- a) przestrzenie symetryczne
- b) zasada kosmologiczna
- c) rozwiązanie Robertsona-Walera
- d) tensor energii-pędu cieczy doskonałej
- e) równanie stanu

4. Modele kosmologiczne

- a) dynamika ekspansji
- b) epoka promienista
- c) epoka dominacji materii
- b) człon kosmologiczny

5. Promieniowanie reliktowe

- a) odkrycie
- b) eksperymenty: COBE, FIRAS, WMAP

6. Trudności modelu standardowego

- a) problem płaskości
- b) problem horyzontów

c) monopole

7. Model inflacyjny

8. Formowanie się struktury we Wszechświecie

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest przedstawienie w możliwie pełny i ścisły sposób podstaw współczesnej kosmologii. W punkcie pierwszym omówione zostaną najważniejsze rezultaty obserwacyjne leżące u podstaw współczesnej kosmologii. Ponieważ interesujące nas obiekty, znajdują się w odległościach wykluczających ich bezpośrednie badanie zmuszeni jesteśmy wykorzystać metody pośrednie. Pierwszym analizowanym na wykładzie problemem obserwacyjnym jest kwestia skali odległości we Wszechświecie. Obiekty, takie jak gwiazdy znajdujące się w odległości mniejszej kilkaset parseków możemy określić za pomocą metod geometrycznych (paralaksa trygonometryczna). W przypadkach, w których metody geometryczne zawodzą wykorzystujemy ruchy własne, gwiazdy typu delta Cephei i RR Lyrae. Do pomiaru odległości galaktyk możemy wykorzystać relacje Tullygo-Fishera (galaktyki spiralne) lub Faber-Jacksona (galaktyki eliptyczne). Przeanalizowany zostanie mechanizm powstawania supernowych typu Ia. W tej części wykładu omówione zostaną obserwacyjne prawo Hubble'a i rozkład materii we Wszechświecie. W punkcie drugim zostaną przedstawione podstawy geometrii różniczkowej stosowanej w Kosmologii. W szczególności w sposób zwięzły zostaną omówione różniczkowalne, pola wektorowe i tensorowe. Pochodne Liego i pochodne kowariantne oraz wektory Killinga. Przeanalizowane zostaną również równania Einsteina pola grawitacyjnego. Dane obserwacyjne sugerują, że Wszechświat może być opisany za pomocą rozwiązania Robertsona-Walkera. W tej części wykładu zostaną opisane konsekwencje płynące z przyjętej Zasady Kosmologicznej (w szczególności udowodnione zostanie twierdzenie, że izotropowość względem każdego punktu czasoprzestrzeni pociąga za sobą jej jednorodność). Podana zostanie klasyfikacja trójwymiarowych przestrzeni symetrycznych. Członem źródłowym równań Einsteina jest tensor energii-pędu. W przypadku kosmologii jest to tensor energii-pędu cieczy doskonałej z odpowiednio dobranym równaniem stanu. Na wykładzie zostaną podane typowe relacje pomiędzy ciśnieniem i gęstością materii dla epoki promienistej i pyłowej. W punkcie czwartym omówione zostaną standardowe modele kosmologiczne. Analiza równań Einsteina prowadzona będzie w sposób jakościowy. Przedstawione zostaną modele kosmologiczne opisujące epokę promienistą i epokę dominacji materii. Przedyskutowana zostanie kwestia osobliwości. Ponieważ zgodnie z najnowszymi obserwacjami tempo ekspansji Wszechświata rośnie, na wykładzie

przeanalizowana zostanie rola stałej kosmologicznej, ciemnej materii i ciemnej energii. Trudności modelu standardowego i badania promieniowania relikтового stanowią treść punktów 5 i 6. W szczególności na wykładzie zostaną podane główne obserwacyjne charakterystyki promieniowania relikowego i ich konsekwencje dla teoretycznego opisu modeli kosmologicznych. Przedstawione zostaną problemy nierozzerwalnie związane z modelem standardowym, między innymi: problem płaskości, problem horyzontów i problem związany z monopolami. Ostatnia część wykładu poświęcona będzie modelowi inflacyjnemu i zagadnieniom związanym z wielką unifikacją. W szczególności zostanie pokazane w jaki sposób przyjęcie modelu inflacyjnego rozwiązuje problemy modelu standardowego. Wykład będzie prowadzony w sposób tradycyjny, ale istotną rolę w procesie dydaktycznym będzie pełniła komputerowa algebra symboliczna. Pakietem, który będzie wykorzystywany jest ogólnodostępny (darmowy) pakiet Maxima, pozwalający wyliczyć, po napisaniu odpowiednich programów, obiekty takie jak współczynniki koneksji, tensor Riemanna, Ricciego lub Einsteina. Podejście takie usuwa konieczność przeprowadzania uciążliwych, rutynowych obliczeń i pozwala skupić się na treści fizycznej badanych zagadnień. Prezentowane treści pozwalają nie tylko zapoznać się z aktualnym stanem kosmologii, ale też umożliwią studentom zrozumienie i interpretację nowych wyników obserwacyjnych.

LITERATURA:

1. P. J. E. Peebles, Principles of Cosmology, Princeton, 1993.
2. J. A. Peacock, Cosmological Physics, Cambridge, 1999.
3. J. N. Islam, An Introduction to Mathematical Cosmology, Cambridge, 1993.

PRZEDMIOT: *Fizyka cząstek elementarnych*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr J. Kraśkiewicz

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr J. Kraśkiewicz

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Wstęp – historia rozwoju fizyki cząstek elementarnych, jednostki.
2. Produkcja i detekcja cząstek – promieniowanie kosmiczne, reakcje jądrowe, akceleratory, detektory cząstek.
3. Elementy kinematyki relatywistycznej.
4. Przekroje czynne, rozpady i rezonanse.
5. Symetrie i prawa zachowania – tw. Noether, izospin, parzystość, sprzężenie ładunkowe, symetria CPT.
6. Hadrony i kwarki – klasyfikacja hadronów, model kwarkowy hadronów.
7. Oddziaływania elementarne – własności oddziaływań elektromagnetycznych, słabych, silnych i grawitacyjnych, klasyfikacja cząstek i pól w modelu standardowym, doświadczalne potwierdzenia założeń modelu standardowego.
8. Oddziaływania elektromagnetyczne leptonów i kwarków – procesy elementarne i diagramy Feynmana QED, rozpraszanie elektronów na mionach, rozpraszanie elektronów na nukleonach, rozpraszanie głęboko nieelastyczne, partony i kwarki.
9. Oddziaływania silne kwarków – założenia chromodynamiki kwantowej, diagramy Feynmana QCD, uwięzienie i asymptotyczna swoboda kwarków, efektywny potencjał międzykwarkowy.
10. Oddziaływania słabe – sprzężenie V-A, łamanie parzystości, obojętne mezony K, niezachowanie symetrii CP.
11. Oddziaływania elektroslabe w modelu standardowym – model Weinberga-Salama, spontaniczne łamanie symetrii.
12. Zjawiska wykraczające poza model standardowy – oscylacje neutrin, supersymetria, superstruny, związek fizyki cząstek elementarnych z kosmologią.

OPIS ZAJĘĆ: Fizyka cząstek elementarnych zajmuje się badaniem fundamentalnych składników materii i ich oddziaływań.

Treść wykładu zawarta jest w trzech podstawowych zagadnieniach: wytwarzanie i detekcja, klasyfikacja oraz oddziaływania cząstek elementarnych. Podkreślona jest rola symetrii i praw zachowania w opisie mikroświata. Omówiony jest Model Standardowy, jako podstawowy opis teoretyczny oddziaływań elektromagnetycznych, słabych i silnych pomiędzy fundamentalnymi składnikami materii, jakimi są leptony, kwarki i bozony pośredniczące. W ramach tego modelu sklasyfikowane są cząstki elementarne i podana struktura kwarkowa hadronów. Ogólnie wykład wprowadza studenta w świat fizyki wysokich energii i pozwoli zrozumieć wielkie współczesne eksperymenty z tej dziedziny, jakie m.in. będą niedługo przeprowadzane w akceleratorze LHC w CERNie pod Genewą.

LITERATURA:

1. Perkins D. H.: Wstęp do fizyki wysokich energii (2004).
2. Leader E., Predazzi E.: Wstęp do teorii oddziaływań elementarnych (1990).
3. Bransden B., Evans D.: Major J., Cząstki elementarne (1981).
4. G.Białkowski, R.Sosnowski: Cząstki elementarne (1971) (przestarzałe).
5. E.Skrzypczak, Z.Szefliński: Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych (2002).
6. D. Griffiths: Introduction to Elementary Particle Physics (87).

POPULARNE:

1. S.Weinberg: Pierwsze trzy minuty (80).
2. F.Close: Kosmiczna cebula (88).
3. S.Weinberg: Sen o teorii ostatecznej (94).
4. L.Lederman, D.Teresi: Boska cząstka (96).
5. A.Strzałkowski: O siłach rządzących światem (96).
6. K.Fiałkowski: Opowieści o neutrinach (98).

PRZEDMIOT: *Elektrodynamika ośrodków ciągłych*

LICZBA GODZIN: 15 WY + 15 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin i zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. K. Pomorski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. K. Pomorski

TREŚCI REALIZOWANE: równania Maxwella w ośrodkach materialnych, polaryzacja elektryczna i magnetyczna ośrodka, ośrodki anizotropowe; siły działające na dielektryk, tensor naprężeń Maxwella;

fale elektromagnetyczne i ich polaryzacja, fale w ośrodku przewodzącym, odbicie i załamanie fali, amplitudy fal odbitych i złamanych, fale stojące w rezonatorach, falowody, fale w ośrodku anizotropowym;

teoria promieniowania, wektor i dipol Hertza, przybliżenie dipolowe, promieniowanie anteny liniowej, dyspersja fal elektromagnetycznych, promieniowanie Czerenkowa;

OPIS ZAJĘĆ: Przedmiotem wykładu jest elektrodynamika makroskopowa ośrodków ciągłych. Planuje się przedstawienie jakościowo nowych w stosunku do próżni zjawisk elektromagnetycznych zachodzących w ośrodkach materialnych, jak i efektów pojawiających się na granicy dwóch ośrodków. Wytwarzanie, własności i rozchodzenie się fal elektromagnetycznych a w szczególności światła, w takich ośrodkach będzie stanowiło dominującą część wykładu i zajęć na konwersatorium. Omówiona też będzie najprostsza teoria dyspersji fal elektromagnetycznych w ośrodkach zaproponowana przez Lorentza, tak aby student mógł zrozumieć mikroskopową naturę dyspersji i zapoznać się na tym przykładzie z metodami tworzenia modeli teoretycznych.

W czasie konwersatorium przewiduje się przygotowywanie przez studentów krótkich referatów ilustrujących treści przedstawiane na wykładzie, oraz rozwiązywanie przez nich, lub prowadzącego zajęcia, zadań i problemów dotyczących tej dziedziny fizyki, np. z podręczników [2,4].

LITERATURA:

1. K. Pomorski, Elektrodynamika, Wyd. UMCS, Lublin, 2007.
2. D.J. Griffiths, Podstawy elektrodynamiki, PWN, Warszawa, 2005.

3. L.D. Landau, E.M. Lifszyc, Elektrodynamika ośrodków ciągłych, PWN, Warszawa 1977.
4. M. Suffczyński, Elektrodynamika, PWN, Warszawa 1980.

PRZEDMIOT: *Materia jądrowa gwiazd*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. K. Pomorski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. K. Pomorski

TREŚCI REALIZOWNE:

1. oddziaływania w przyrodzie, składniki materii – cząstki elementarne, budowa deuteronu, rozpraszanie nukleon-nukleon, metoda fal parcjalnych, rozpraszanie nukleonów na studni potencjału, teoria zasięgu efektywnego, ogólna postać sił nukleon-nukleon, własności cięższych jąder atomowych, rola zakazu Pauliego, efektywne siły jądrowe i ich wysycanie, rozmiary jąder, model kroplowy jądra atomowego,
2. materia jądrowa, 'gojenie się' funkcji falowej dwóch nukleonów w materii jądrowej, równanie Bethego-Goldstone'a, model cząstek niezależnych (gazu Fermiego), pęd i energia Fermiego, budowa gwiazdy neutronowej,
3. reakcje syntezy jądrowej (nukleosynteza) we wnętrzach gwiazd: p-p, CNO, 3 alfa, dalsze procesy alfa ($C \rightarrow O \rightarrow Ne \rightarrow \dots \rightarrow Fe$); synteza cięższych jąder atomowych, szybki i wolny wychwyt neutronów,

Stabilność gwiazd, oscylacje gwiazd, rotacje gwiazd – przejścia maclaurina i jacobiego, niestabilność poincare.

Opis zajęć:

Przedmiotem wykładu jest materia jądrowa i zachodzące w niej zjawiska fizyczne. Opisując rozpraszanie nukleon-nukleon i budowę najlżejszych jąder atomowych wyprowadza się studentom

Ogólną postać sił jądrowych działających pomiędzy dwoma nukleonami. Zaś analizując budowę bardziej złożonych jąder atomowych, gdzie zasada zakazu pauliego powoduje zasadniczą zmianę charakteru oddziaływań nukleon-nukleon, uzyskuje się postać efektywnych sił jądrowych działających w materii jądrowej. To właśnie dzięki wysycaniu się sił jądrowych można opisać globalne własności jąder w modelu naładowanej kropli cieczy, który jest najprostszym modelem materii jądrowej. Mając postać efektywnych sił jądrowych wyprowadza się równanie bethego-goldstona dla materii jądrowej. W dalszej części wykładu omawia się model materii złożonej niemal z samych neutronów, które są utrzymywane razem

dzięki siłom grawitacyjnym. Obiekty te zostały nazwane gwiazdami neutronowymi. W kolejnej części wykładu zostaną przedstawione podstawowe modele nukleosyntezy w gwiazdach, tak aby studenci mogli mieć wyobrażenie o procesach prowadzących do powstania takiej materii z jaką spotykają się w życiu codziennym. Ważnym elementem jest też zagadnienie stabilności szybkorotujących gwiazd. Omówione tu zostanie jedynie klasyczne modele z jednorodnymi rozkładami gęstości.

planuje się, że studenci będą aktywnie uczestniczyli w wykładzie w formie rozbudowanej dyskusji nad przedstawianymi zagadnieniami. Zaliczenie wykładu będzie przeprowadzone w formie pisemnego testu.

LITERATURA:

1. B. Nerlo-Pomorska, K. Pomorski: Zarys teorii jądra atomu, PWN, Warszawa 2000.
2. M. Kubiak: "Gwiazdy i materia międzygwiazdowa i jądra atomowa", PWN, Warszawa 1994.
3. A. Opolski, H. Cugier, T. Cirula: "Wstęp do astrofizyki", Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1995.
4. J. S. Stodólkiewicz: "Astrofizyka ogólna z elementami geofizyki", PWN, Warszawa.
5. J. Kreiner: "Astronomia z astrofizyką", PWN, Warszawa, 1992.

Specjalność (do wyboru)

Bezpieczeństwo jądrowe

PRZEDMIOT: *Pracownia elektroniki*

LICZBA GODZIN: 60 godz. LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW:

PROWADZĄCY: prof. L. Wójcik, dr hab. K. Bederski, dr A. Wójtowicz

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. L. Wójcik

REALIZOWANE TREŚCI:

Wykaz ćwiczeń przeznaczonych dla studentów Fizyki w Pracowni Elektroniki:

- Badanie charakterystyk diod półprzewodnikowych
- Charakterystyki tranzystorów bipolarnych,
- Charakterystyki tranzystora polowego złączowego
- Charakterystyki tranzystora z izolowaną bramką MOS FET,
- Jednostopniowy wzmacniacz tranzystorowy, wzmacniacze operacyjne –
- Wzmacniacz operacyjny liniowy
- Wzmacniacz różniczkujący i całkujący
- Badanie charakterystyk wzmacniacza LC oraz wzmacniacza szerokopasmowego,
- Charakterystyki wzmacniacza selektywnego z filtrem 2T,
- Oscylograf,
- Badanie własności stabilizatorów napięcia stałego.

Elementy elektroniki cyfrowej:

- elementy logiczne,
- liczniki asynchroniczne, rejestry.

OPIS ZAJĘĆ:

Zapoznanie studentów z budową i działaniem podstawowych elementów i układów elektronicznych ich charakterystykami. Zaznajomienie się z przyrządami pomiarowymi stosowanymi w elektronice (fizyce) – oscylograf.

W ramach zajęć studenci wykonują jedno ćwiczenie konstrukcyjne.

Forma zaliczenia: wykonanie 8 ćwiczeń laboratoryjnych i jednego ćwiczenia konstrukcyjnego. Zaliczenie kolokwium przed każdym ćwiczeniem oraz sporządzenia sprawozdania z każdego wykonywanego ćwiczenia.

LITERATURA:

Do każdego ćwiczenia istnieje opis wypożyczany studentom po wyznaczeniu ćwiczenia. Opisy poszczególnych ćwiczeń zawierają literaturę dodatkową. Studenci mogą korzystać również z pracownianej strony internetowej, gdzie również są dostępne opisy ćwiczeń.

PRZEDMIOT: *Oddziaływanie promieniowania jądrowego z materią*

LICZBA GODZIN: 15 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr Z. Surowiec

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr Z. Surowiec

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Podstawowe pojęcia fizyczne, rys historyczny
2. Mechanizmy powstawania promieniowania jonizującego
3. Prawo i współczynniki osłabienia i absorpcji wiązki promieniowania, średnia droga swobodna, całkowity i różniczkowy przekrój czynny,
4. Przechodzenie ciężkich cząstek naładowanych przez materię: straty jonizacyjne, formuła Bethe-Blocha, relacja zasięg-energia, krzywa Bragga,
5. Oddziaływania elektronów:
straty energii na jonizację i promieniowanie, energia krytyczna i jednostka radiacyjna, procesy wielokrotnych rozproszeń kulombowskich,
6. Oddziaływania fotonów:
zjawisko fotoelektryczne, efekt Comptona, tworzenie par (e^+, e^-), przekroje czynne na te zjawiska w funkcji energii promieniowania i własności absorbenta, kaskady elektronowo-fotonowe, oddziaływanie rezonansowe (efekt mössbauera)
7. Oddziaływanie neutronów w różnych obszarach ich energii, spowalnianie neutronów

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia realizowane są w postaci wykładu z użyciem nowoczesnych technik multimedialnych. Materiały wykładów w postaci prezentacji multimedialnych zamieszczone są w odpowiednich kursach Wirtualnego Kampusu Instytutu Fizyki UMCS. W ramach Wirtualnego Kampusu studenci mają możliwość wymiany informacji oraz dostęp do dodatkowych materiałów dydaktycznych na stworzonych dla nich forach dyskusyjnych.

Zaliczenie przedmiotu jest w postaci egzaminu ustnego.

LITERATURA:

1. A.Strzałkowski, Wstęp do Fizyki Jądrowej, PWN, (1979).
2. E. Skrzypczak, Z Szepliński, Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych, PWN, Warszawa (1995).
3. A.Hryniewicz (red), Człowiek i promieniowanie jonizujące, PWN, Warszawa (2001).

PRZEDMIOT: *Detekcja promieniowania. Dozymetria*

LICZBA GODZIN: 15WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr Z. Surowiec

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr Z. Surowiec

TREŚCI REALIZOWANE:

Detektory promieniowania jonizującego: detektory gazowe, detektory półprzewodnikowe, detektory scyntylacyjne, detektory filmowe, detektory termoluminescencyjne, detektory śladów cząstek, detektory neutronów.

Parametry detektorów: czułość, odpowiedź detektora, czas odpowiedzi, energetyczna zdolność rozdzielcza, czas martwy, wydajność detektora.

Wielkości i jednostki dozymetryczne. Aktywność źródła, aktywność właściwa, dawka pochłonięta, moc dawki, dawka ekspozycyjna, kerma, dawka równoważna, dawka efektywna, efektywna dawka obciążająca, efektywna dawka kolektywna.

Dawki od źródeł zewnętrznych promieniowania fotonowego, źródła wewnętrzne, zanik źródeł promieniowania

Wymagania dotyczące dokładności metod dozymetrycznych

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia realizowane są w postaci wykładu z użyciem nowoczesnych technik multimedialnych. W ramach wykładu prezentowany jest sprzęt dozymetryczny znajdującego się na wyposażeniu Pracowni Izotopowej IF UMCS. Materiały wykładów w postaci prezentacji multimedialnych zamieszczone są w odpowiednich kursach Wirtualnego Kampusu Instytutu Fizyki UMCS. W ramach Wirtualnego Kampusu studenci mają możliwość wymiany informacji i dodatkowych materiałów dydaktycznych na stworzonych dla nich forach dyskusyjnych. Zaliczenie wykładu odbywa się w postaci testu multimedialnego.

LITERATURA:

1. A. Hryniewicz (red), Człowiek i promieniowanie jonizujące, PWN, Warszawa (2001).
2. Postępy Techniki Jądrowej, (kwartalnik, PTN).
3. Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna, (dwumiesięcznik, CLOR).
4. E. Fünfer, H. Neuert, Liczniki promieniowania, PWN, Warszawa (1960).

PRZEDMIOT: *Prawo atomowe*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr M. Wiertel, dr Z. Surowiec

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr M. Wiertel

TREŚCI REALIZOWANE: Omawiana jest ustawa Prawo atomowe wraz z rozporządzeniami wykonawczymi. Wykład obejmuje następujące zagadnienia regulowane w ustawie i przepisach wykonawczych:

1. Przepisy ogólne, powiązania ustawy z dyrektywami UE i innymi przepisami międzynarodowymi.
2. Zezwolenia w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej.
3. Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna oraz ochrona zdrowia pracowników.
4. Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna w medycynie.
5. Obiekty jądrowe, materiały i technologie jądrowe.
6. Źródła promieniowania jonizującego.
7. Odpady promieniotwórcze i wypalone paliwo jądrowe.
8. Transport materiałów jądrowych, źródeł promieniowania jonizującego, odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego. Wybrane przepisy międzynarodowych organizacji transportowych.
9. Nadzór i kontrola w zakresie przestrzegania warunków bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej.
10. Ocena sytuacji radiacyjnej kraju i postępowanie w przypadku zdarzeń radiacyjnych.
11. Organizacja i zadania Państwowej Agencji Atomistyki.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład jest prowadzony dla specjalności Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna studiów I stopnia. Jest on poświęcony omówieniu prawnych podstaw działalności w zakresie pokojowego wykorzystania energii atomowej związanego z potencjalnym lub rzeczywistym narażeniem na promieniowanie jonizujące od sztucznych źródeł promieniotwórczych, materiałów jądrowych, urządzeń wytwarzających promieniowanie jonizujące, odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego. Znajomość tych podstaw daje możliwość ubiegania się państwowe uprawnienia inspektora ochrony radiologicznej. Wykłady są prowadzone w formie prezentacji multimedialnych.

Treść wykładów oraz teksty źródłowe i inne materiały pomocnicze są na bieżąco udostępniane studentom w formie kursu w Wirtualnym Kampusie Instytutu Fizyki UMCS. Egzamin w postaci testu pisemnego ma formę zbliżoną do stosowanej przy ubieganiu się o uprawnienia inspektora ochrony radiologicznej.

LITERATURA:

1. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. – *Prawo atomowe* (tekst jednolity Dz. U. z 2007r., Nr 42, poz. 276 ze zmianą z 2008r.: Nr 93, poz. 583).
2. Rozporządzenia wykonawcze (37) do ustawy *Prawo atomowe* – Wykaz na portalu PAA: <http://www.paa.gov.pl/> (zakładka Akty prawne).
3. *Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych* (ADR 2009) (Dz. U. z 2009r., Nr 27, poz. 162).

PRZEDMIOT: *Rysunek Techniczny*

LICZBA GODZIN: 15 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: mgr P. Dyniec

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: mgr P. Dyniec

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Rzuty prostokątne, rozmieszczenie rzutów, metoda europejska i amerykańska, rzuty aksonometryczne.
2. Znormalizowane elementy rysunku technicznego: formaty arkuszy, tabliczki tytułowe, linie rysunkowe, podziałki, pismo techniczne.
3. Widoki, przekroje, kłady.
4. Wymiarowanie.
5. Tolerowanie wymiarów.
6. Schematy mechaniczne, elektryczne, techniki próżniowej.
7. Wprowadzenie do oprogramowania CAD.

OPIS ZAJĘĆ: Celem zajęć jest zaznajomienie/ nauczenie studentów specjalności doświadczalnych podstaw języka rysunku technicznego. Zakres materiału ma umożliwić czytanie i tworzenie prostych rysunków technicznych podstawowych brył i elementów konstrukcyjnych nieskomplikowanych urządzeń mechanicznych, elektrycznych i próżniowych. Omówione zostaną podstawowe funkcje programu typu CAD. Studenci wykonają proste projekty z pomocą oprogramowania.

Zajęcia będą odbywać się w cyklu cotygodniowym, w formie na przemian występujących po sobie wykładów i ćwiczeń w pracowni wyposażonej w komputery z zainstalowanym specjalistycznym oprogramowaniem typu CAD. Wykłady przeprowadzone zostaną za pomocą slajdów. Ćwiczenia będą polegały na utrwaleniu materiału przedstawionego na wykładzie przez zastosowanie go do konkretnych przykładów. Studenci co dwa tygodnie otrzymywać będą zadania domowe dotyczące bieżących tematów. Warunkiem zaliczenia będzie obecność na zajęciach i pozytywna ocena ze wszystkich zadań domowych.

LITERATURA:

1. T. Dobrzyński, *Rysunek techniczny maszynowy*, WNT, Warszawa 1998.
2. K. Paprocki, *Zasady Zapisu Konstrukcji*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2000.
3. A. Bober, M. Dudziak, *Zapis konstrukcji*, PWN, Warszawa 1999.

PRZEDMIOT: *Efekty biologiczne promieniowania jonizującego*

LICZBA GODZIN: 15 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTOW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. J. Siewiesiuk

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. J. Siewiesiuk

TREŚCI REALIZOWANE:

- I. Działanie promieniowania na poziomie molekularnym.
 1. Radioliza wody.
 2. Oddziaływanie promieniowania z białkami.
 3. Oddziaływanie promieniowania z kwasami nukleinowymi
- II. Działanie promieniowania na poziomie komórki.
 4. Cykl komórkowy i śmierć komórki po napromienieniu.
 5. Zależność dawka-efekt dla śmierci komórki.
- III. Działanie promieniowania na cały organizm.
 6. Skutki deterministyczne napromienienia.
 7. Skutki stochastyczne napromienienia.
 9. Zespół szpiku kostnego.
 10. Zespół żołądkowo-jelitowy.
 11. Zmiany popromienne skóry.
 12. Ważniejsze wypadki radiacyjne.

OPIS ZAJĘĆ: Skutki oddziaływania promieniowania jonizującego są zauważalne na bardzo różnych poziomach od poziomu molekularnego do poziomu populacji. Po wysłuchaniu wykładu studenci powinni zrozumieć podstawową kolejność i logikę uszkodzeń radiacyjnych. W wyniku elementarnych aktów jonizacji wody i makrocząsteczek powstają wolne rodniki, które działają na najważniejsze makrocząsteczki biologiczne. W zasadzie wszystkie uszkodzenia są naprawialne poza podwójnymi pęknięciami DNA. Wynika stąd, że najwrażliwszą częścią komórki jest jądro a najbardziej wrażliwym stadiem cyklu komórkowego jest replikacja DNA. Dalszą konsekwencją jest zwiększona wrażliwość tkanek, w których funkcjonowanie wpisane są częste podziały komórek. Celem wykładu jest również zapoznanie studentów z metodami ilościowego opisu biologicznych skutków promieniowania

oraz z typowymi objawami i przebiegiem choroby popromiennej. Wykład jest ilustrowany przezroczami ppt.

LITERATURA:

1. M. Bryszewska i W. Leyko (red.), Biofizyka dla biologów, rozdz. 11, PWN, Warszawa 1997.
2. A.Z. Hrynkiewicz (red.), Człowiek i promieniowanie jonizujące, PWN, Warszawa 2001.
3. M. Janiak i A. Wójcik (red.), Medycyna zagrożeń i urazów radiacyjnych, PZWL, Warszawa 2005.
4. A.H.W. Nias, An Introduction to Radiobiology, John Wiley & Sons, Chichester 2000.
5. Postępy Techniki Jądrowej - czasopismo.
6. Ю.Б. Кудряшов, Радиационная биофизика (ионизирующие излучения), Физматлит, Moskwa 2004.

PRZEDMIOT: *Jądrowe metody diagnostyki medycznej i terapii*

LICZBA GODZIN: 15 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr M. Wiertel

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr M. Wiertel

TREŚCI REALIZOWANE: Wykład jest wprowadzeniem w tematykę podstawowych metod obrazowej diagnostyki medycznej i terapii wykorzystujących promieniowanie jonizujące. Szczególny nacisk położono na fizyczne podstawy tych metod. W zwięzły sposób przedstawione są następujące metody:

1. Rentgenodiagnostyka konwencjonalna
2. Tomografia z wykorzystaniem promieniowania rentgenowskiego.
3. Tomografia magnetycznego rezonansu jądrowego.
4. Tomografia emisyjna (pozytonów PET i pojedynczych fotonów SPECT).
5. Diagnostyka i terapia radioizotopowa. Scyntygrafia. Radioimmunologia.
6. Teleradioterapia, brachyterapia, radioterapia hadronowa, boronowa terapia neutronowa.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład jest prowadzony dla specjalności Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna studiów I stopnia. Jest on poświęcony omówieniu podstaw nowoczesnych metod diagnostyki obrazowej wykorzystujących promieniowanie jonizujące lub zjawiska jądrowe. W wykładzie uwzględniono podstawy matematyczne metod tomograficznych. W części dotyczącej zastosowań terapeutycznych promieniowania jonizującego uwzględniono zarówno klasyczne jak i niekonwencjonalne metody terapii. Wykłady są prowadzone w formie prezentacji multimedialnych. Treść wykładów oraz materiały uzupełniające są na bieżąco udostępniane studentom w formie kursu w Wirtualnym Kampusie Instytutu Fizyki UMCS.

LITERATURA:

1. Praca zbiorowa pod red. A. Z. Hrynkiewicza i E. Rokity *Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska, t I*, PWN, Warszawa 2000.
2. Praca zbiorowa pod red. A. Z. Hrynkiewicza i E. Rokity *Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii, t. II*, PWN, Warszawa 2000.
3. Praca zbiorowa pod red. B. Pruszyńskiego *Diagnostyka obrazowa*, Wydawnictwo

Lekarskie PZWL, Warszawa 2000.

4. R. Cierniak *Tomografia komputerowa. Budowa urządzeń CT. Algorytmy rekonstrukcyjne*, Akademicka Oficyna Wydawnicza ELIT, Warszawa 2005.
5. Praca zbiorowa pod red. M. Nałęcza *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Tom 9 – Fizyka medyczna*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2002.
6. Praca zbiorowa pod red. J. Linieckiego *Medycyna nuklearna w zarysie*, Akademia Medyczna w Łodzi, Łódź 1987.
7. Praca zbiorowa pod red. M. Nałęcza *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Tom 8 – Obrazowanie biomedyczne*, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2002.
8. W. Scharf *Akseleratory biomedyczne* PWN, Warszawa 1994
9. P. F. Kukołowicz *Charakterystyka wiązek terapeutycznych fotonów i elektronów RTA*, Kielce 2001.
10. W. Łobodziec, *Dozymetria promieniowania jonizującego w radioterapii*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 1999.

PRZEDMIOT: *Reaktory i elektrownie jądrowe*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr M. Wiertel

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr M. Wiertel

TREŚCI REALIZOWANE: Podstawy fizyczne wykorzystania energii jądrowej - energia rozszczepienia i energia fuzji jądrowej. Podstawowe zjawiska fizyczne w reaktorach jądrowych. Elementy teorii reaktorów jądrowych: podstawowe pojęcia i definicje, ogólne i uproszczone równanie transportu neutronów oraz metody jego rozwiązywania, spowalnianie i termalizacja neutronów. Zasada pracy reaktora i podstawowe pojęcia techniki reaktorowej: paliwo jądrowe, reakcja łańcuchowa, stany pracy, warunki krytyczności, reaktywność, sterowanie pracą reaktora, zatrucie reaktora. Podstawowe typy reaktorów energetycznych – przegląd wybranych konstrukcji. Budowa i niektóre aspekty związane z eksploatacją elektrowni jądrowych. Wytwarzanie energii cieplnej i elektrycznej w elektrowniach jądrowych. Energetyka jądrowa na tle innych sposobów wytwarzania energii, zasoby paliw jądrowych. Wybrane zagadnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w energetyce jądrowej. Tendencje rozwojowe w energetyce jądrowej, reaktory IV generacji i synteza kontrolowana.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład jest prowadzony dla specjalności Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna studiów I stopnia. Stanowi on przegląd podstawowych zagadnień wykorzystania energii jądrowej w energetyce. W wykładzie skoncentrowano się na podstawach fizycznych działania reaktorów jądrowych i zagadnieniach bezpiecznej ich eksploatacji. W wykładzie uwzględniono również wybrane aspekty teorii reaktorów jądrowych i techniki reaktorowej. Wykłady będą prowadzone z wykorzystaniem technik multimedialnych. Treść wykładów oraz materiały uzupełniające będą dostępne na bieżąco studentom w formie kursu w Wirtualnym Kampusie Instytutu Fizyki UMCS.

LITERATURA:

1. G. Jeziński *Energia jądrowa: wczoraj i dziś*, WNT, Warszawa 2005.
2. M. Kiełkiewicz *Teoria reaktorów jądrowych*, PWN, Warszawa 1987.
3. Z. Celiński, A. Strupczewski *Podstawy energetyki jądrowej* WNT, Warszawa 1984.

4. A. Strupczewski *Podstawy fizyki reaktorowej*, materiały szkoleniowe CLOR, Warszawa 2009.
5. M. Kiełkiewicz „Jądrowe reaktory energetyczne”, WNT, Warszawa 1978.
6. G. Ackermann (red) *Eksploatacja elektrowni jądrowych*, WNT, Warszawa 1987.
7. S. Góra *Elektrownie jądrowe*, PWN, Warszawa 1978.
8. J. Kubowski *Podstawy fizyki reaktorowej*, IEA, Świerk 1990.
9. R.L. Murray *Nuclear Reactor Physics*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1957.
10. R. L. Murray *Nuclear energy: An introduction to the concepts, systems, and applications of nuclear processes*, Sixth Edition, Butterworth Heinemann, 2008.
11. S. Glasstone *Podstawy techniki reaktorów jądrowych*, PWN, Warszawa 1958.
12. G. I. Bell, S. Glasstone *Nuclear reactor theory*, Van Nostrand Reinhold Company 1970.
13. Т. Х. Маргулова "Атомные электрические станции", Высшая школа, Москва 1978.

PRZEDMIOT: *Chemia ogólna*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: forma pisemna

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr hab. Zofia Rzączyńska, prof.UMCS

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr hab. Zofia Rzączyńska, prof.UMCS

TREŚCI REALIZOWANE:

PROGRAM WYKŁADU

I. Podstawowe jednostki, prawa i pojęcia chemii.

Wzory sumaryczne i strukturalne. Reakcje chemiczne. Stopień utlenienia. Bilansowanie reakcji. Nomenklatura związków nieorganicznych.

II. Podstawy obliczeń chemicznych

Definicja mola. Liczba Avogadro. Sposoby wyrażania stężeń roztworów. Normy zanieczyszczeń. Obliczenia stechiometryczne.

III. Budowa atomu

Budowa pozajądrowa atomu. Model kwantowy budowy atomu. Liczby kwantowe. Orbitale atomowe. Zakaz Pauliego, reguły Hundta. Struktury elektronowe pierwiastków.

IV. Układ okresowy pierwiastków

Układ okresowy a budowa elektronowa atomu. Promienie atomowe i jonowe, potencjał jonizacji, powinowactwo elektronowe, elektroujemność. Zmian właściwości pierwiastków w układzie jako konsekwencja ich struktury elektronowej.

V. Wiązanie chemiczne Cz.I

Wiązanie jonowe. Typy sieci jonowych. Promienie jonowe. Energia sieci jonowych. Polaryzacja i kontrapolaryzacja. Właściwości fizyczne układów o wiązaniach jonowych.

VI. Wiązanie chemiczne Cz.II

Wiązanie atomowe. Teoria wiązań walencyjnych. Elementy teorii orbitali molekularnych. Wiązanie metaliczne.

VII. Oddziaływania międzycząsteczkowe.

Siły Van der Waalsa. Wiązania wodorowe. Znaczenie słabych oddziaływań w układach biologicznych.

VIII. Ciała stałe

Sieć krystaliczna, podstawowe układy. Wiązania w sieci. Defekty sieci.

IX. Kinetyka chemiczna

Rodzaje reakcji chemicznych. Teorie szybkości reakcji. Rząd reakcji.

Wpływ temperatury, stężenia na szybkość reakcji. Kataliza.

X. Równowaga chemiczna, równowagi jonowe

Kinetyczna interpretacja stanu równowagi chemicznej. Prawo działania mas. Reguła przekory. Modele kwasu i zasady. Dysocjacja elektrolityczna. Wskaźniki pH. Amfoteryczność. Roztwory buforowe. Iloczyn rozpuszczalności. Aktywność.

Ogólny cel przedmiotu: Opanowanie przez studenta elementarnych praw i pojęć chemii oraz zachodzących między nimi relacji ilościowych; zdolność przewidywania właściwości związków chemicznych i ich oddziaływanie na środowisko.

Wymagane przygotowanie studentów:

Należy założyć umiarkowane przygotowanie studentów przyjmując, że kurs szkoły średniej nie wywarł wpływu na znajomość chemii w tej grupie studentów.

LITERATURA:

1. L. Pajdowski, Chemia ogólna, PWN Warszawa 2000.
2. L. Jones, P. Atkins, Chemia ogólna, PWN Warszawa 2004.
3. A. Bielański, Chemia ogólna i nieorganiczna, PWN Warszawa 1984.
4. J. D. Lee, Zwięzła chemia nieorganiczna, PWN Warszawa 1994.

PRZEDMIOT: *Reakcje jądrowe*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. Krzysztof Pomorski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. Krzysztof Pomorski

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Krótka historia rozwoju fizyki jądrowej.
2. Spontaniczne przemiany promieniotwórcze:
 - alfa, widma energii cząstek alfa, czasy życia ze względu na rozpad alfa. Elementy teorii rozpadu alfa, efekt tunelowy, prawo Geigera-Nuttala,
 - beta, widmo energii, neutrino i ich własności, teoria Fermiego, klasyfikacja przejść beta. Niezachowanie parzystości w słabych oddziaływaniach,
 - gamma, klasyfikacja przejść gamma, zasada zachowania momentu pędu i parzystości.
3. Reakcje spontanicznego i indukowanego rozszczepienia ciężkich jąder. Mechanizm reakcji, tunelowanie bariery potencjału. Procesy towarzyszące rozszczepieniu, reaktory jądrowe.
4. Kinematyka reakcji dwuciałowych. Ciepło reakcji. Układ laboratoryjny i układ środka masy. Całkowity i różniczkowy przekrój czynny.
5. Rozpraszania na sferycznie symetrycznej studni potencjału. Rozpraszanie cząstek naładowanych. Metoda fal parcjalnych.
6. Klasyfikacja reakcji wywołanych przez lekkie i średnio ciężkie jony w obszarze niskich energii. Metody rozróżniania tych reakcji.
7. Model Bohra jądra złożonego. Przekrój czynny reakcji. Reakcje rezonansowe. Rozpraszanie rezonansowe i potencjałowe. Wzór Breita-Wignera.
8. Model statystyczny jądra złożonego.
9. Fuzja jąder ciężkich. Kanały rozpadu układu złożonego. Konkurencja rozszczepienie-wyparowanie lekkich cząstek. Metody wytwarzania jąder superciężkich.
10. Reakcje jądrowe przy bardzo wysokich energiach.
11. Reakcje syntezy i energia gwiazd.
12. Pochodzenie pierwiastków, reakcje szybkiego i wolnego wychwytu neutronu.

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest zapoznanie słuchaczy z eksperymentalnymi badaniami i teoretycznym opisem mechanizmu reakcji jądrowych. Przedstawiony jest obecny stan wiedzy w tej dziedzinie i możliwe kierunki dalszych badań.

LITERATURA:

1. E. Skrzypczak i Z. Szepliński, Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych, PWN, Warszawa, 1995.
2. Z. Wilhelmi, Fizyka reakcji jądrowych, PWN, Warszawa, 1976.
3. A. Strzałkowski, Wstęp do fizyki jądra atomowego, PWN, Warszawa, 1978.
4. T. Mayer- Kuckuk, Fizyka jądrowa, PWN, Warszawa, 1986.
5. B. Nerlo-Pomorska i K. Pomorski, Zarys teorii jądra atomu, PWN, Warszawa, 1999.

PRZEDMIOT: *Radiochemia*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW:

PROWADZĄCY: dr hab. Andrzej Komosa

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr hab. Andrzej Komosa

TREŚCI REALIZOWANE: Wykład obejmuje poniższe zagadnienia.

Przedmiot zainteresowań radiochemii, początki radiochemii, rola Marii Curie-Skłodowskiej w rozwoju radiochemii. Podstawowe zagadnienia dotyczące przemian jądrowych. Dozymetria: dawki promieniowania, sposoby obliczania dawek i obowiązujące jednostki. Chemia radiacyjna. Izotopy promieniotwórcze w środowisku: podział, stężenia, pochodzenie. Przemieszczanie się izotopów w środowisku. Metody pomiaru małych aktywności radioizotopów. Metody spektrometryczne z wykorzystaniem scyntylatorów (ze szczególnym uwzględnieniem scyntylatorów ciekłych). Spektrometria promieniowania alfa i gamma oraz wpływ różnych czynników na widmo pomiarowe. Zachowanie się śladowych ilości radioizotopów w roztworach wodnych: rola nośnika, zjawiska hydrolizy, tworzenia radiokoloidów, współstrącania izomorficznego. Metody radioanalityczne: wymiana jonowa, współstrącanie, ekstrakcja cieczowa. Wykorzystanie zjawiska wymiany izotopowej i rozcieńczenia izotopowego. Metody oznaczania wybranych radioizotopów w środowisku z zastosowaniem procedur radiochemicznych. Wybrane zagadnienia z chemii paliwa jądrowego (otrzymywanie i przeróbka chemiczna wypalonego paliwa). Datowanie radiowęglowe. Monitoring radiochemiczny środowiska.

OPIS ZAJĘĆ: Zapoznanie studentów kierunku Fizyka z podstawami radiochemii, wykorzystaniem metod radiochemicznych do oznaczeń radioizotopów naturalnych i sztucznych występujących w środowisku. Zapoznanie z metodami pomiaru aktywności stosowanymi w połączeniu z metodami radiochemicznymi.

LITERATURA:

1. W. Szymański, Chemia jądrowa.
2. Radiochemia w ćwiczeniach i zadaniach (red. K. Samochocka).
3. An.N. Niesmiejanow – Radiochemia.
4. M. Siemiński, Fizyka zagrożeń środowiska.

5. Człowiek i promieniowanie jonizujące (red. A. Z. Hrynkiewicz).
6. A. Czerwiński, Energia jądrowa i promieniotwórczość.
7. B. Dziunikowski, O fizyce i energii jądrowej.
8. W. Gorączko, Radiochemia i ochrona radiologiczna.

PRZEDMIOT: *Akceleratory i inne urządzenia jądrowe*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: praca zaliczeniowa

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr hab. B. Jasińska

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr hab. B. Jasińska

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Ruch cząstki w polu elektrycznym i magnetycznym
2. Budowa źródła elektronów i jonów, ogniskowanie
3. Akceleratory elektrostatyczne (np. van de Graafa)
4. Akceleratory elektrodynamiczne (np. Cockcrofta-Waltona, dynamitron)
5. Akceleratory liniowe wysokiej częstości (z falą bieżącą i stojącą, samofazowanie)
6. Akceleratory kołowe (cyklotron, betatron, synchrotron, synchrociklotron)
7. Zderzacze ciężkich jonów
8. LHC
9. Wybrane zastosowania medyczne w diagnostyce i terapii (min. terapia fotonowa, t. f. mieszana, terapia elektronowa, hadronowa, borowo-neutronowa)
10. produkcja i zastosowanie radioizotopów

OPIS ZAJĘĆ: Wykład prowadzony metodą klasyczną oraz z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.

Treści realizowane w programie wykładu służą dwu celom podstawowym:

1. Zapoznaniu studentów z podstawowymi zasadami ruchu cząstki naładowanej w polu elektromagnetycznym oraz omówieniu podstawowych typów akceleratorów cząstek – zasady fizycznej realizacji przyspieszania w zależności od typu cząstek (elektrony, jony lekkie i ciężkie) oraz energii końcowej.
2. Omówieniu pewnych typów urządzeń wykorzystywanych do badań podstawowych w dziedzinie fizyki, techniki oraz w terapii medycznej. .

LITERATURA:

1. W. Schaff, Akceleratory cząstek naładowanych i ich zastosowania, PWN, 1973.
2. D.W. Perkins, Wstęp do fizyki wysokich energii, PWN, 2004.
3. W. Scharf, Akceleratory biomedyczne, PWN, 1994.
4. Fizyka medyczna, red G. Pawlicki i in., Akademicka oficyna wydawnicza EXIT, 2002.

PRZEDMIOT: *Materiałoznawstwo reaktorowe*

LICZBA GODZIN: 45 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie z oceną

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. B. Słowiński

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. B. Słowiński

TREŚCI REALIZOWANE: Materiały i urządzenia energetyki jądrowej. Materiały inżynierskie: metale i stopy, ceramika, polimery i półprzewodniki. Materiały budowlane i osłonowe (betony i in.). Elektroniczne urządzenia kontroli i sygnalizacji. Specyficzne warunki funkcjonowania materiałów i urządzeń energetyki jądrowej: zachowanie zaplanowanych właściwości mechanicznych, elektrycznych, magnetycznych, optycznych, termodynamicznych w warunkach długotrwałego promieniowania różnego rodzaju i intensywności. Uszkodzenia radiacyjne i aktywacja.

Podstawy fizyczne wiedzy o materiałach. Kwantowomechaniczny charakter oddziaływania pomiędzy atomami w ciałach stałych. Wiązania w ciałach stałych. Rodzaje sił oddziaływania pomiędzy atomami w materiałach i ich przyroda. Uproszczające modele oddziaływania międzyatomowego, oparte na jakościowych przesłankach wynikających z obserwacji. Jakościowy kształt potencjału oddziaływania między atomami. Podstawowe parametry potencjału: odległość równowagowa i energia wiązania (głębokość studni potencjału) i ich związek z makroskopowymi wielkościami mierzalnymi: gęstością, napięciem powierzchniowym, modułem sprężystości i ciepłem właściwym. Rodzaje sił odpychających – podział modelowy. Najczęściej spotykane przybliżenia analityczne potencjałów oddziaływania międzyatomowego: przybliżenie oscylatora harmonicznego, przybliżenie anharmoniczne. Typy pierwotnych (chemicznych) wiązań występujących w materiałach inżynierskich: kowalentne, jonowe, metaliczne. Oddziaływania wtórne: wiązania typu wodorowego i oddziaływania van der Waalsa. Charakterystyki ilościowe energii wiązania w tych oddziaływaniach w różnych materiałach.

Oddziaływania szybkich jonów i neutronów z ciałami stałymi i ich wpływ na właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne ciał. Implantacja jonów jako metoda badania wpływu działania promieniowania korpuskularnego na materiały. Skala energetyczna i charakterystyki czasowo-przestrzenne oddziaływania szybkich jonów z ciałami stałymi: depozycja masy, energii i defektów. Zjawiska fizyczne towarzyszące oddziaływaniu szybkich jonów z ciałem stałym. Straty energii jonów: zderzenia atomowe i elektronowe, ich kształt

jakościowy w zależności od prędkości jonów. Typowe trajektorie jonów w materiałach amorficznych, polikrystalicznych i krystalicznych. Najprostsze defekty strukturalne i ich charakterystyka energetyczna. Migracja defektów, tworzenie pęcherzy, puchnięcie i kruszenie materiałów. Rozpylanie katodowe. Analityczna postać średnich strat energii i zasięgów jonów w ciałach stałych. Działanie strumieni neutronów na metale przy różnych temperaturach. Oddziaływania sprężyste i niesprężyste neutronów z jądrami atomowymi w materiałach metalicznych i ich wpływ na strukturę metali przy różnych temperaturach. Samoorganizacja i możliwość osiągnięcia stanu zbliżonego do stabilnej równowagi termodynamicznej pod wpływem promieniowania z zachowaniem niezbędnych właściwości mechanicznych przyszłych materiałów reaktorowych. Średnia długość swobodnego przebiegu neutronów w ciałach stałych, parametr spowolnienia neutronów, współczynnik spowalniania, długość spowalniania, średnia droga dyfuzji i droga migracji neutronów. Przykładowe wartości liczbowe dla różnych materiałów reaktorowych. Zarys głównych kierunków badań w materiałoznawstwie reaktorowym.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład prowadzony jest według planu. Cały materiał wykładowy jest zapisany w postaci elektronicznej w kodzie <.ppt>, jest stale modyfikowany zgodnie z bieżącą literaturą naukową w tej dziedzinie i jest dostępny dla studentów. Ponadto studenci przygotowują swoje referaty w oparciu o przekazywane im do opracowania kopie krótkich artykułów z literatury bieżącej. Mogą również sami zaproponować temat swojej prezentacji, w uzgodnieniu z wykładowcą. Każdy student przygotowuje jedną 20 minutową prezentację, a jeśli liczebność grupy jest niewielka, to dwie takie prezentacje. Po każdym referacie studenckim odbywa się dyskusja, w której jako minimum uczestniczą dwie wyznaczone osoby. Podczas wykładu studenci mogą zadawać dodatkowe pytania dotyczące podstawowych elementów wiedzy z fizyki, niezbędnych do zrozumienia wykładanego tematu. Jest to istotne z uwagi na interdyscyplinarny charakter przedmiotu. Studenci są oceniani głównie w oparciu o przedstawiane referaty i aktywność podczas zajęć. Jest też udostępniony zestaw ok. 50 pytań kontrolnych.

Celem wykładu jest zaznajomienie studentów na poziomie wiedzy podstawowej z tak ważną dziedziną o charakterze praktycznym, jaką jest materiałoznawstwo reaktorowe.

LITERATURA:

1. Strzałkowski A. Wstęp do fizyki jądra atomowego. Wyd. UJ.
2. Dobrzański L.A. Wprowadzenie do nauki o materiałach. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2007.
3. B. Słowiński. Zjawiska radiacyjne w materiałach (wersja elektroniczna). Warszawa, 2005.
4. Neutrons and Synchrotron Radiation in Engineering Materials Science. WILEY-VCH, 2008.
5. A.V. Kozlov. Effect of Neutron Irradiation on Metals at Various Temperatures and the Feasibility of Self-Organization of Accompanying Processes. Physics of Particles and Nuclei. 2006. Vol.37, No.4, pp.587-605.
6. Struktura i właściwości materiałów dla jądrowych reaktorów wysokotemperaturowych. Prace Komisji Metalurgiczno-Odlewniczej. Metalurgia 39. PAN. Oddz. W Krakowie. Wydawnictwo PAN. 1990.
7. А.И. Кондрик и др. Современные материалы для термоядерной энергетики (обзор). Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт». Харьков, 2008.
8. Chr. Lehmann. Introduction of Radiation with Solids and Elementary Defect Production. North-Holland Publishing Company. Amsterdam. New York. Oxford. 1977.
9. Z. Strugalski. Struktura wewnętrzna materiałów. PWN. Warszawa 1981.
10. R. Melechow i K. Tubielewicz. Materiały stosowane w energetyce jądrowej: gatunki, właściwości, degradacja. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa, 2002.
11. Bieżąca literatura naukowa.

PRZEDMIOT: *Pracownia radiochemiczna*

LICZBA GODZIN: 45 LB

FORMA ZALICZENIA: kolokwium końcowe, wykonanie 9 ćwiczeń wraz z opracowaniem, wykonanie 5 opisów ćwiczeń pokazowych.

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr Ewa Skwarek, dr Jacek Patkowski, mgr Marek Reszka

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr Ewa Skwarek

TREŚCI REALIZOWANE: Zapoznanie studentów kierunku Fizyka z metodami wykonywania pomiarów radiometrycznych przy użyciu typowej aparatury pomiarowej (liczników Geigera-Muellera i scyntylicyjnych) i wykorzystaniem uzyskanych wyników oraz zapoznaniem z najnowocześniejszą spektrometryczną aparaturą pomiarową służącą do pomiarów niskich aktywności (na poziomach środowiskowych): spektrometry promieniowania gamma i alfa, spektrometr z ciekłym scyntylatorem.

OPIS ZAJĘĆ: Ćwiczenia wykonywane samodzielnie przez studentów:

Charakterystyka robocza licznika Geigera-Muellera i licznika scyntylicyjnego, wyznaczenie napięcia pracy i czasu martwego liczników. Badanie rozproszenia wstecznego promieniowania beta, pochłaniania promieniowania przez absorbenty, wyznaczenie współczynników pochłaniania i samopochłaniania. Wykorzystanie zjawiska koincydencji do wyznaczenia aktywności źródła Co-60. Wyznaczanie widma promieniowania gamma z użyciem jednokanałowego spektrometru i detektora scyntylicyjnego. Wykorzystanie spektrometru wielokanałowego i detektora scyntylicyjnego do oznaczania K-40 w próbkach naturalnych. Wykrywanie skażeń promieniotwórczych i ocena dawek promieniowania.

Ćwiczenia pokazowe:

Zastosowanie znaczników izotopowych do pomiarów wielkości sorpcji jonów na powierzchni tlenków nieorganicznych. Przygotowanie próbek do datowania radiowęglowego i wykonanie pomiaru z użyciem ciekłego scyntylicatora. Spektrometria promieniowania alfa z użyciem detektora krzemowego, spektrometria promieniowania gamma z użyciem detektora germanowego. Spektrometria promieniowania z użyciem ciekłego scyntylicatora.

LITERATURA:

1. W. Szymański, Chemia jądrowa.
2. Radiochemia w ćwiczeniach i zadaniach (red. K. Samochocka).
3. An.N. Niesmiejanow – Radiochemia.
3. M. Siemiński, Fizyka zagrożeń środowiska.
4. Człowiek i promieniowanie jonizujące (red. A. Z. Hrynkiewicz).
5. A. Czerwiński, Energia jądrowa i promieniotwórczość.
6. B. Dziunikowski, O fizyce i energii jądrowej.
7. W. Gorączko, Radiochemia i ochrona radiologiczna

PRZEDMIOT: *Pracownia fizyki jądrowej*

LICZBA GODZIN: 90 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr R. Zaleski, dr Z. Surowiec

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr R. Zaleski

TREŚCI REALIZOWANE:

Zapoznanie z metodami doświadczalnymi stosowanymi w fizyce jądrowej. Wykorzystanie modularnej elektroniki oraz sterowanych komputerowo systemów akwizycji danych do zestawienia układów pomiarowych. Zaplanowanie i wykonanie pomiarów. Numeryczna analiza danych doświadczalnych i ocena niepewności pomiarowych wyników. Wykonanie sprawozdania z ćwiczenia zawierającego prezentację wyników pomiarów z uwzględnieniem ich niepewności oraz interpretacja tych wyników.

OPIS ZAJĘĆ: Celem pracowni jest nauka obsługi urządzeń, oprogramowania i metod analizy wyników stosowanych w fizyce jądrowej oraz samodzielne rozwiązanie problemu projektowego.

Lista ćwiczeń:

1. Badanie statystycznego charakteru emisji i detekcji promieniowania jądrowego.
2. Własności podstawowych układów elektroniki stosowanych w spektroskopii promieniowania jądrowego.
3. Własności i rodzaje fotopowielaczy.
4. Zasada działania, rodzaje i obsługa wielokanałowych analizatorów amplitudy.
5. Widmo energetyczne promieniowania gamma. Rodzaje i własności scyntylatorów.
6. Metody numerycznej analizy danych doświadczalnych.
7. Budowa i charakterystyki spektrometrów licznikowych promieniowania jądrowego.
8. Spektrometr półprzewodnikowy promieniowania alfa.
9. Spektrometr magnetyczny promieniowania beta.
10. Spektrometr scyntylacyjny promieniowania gamma.
11. Spektrometr półprzewodnikowy promieniowania gamma.
12. Absorpcja i detekcja neutronów.
13. Metodyka pomiarów koincydencyjnych.
14. Spektrometr czasów życia.
15. Projektowanie i konstrukcja osłon przed promieniowaniem jonizującym.

16. Projektowanie i testowanie stanowiska pracy z aparaturą emitującą promieniowanie jonizujące.
17. Specyfikacja warunków pracy i opracowanie przepisów BHP dla stanowisk z aparaturą emitującą promieniowanie jonizujące.
18. Przygotowanie wniosku o wydanie pozwolenia na pracę z promieniowaniem jonizującym.

Zadaniem studenta będzie wykonanie dwóch ćwiczeń z grupy ćwiczeń wprowadzających (1-7), trzech ćwiczeń z grupy ćwiczeń aparaturowych (8-14) oraz jednego ćwiczenia projektowego (15-18). W celu uzyskania pozytywnej oceny ćwiczenia wymagane jest:

- zaliczenie kolokwium wstępnego sprawdzającego podstawowe wiadomości niezbędne w zrozumieniu przebiegu i celu doświadczenia;
- prawidłowe zestawienie układu pomiarowego;
- poprawne wykonanie eksperymentu;
- analiza danych doświadczalnych wykorzystująca metody numeryczne;
- zebranie uzyskanych wyników w formie pisemnego sprawozdania oraz ich poprawna interpretacja.

LITERATURA:

1. J. Araminowicz, K. Małuszyńska, M. Przytuła *Laboratorium fizyki jądrowej*, PWN Warszawa 1984.
2. A.Z. Hrynkiewicz (red.) *Człowiek i promieniowanie jonizujące*, PWN Warszawa 2001.
3. A. Strzałkowski *Wstęp do fizyki jądra atomowego*, PWN Warszawa 1978.
4. K. N. Muchin *Doświadczalna fizyka jądrowa, t.1 Fizyka jądra atomowego*, WNT, Warszawa 1978.
5. J. B. A. England *Metody doświadczalne fizyki jądrowej*, PWN, Warszawa 1980.
6. W. Szymański *Elementy nauki o promieniowaniu jądrowym dla kierunków ochrony środowiska*, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 1999.
7. W. Lisiecki, W. Scharf *Spektrometry rozkładów amplitudowych*, PWN, Warszawa 1973.
8. J.B. Birks *Liczniki scyntylicyjne*, PWT, Warszawa 1956.
9. A. Bielski, R. Ciuryło *Podstawy metod opracowania pomiarów*, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2001.

10. A. Strzałkowski, A. Śliżyński *Matematyczne metody opracowywania wyników pomiarów*, PWN, Warszawa 1977.
11. R. Nowak *Statystyka dla fizyków*, PWN, Warszawa 2002.
12. Idaho National Laboratory, NaI Gamma Spectrum Catalog, <http://www.inl.gov/gammaray/catalogs/catalogs.shtml>.
13. Brookhaven National Laboratory, Evaluated Nuclear Structure Data File (ENSDF), <http://www.nndc.bnl.gov/ensdf/>.
14. Brookhaven National Laboratory, NuDat, <http://www.nndc.bnl.gov/nudat2/>.

PRZEDMIOT: *Postępowanie z wypalonym paliwem*

LICZBA GODZIN: 15 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. S. Chwaszczewski, dr Z. Surowiec

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr Z. Surowiec

TREŚCI REALIZOWANE: Wytwarzanie paliwa jądrowego: minerały zawierające uran, wydobywanie i przerób rudy uranowej, wzbogacanie, wytwarzanie paliwa, paliwo jądrowe stosowane w różnych reaktorach energetycznych, zasoby paliw jądrowych, wykorzystanie U^{238} i Th^{232} ;

Wypalanie paliwa jądrowego, charakterystyki paliwa wyładowanego z reaktora, postępowanie z paliwem wyładowanym z reaktora, przechowalniki wypalonego paliwa, procesy zachodzące w przechowywanym paliwie, cykl otwarty wypalonego paliwa, składowanie wypalonego paliwa;

Cykl zamknięty wypalonego paliwa, przerób wypalonego paliwa paliwo MOX;

Transmutacja jądrowa i partitioning (separacja radioaktywnych izotopów) w wypalonym paliwie, projekty instalacji, systemy reaktorowe z akceleratorowymi źródłami (źródła spalacyjne) neutronów tzw. ADS (Accelerator Driven Systems);

Ekonomika postępowania z wypalonym paliwem.

OPIS ZAJĘĆ:

Zajęcia realizowane są w postaci wykładu z użyciem nowoczesnych technik multimedialnych. Materiały wykładów w postaci prezentacji multimedialnych zamieszczone są w odpowiednich kursach Wirtualnego Kampusu Instytutu Fizyki UMCS. W ramach Wirtualnego Kampusu studenci mają możliwość wymiany informacji oraz dostęp do dodatkowych materiałów dydaktycznych na stworzonych dla nich forach dyskusyjnych.

Zaliczenie wykładu następuje po przedstawieniu pracy zaliczeniowej.

LITERATURA:

1. Chwaszczewski S i inni Analiza wariantowa bilansów, unieszkodliwiania i składowania odpadów promieniotwórczych oraz wypalonego paliwa z reaktorów jądrowych nowej generacji (w przypadku podjęcia programu jądrowego w Polsce). w latach 2010 – 2100. (Etap I i II), IEA 1997/98. Praca finansowana i wykonana

w ramach Strategicznego Programu Rządowego koordynowanego przez Państwową Agencję Atomistyki (1997-1999).

2. http://www.skb.se/Templates/Standard____16807.aspx.
3. Wald M. Dismantling Nuclear Reactors, Scientific American, March 2003, 33□41.
4. Z.P. Zagorski, J. Dziewinski, J. Conca, “Radiolytic effects of plutonium”, w plutonium futures – the science, American Institute of Physics Conference Proceedings, New York 2003, vol. 673, 336□338.
5. Z.P. Zagórski, Institute of Nuclear Chemistry and Technology Inct, Annual Report 2004.

PRZEDMIOT: *Odpady promieniotwórcze*

LICZBA GODZIN: 15 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. S. Chwaszczewski, dr Z. Surowiec

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr Z. Surowiec

TREŚCI REALIZOWANE:

Źródła odpadów promieniotwórczych w energetyce jądrowej,

Klasyfikacja odpadów promieniotwórczych,

Odpady promieniotwórcze w cyklu paliwowym

Przechowywanie odpadów promieniotwórczych

Ogólne zagadnienia bezpieczeństwa obiektów do przechowywania odpadów promieniotwórczych

Wymagania dotyczące przechowalników odpadów promieniotwórczych

Instalacje do przechowywania stosowane w ZUOP

Metody przetwarzania odpadów

Przygotowanie odpadów promieniotwórczych do składowania

Ilość i rodzaj odpadów wytwarzanych podczas eksploatacji elektrowni jądrowej, likwidacja elektrowni i powstające w tym okresie odpady promieniotwórcze.

Charakterystyka odpadów, sposoby unieszkodliwiania odpadów, gospodarka odpadami promieniotwórczymi z elektrowni jądrowych,

Ekonomika gospodarki odpadami promieniotwórczymi. Ekonomika likwidacji elektrowni jądrowej.

OPIS ZAJĘĆ:

Zajęcia realizowane są w postaci wykładu z użyciem nowoczesnych technik multimedialnych.

Materiały wykładów w postaci prezentacji multimedialnych zamieszczone są w odpowiednich kursach Wirtualnego Kampusu Instytutu Fizyki UMCS. W ramach Wirtualnego Kampusu studenci mają możliwość wymiany informacji oraz dostęp do dodatkowych materiałów dydaktycznych na stworzonych dla nich forach dyskusyjnych.

Zaliczenie wykładu następuje po przedstawieniu pracy kontrolnej.

LITERATURA:

1. Celiński Z., Strupczewski A. Podstawy energetyki jądrowej, Warszawa, WNT 1984.
2. Dokumentacja bezpieczeństwa ZUOP, Świerk 2000.
3. Działalność Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz Ocena Stanu Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej w Polsce w 2007 roku, PAA, Warszawa, 2008.

PRZEDMIOT: *Oslabienie promieniowania jonizującego*

LICZBA GODZIN: 15 godz.

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie z oceną

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. B. Słowiński

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. B. Słowiński

TREŚCI REALIZOWANE: Ścieżka stabilności i czas życia jąder atomowych. Rozpady jąder atomowych i reakcje jądrowe. Źródła promieniowania jonizującego: akceleratory, reaktory jądrowe, materiały promieniotwórcze, promieniowanie kosmiczne, naturalne źródła promieniowania jonizującego, promieniotwórczość indukowana. Promieniowanie korpuskularne, rodzaje i właściwości. Straty jonizacyjne: czynnik materiałowy i dynamiczny. Przenikanie promieniowania w ośrodkach amorficznych, polikrystalicznych i krystalicznych. Oddziaływanie fotonów z materią: fotoefekt, zjawisko Comptona, tworzenie par, kaskady elektronowo-fotonowe i ich charakterystyki przestrzenne. Oddziaływanie relatywistycznych cząstek naładowanych elektrycznie z materiałami, tworzenie kaskad hadronowych. Oddziaływanie neutronów w materiałach, reakcje typu (n,p). Aktywacja materiałów pod wpływem promieniowania. Rejestracja promieniowania jonizującego, neutronowego i twardego promieniowania elektromagnetycznego. Typowe materiały osłonowe. Czynniki określające zdolność pochłaniania promieniowania różnego rodzaju przez materiały. Zmiana widma energetycznego i składu promieniowania pierwotnego w materiale osłonowym. Oszacowanie efektywnych wymiarów osłon. Zjawiska strukturalne i dynamiczne w materiałach osłonowych. Elementy dozymetrii.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia prowadzone są według planu. Cały materiał jest zapisany w postaci elektronicznej w kodzie <.ppt>, jest stale modyfikowany zgodnie z bieżącą literaturą naukową w tej dziedzinie i jest dostępny dla studentów. Podczas zajęć studenci mogą zadawać dodatkowe pytania dotyczące podstawowych elementów wiedzy z fizyki, niezbędnych do zrozumienia omawianego tematu. Jest udostępniony zestaw 30 pytań kontrolnych.

Celem zajęć jest zaznajomienie studentów na poziomie praktycznej wiedzy podstawowej z problematyką ochrony przed promieniowaniem.

LITERATURA:

1. Strzałkowski A. Wstęp do fizyki jądra atomowego. Wyd. UJ.
2. Dobrzański L.A. Wprowadzenie do nauki o materiałach. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2007.
3. B. Słowiński. Zjawiska radiacyjne w materiałach (wersja elektroniczna). Warszawa, 2005.
4. Neutrons and Synchrotron Radiation in Engineering Materials Science. WILEY-VCH, 2008.
5. R. Melechow i K. Tubielewicz. Materiały stosowane w energetyce jądrowej: gatunki, właściwości, degradacja. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa, 2002.
6. Martin J.E. Physics of radiation protection: a handbook. Wiley-VCHVerlag&Co.2006.
7. Callister W.B. Material science and engineering: an introduction. N.Y., J.Wiley&Sons, 2007.
8. Bieżąca literatura naukowa.

PRZEDMIOT: *Pracownia Specjalistyczna Stosowana*

LICZBA GODZIN: 30 LB (studia I stopnia)

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr A. Markowski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr A. Markowski

TREŚCI REALIZOWANE: Zajęcia w Pracowni Specjalistycznej obejmują cykl ćwiczeń laboratoryjnych umożliwiających zaznajomienie studenta z metodami pomiarów z zakresu: spektrometrii mas, defektoskopii ultradźwiękowej i rentgenowskiej, wytwarzania i badania próżni, optycznych metod badania stężeń roztworów.

OPIS ZAJĘĆ:

Wykaz ćwiczeń:

1. Spektrometr mas czasu przelotu jonów.
2. Wyznaczanie podstawowych charakterystyk interferometru.
3. Podwójnie ogniskujący spektrometr mas.
4. Sporządzanie mieszanin gazowych.
5. Wykrywanie wad makroskopowych w materiałach.
6. Podstawowe charakterystyki wysokociśnieniowego spektrometru mas.
7. Wyznaczanie modułu Younga.
8. Pomiar prędkości fali ultradźwiękowej w badanych próbkach.
9. Badanie próżni przy wykorzystaniu stanowiska próżniowego.
10. Badanie składu roztworów mieszanin.

Ocena ostateczna zaliczająca dane ćwiczenie w Pracowni Specjalistycznej jest średnią ocen uzyskanych z:

- kolokwium
- wykonania ćwiczenia
- opracowania złożonego po wykonaniu ćwiczenia.

Liczba ćwiczeń do wykonania przez studentów zależy od liczby godzin przeznaczonych na Pracowni Specjalistyczną w danej siatce godzin.

LITERATURA:

Do poszczególnych ćwiczeń są wykonane ich opisy znajdujące się w teczkach, gdzie podana jest również obowiązująca literatura.

PRZEDMIOT: *Pracownia Specjalistyczna Biofizyki*

LICZBA GODZIN: 30 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. W.I. Gruszecki, dr W. Grudziński, dr R. Luchowski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr W. Grudziński

TREŚCI REALIZOWANE:

OPIS ZAJĘĆ: Spis ćwiczeń:

1. Praca z programem HyperChem.
2. Pomiar widm IR prostych związków organicznych.
3. Pomiar widm absorpcji roztworów barwników organicznych.
4. Badanie jednocząsteczkowych warstw lipidów na granicy faz woda powietrze.
5. Izolacja i oczyszczanie barwników aparatu fotosyntetycznego.
6. Badanie przejść fazowych w błonach lipidowych metodą kalorymetryczną.
7. Badanie fluorescencji wybranych związków organicznych.
8. Badanie fotoutleniania chlorofilu w roztworze.

LITERATURA:

1. Wanda Leyko (red.), *Biofizyka dla Biologów*, PWN Warszawa, 1983.
2. Jerzy Kączkowski, *Biochemia roślin*, PWN Warszawa, 1992.
3. Lubert Stryer, *Biochemia*, PWN Warszawa 1997.
4. J. Siewewsiuk *Biofizyka lipidów w Biofizyka dla biologów* red. M. Bryszewska, W. Leyko, PWN (1997), Warszawa.
5. St. Przystalski *Błony komórkowe w Encyklopedia fizyki współczesnej*, PWN (1983), Warszawa.
6. Kęcki Z. *Podstawy spektroskopii molekularnej*, PWN (1972), Warszawa.
7. Twardowski J., *Biospektroskopia (cz. 4)*, PWN Warszawa 1990.
8. H. Haken, H. Ch. Wolf, *Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1998.
9. Kołos Włodzimierz *Chemia kwantowa*, PWN (1986), Warszawa.
10. Konarski J., *Teoretyczne podstawy spektroskopii molekularnej*” rozdz. 1.2 PWN, Warszawa 1991.

11. Bryszewska M., Leyko W. Biofizyka dla biologów, PWN Warszawa (1997).
12. Zygfryd Witkiewicz, Podstawy chromatografii, WNT, Warszawa, (2000).
13. Paszyc Stefan, Podstawy fotochemii, PWN, Warszawa (1983).
14. Rao C. N. R., Spektroskopia elektronowa związków organicznych, PWN, Warszawa, (1982).
15. Wróbel D. Podstawy fotonowych procesów molekularnych, WPP, Poznań 1998.
16. P. Suppan Chemia i światło, PWN, Warszawa 1997.

PRZEDMIOT: *Pracownia specjalistyczna fizyki ciała stałego*

LICZBA GODZIN: 90 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie z oceną wliczaną do średniej

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr T. Kwapiński, dr L. Misiak, dr P. Mazurek, dr M. Krawiec

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr T. Kwapiński

TREŚCI REALIZOWANE: Zestawy eksperymentalne znajdujące się na pracowni specjalistycznej fizyki ciała stałego przeznaczone są do samodzielnego wykonania przez studenta i dotyczą następujących zagadnień i zjawisk fizycznych fazy skondensowanej: tunelowanie elektronów przez barierę i obrazowanie powierzchni przy pomocy mikroskopów STM i AFM, ultrawysoka próżnia UHV, oddziaływanie fali elektromagnetycznej z materią i zjawiska optyczne w półprzewodnikach, przewodnictwo elektryczne metali i półprzewodników, efekt Halla, metody dyfrakcyjne w badaniach powierzchni kryształów (RHEED), złącza metal-półprzewodnik.

Istotą ćwiczeń laboratoryjnych na pracowni specjalistycznej fizyki ciała stałego jest:

- wdrażanie metod eksperymentalnych do kształcenia studentów,
- przekazywanie studentom wiadomości i wiedzy praktycznej,
- kształcenie umiejętności twórczego rozwiązywania problemów badawczych metodą naukową,
- rozumienie zjawisk i procesów fizycznych oraz rozwijanie w ten sposób zdolności poznawczych studenta,
- kształcenie umiejętności rozumowania dedukcyjnego,
- kształcenie umiejętności planowania doświadczeń i procesów fizycznych,
- kształcenie umiejętności budowania i wykorzystania modeli do wyjaśniania zjawisk i procesów fizycznych,
- kształcenie umiejętności stosowania wiedzy fizycznej do wyjaśniania zasad działania przyrządów pomiarowych stosowanych na pracowni specjalistycznej,
- kształcenie umiejętności analizy ilościowej i statystycznej wyników badań doświadczalnych.

OPIS ZAJĘĆ:

Wykaz ćwiczeń znajdujących się na pracowni specjalistycznej fizyki ciała stałego:

1. Pomiar długości drogi dyfuzji nośników mniejszościowych prądu.

Student wykonuje pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych $I(V)$ złącza metal-półprzewodnik, określa typ przewodnictwa w germanie oraz dokonuje pomiaru długości drogi dyfuzji nośników mniejszościowych w Ge.

2. Ruchliwość dryfowa dziur.

Student wykonuje pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych $I(V)$ złącza metal-półprzewodnik oraz czasu dryfu nośników i wyznacza ruchliwość.

3. Zjawisko Halla w półprzewodnikach.

Student wykonuje pomiar napięcia Halla i przewodnictwa elektrycznego półprzewodnika w funkcji temperatury oraz wyznacza przerwę energetyczną półprzewodnika.

4. Dyfrakcja wysokoenergetycznych elektronów (RHEED).

Student rejestruje obrazy dyfrakcyjne RHEED oraz wyznacza podstawowe wektory translacji dwuwymiarowej sieci.

5. Wzrost i pomiar grubości cienkich warstw metali.

Student naparowuje na płytkę cienką warstwę Ag i dokonuje pomiaru jej grubości przy użyciu mikroskopu interferencyjnego.

6. Skaningowy mikroskop tunelowy (STM).

Student przygotowuje ostrze STM i próbkę do badań a następnie rejestruje obrazy STM oraz wyznacza stałą sieci badanej tej próbki.

7. Mikroskop sił atomowych (AFM)

Student przygotowuje próbkę do badań, rejestruje obrazy AFM oraz wyznacza stałą sieci badanego materiału.

Student przystępujący do wykonywania ćwiczenia posiada niezbędną, ogólną wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej, w szczególności krystalografii, modelu pasmowego ciał stałych, przewodnictwa cieplnego i elektronowego metali oraz półprzewodników, podstawowych metod dyfrakcyjnych i interferencyjnych wykorzystywanych w materii skondensowanej. Ponadto zna podstawowe pojęcia oraz zjawiska zachodzące w ciałach stałych, jak np. efekt Halla, nadprzewodnictwo, tunelowanie przez barierę, kontaktowa różnica potencjałów i in. Od studenta wymagana jest także znajomość obsługi i podłączeń różnych przyrządów elektronicznych, w szczególności mierników elektrycznych i urządzeń cyfrowych.

Warunkiem przystąpienia studenta do wykonywania ćwiczenia jest opanowanie wiadomości teoretycznych, których zakres określony został szczegółowo w instrukcji do każdego ćwiczenia, na podstawie literatury.

Warunkiem zaliczenia pracowni specjalistycznej fizyki ciała stałego jest: zaliczenie kolokwium wstępnych do każdego ćwiczenia, jakie student wykonuje, zestawienie i prawidłowe przeprowadzenie eksperymentów oraz wykonanie sprawozdań z opisem otrzymanych wyników oraz analizą błędu pomiarowego.

LITERATURA:

1. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Fizyka ciała stałego, PWN, Warszawa, 1986.
2. Aldert van der Ziel, Podstawy fizyczne elektroniki ciała stałego, Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1980.
3. M. Subotowicz (red.), Metody doświadczalne w fizyce ciała stałego, Lublin, 1976.
4. M. Subotowicz (red.), Wstęp do fizyki ciała stałego, UMCS, Lublin 1981.
5. C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, Warszawa, 1999.
6. H. Ibach, H. Lüth , Fizyka ciała stałego, PWN Warszawa 1996.

Specjalność (do wyboru)

Biofizyka molekularna i medyczna

PRZEDMIOT: *Pracownia elektroniki*

LICZBA GODZIN: 60 LB

FORMA ZALICZENIA:

GRUPA PRZEDMIOTÓW:

PROWADZĄCY: prof. L. Wójcik, dr hab. K. Bederski, dr A. Wójtowicz

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. L. Wójcik

REALIZOWANE TREŚCI: Zapoznanie studentów z budową i działaniem podstawowych elementów i układów elektronicznych ich charakterystykami. Zaznajomienie się z przyrządami pomiarowymi stosowanymi w elektronice (fizyce) – oscylograf.

Wykaz ćwiczeń przeznaczonych dla studentów Fizyki w Pracowni Elektroniki:

- Badanie charakterystyk diod półprzewodnikowych
- Charakterystyki tranzystorów bipolarnych,
- Charakterystyki tranzystora polowego złączowego
- Charakterystyki tranzystora z izolowaną bramką MOS FET,
- Jednostopniowy wzmacniacz tranzystorowy, wzmacniacze operacyjne –
- Wzmacniacz operacyjny liniowy
- Wzmacniacz różniczkujący i całkujący
- Badanie charakterystyk wzmacniacza LC oraz wzmacniacza szerokopasmowego,
- Charakterystyki wzmacniacza selektywnego z filtrem 2T,
- Oscylograf,
- Badanie własności stabilizatorów napięcia stałego.

Elementy elektroniki cyfrowej:

- elementy logiczne,
- liczniki asynchroniczne, rejestry.

W ramach zajęć studenci wykonują jedno ćwiczenie konstrukcyjne.

Forma zaliczenia: wykonanie 8 ćwiczeń laboratoryjnych i jednego ćwiczenia konstrukcyjnego. Zaliczenie kolokwium przed każdym ćwiczeniem oraz sporządzenia sprawozdania z każdego wykonywanego ćwiczenia.

LITERATURA:

Do każdego ćwiczenia istnieje opis wypożyczany studentom po wyznaczeniu ćwiczenia. Opisy poszczególnych ćwiczeń zawierają literaturę dodatkową. Studenci mogą korzystać również z pracownianej strony internetowej, gdzie również są dostępne opisy ćwiczeń.

PRZEDMIOT: *Biochemia fizyczna*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie w formie testu końcowego

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. W.I. Gruszecki

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. W.I. Gruszecki

TREŚCI REALIZOWANE:

W trakcie zajęć realizowane są następujące treści programowe

1. Historia i zakres biochemii
2. Wiązania chemiczne i oddziaływania międzycząsteczkowe
3. Kwasy nukleinowe i przenoszenie informacji genetycznej (replikacja, transkrypcja, translacja)
4. Białka
 - aminokwasy
 - wiązanie peptydowe
 - struktura białek (fizyczne metody badania struktury)
 - enzymy, kofaktory i kinetyka reakcji enzymatycznych
5. Lipidy i błony biologiczne
 - budowa chemiczna lipidów
 - błony biologiczne
 - fizyczne metody badania błon lipidowych
 - transport membranowy i podstawy elektrofizjologii
6. Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią
7. Techniki obrazowania molekuł i reakcji molekularnych.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia mają na celu wprowadzenie studentów w podstawowe zagadnienia związane z właściwościami fizycznymi molekuł istotnych z punktu widzenia organizmów żywych. W szczególności omawiane są cząsteczki oraz mechanizmy odpowiedzialne za budowę struktur biologicznych oraz za przebieg i regulację metabolizmu w żywych komórkach.

LITERATURA:

1. J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer, Biochemia, PWN, Warszawa, 2005.
2. Encyklopedia fizyki współczesnej, PWN, Warszawa, 1983.
3. M. Bryszewska, W. Leyko, Biofizyka dla biologów. PWN Warszawa, 1997.
4. Z. Józwiak, G. Bartosz, Biofizyka wybrane zagadnienia wraz z ćwiczeniami. PWN Warszawa, 2005.

PRZEDMIOT: *Biofizyka ogólna*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. J. Siewewiesiuk

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. J. Siewewiesiuk

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Bioenergetyka. Budowa i rola cząsteczki ATP. Inne cząsteczki z wiązaniami makroergicznymi.
2. Glikoliza jako źródło energii.
3. Oddychanie i fosforylacja oksydacyjna. Problem sprzężenia i chemiosmotyczna teoria Mitchella.
4. Transport tlenu przez krew. Hemoglobina.
5. Fotosynteza. Budowa aparatu fotosyntetycznego roślin.
6. Pochłanianie światła i przekazywanie wzbudzeń do centrów reakcji.
7. Potencjał redoks i Z-schemat fotosyntezy.
8. Wydzielanie tlenu i problem destrukcji fotodynamicznej.
9. Struktura błon komórkowych.
10. Błona komórkowa jako bariera dyfuzyjna dla jonów. Potencjał spoczynkowy.
11. Komórki pobudliwe. Potencjał czynnościowy.
12. Receptory błonowe. Sygnałowanie i rola jonów wapnia.
13. Regulacja syntezy białka.
14. Rytmy biologiczne.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład przedstawia najważniejsze zagadnienia bioenergetyki: źródła, przechowanie i przemiany energii na poziomie komórkowym. Druga część wykładu dotyczy przepływu informacji ze środowiska do komórki i wykorzystanie tej informacji w procesach życiowych komórki. Wykład z wykorzystaniem przezroczy Power Point.

LITERATURA:

1. M. Bryszewska i W. Leyko (red.), *Biofizyka dla biologów*, PWN Warszawa 1997.
2. L. Stryer, *Biochemia*, PWN Warszawa 1999.
3. S. Miękiś, A. Hendrich, *Wybrane zagadnienia z biofizyki*, Volumed, Wrocław 1998.
4. D.O. Hall, K.K. Rao, *Fotosynteza*, WNT, Warszawa 1999.
5. D.G. Nicholls, S.J. Ferguson, *Bioenergetyka 2*, PWN, Warszawa 1995.

PRZEDMIOT: *Anatomia Człowieka*

LICZBA GODZIN: 15 KW

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie w oparciu o test końcowy

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr Bożena Pawlikowska-Pawłęga

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr Bożena Pawlikowska-Pawłęga

TREŚCI REALIZOWANE:

1. OGÓLNE POJĘCIA ANATOMICZNE
 - a. Postawa anatomiczna, części ciała, orientacja ciała ludzkiego w przestrzeni.
2. UKŁAD SZKIELETOWY
 - a. Formy morfologiczne kości.
 - b. Szkielet osiowy – kręgosłup, szkielet klatki piersiowej.
 - c. Czaszka – mózgoczaszka, trzewioczaszka.
 - d. Szkielet kończyny górnej, szkielet kończyny dolnej.
 - e. Syndesmologia i artrologia ogólna.
3. UKŁAD MIĘŚNIOWY
 - a. Budowa morfologiczna mięśni szkieletowych, typy morfologiczne mięśni szkieletowych, narządy pomocnicze mięśni.
 - b. Topografia mięśni grzbietu, mięśni szyi, klatki piersiowej, mięśni brzucha, mięśni głowy, mięśni kończyny górnej i mięśni kończyny dolnej.
4. UKŁAD NERWOWY
 - a. Tkanka nerwowa.
 - b. Mózgowie , rdzeń kręgowy , opony mózgu i rdzenia kręgowego, nerwy czaskowe, nerwy rdzeniowe.
5. UKŁAD POKARMOWY
 - a. Funkcje układu pokarmowego.
 - b. Topografia i budowa anatomiczna narządów układu pokarmowego: jama ustna, ślinianki, gardło, przełyk, żołądek, jelito cienkie, jelito grube, wątroba, pęcherzyk żółciowy, trzustka.
6. UKŁAD ODDECHOWY
 - a. Górne i dolne drogi oddechowe: jama nosowa, gardło, krtań, tchawica, oskrzelai oskrzeliki.
 - b. Narząd oddechowy: płuca.

7. UKŁAD KRWIONOŚNY

- a. Serce – budowa i funkcje.
- b. Krążenie krwi: krwiobieg mały (płucny), krwiobieg duży (wielki).

8. UKŁAD MOCZOWY

- a. Nerka i zewnętrzne drogi wyprowadzające mocz.

9. UKŁAD ROZRODCZY MĘSKI

- a. Narządy płciowe męskie wewnętrzne: jądro, najądrze, nasieniowód, gruczoły dodatkowe.
- b. Narządy płciowe męskie zewnętrzne: moszna, prącie, cewka moczowa.

10. UKŁAD ROZRODCZY ŻEŃSKI

- a. Narządy płciowe żeńskie wewnętrzne: jajnik, jajowód, macica, pochwa.
- b. Narządy płciowe żeńskie zewnętrzne.

11. UKŁAD DOKREWNY

- a. Przysadka mózgowa, szyszynka, gruczoł tarczowy, gruczoły, nadnercze.

12. NARZĄDY ZMYŚLÓW

- a. Budowa narządu wzroku: elementy budowy gałki ocznej, oś gałki ocznej, oś wzrokowa, narządy pomocnicze.
- b. Podział i budowa narządu słuchu i równowagi: ucho zewnętrzne, ucho środkowe, ucho wewnętrzne.

13. SKÓRA I JEJ WYTWORY

- a. Skóra i wytwory skóry.

OPIS ZAJĘĆ:

Zajęcia praktyczne:

- rozpoznawanie poszczególnych elementów kości człowieka- kręgow, czaszki, kończyn górnej i dolnej, obręczy kończyn.
- interpretacja preparatów, tk. mięśniowej, kostnej, tk. nerwowej, układu rozrodczego, dokrewnego, oddechowego, krwionośnego, moczowego, pokarmowego, skóry.
- praca z modelami skóry, oka i ucha.
- interpretacja tablic anatomicznych z poszczególnych układów.
- konwersatorium dotyczące poszczególnych zagadnień z anatomii człowieka.

LITERATURA:

1. Anatomia człowieka. Redakcja. Janina Sokołowska-Pituchowa, PZWL, Warszawa 1988 (wyd.5).
2. Atlas anatomii człowieka (3 tomy). Redakcja. Р.Д. СИНЕЛБНИКОВ, „МЕДИЦИНА”, МОСКВА 1972.
3. Atlas anatomii człowieka (3 tomy). Ferenc Kiss i Janos Szentagothai, PZWL, Warszawa 1975 (wyd. 1).
4. Zarys anatomii człowieka. Adam Krechowiecki i Florian Czerwiński, PZWL, Warszawa 1992 (wyd.4).
5. Mianownictwo anatomiczne. Franz Feneis.
6. Musculo-skeletal system. Pamela MacKinnon i John Morris. Oxford medical publications 1986. Vol. I.

PRZEDMIOT: *Chemia fizyczna*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin ustny

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. S. Krawczyk

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. S. Krawczyk

TREŚCI REALIZOWANE:

Stany materii i charakterystyczne zjawiska

- gaz (gaz doskonały, gazy rzeczywiste i ich modelowanie)
- ciecz (struktura; oddziaływania molekularne; napięcie powierzchniowe; dyfuzja, lepkość)
- ciało stałe

Elementy termodynamiki chemicznej

- energia wewnętrzna, entalpia (prawo Hessa), entropia, energia swobodna i entalpia swobodna
- potencjał chemiczny

Równowaga chemiczna

- równowaga reakcji chemicznej – stała równowagi, zależność od temperatury i ciśnienia
- równowagi fazowe w układach jedno- i dwuskładnikowych:
 - wykresy fazowe, reguła faz,
 - równowaga para-ciecz, r-nie Clausiusa-Clapeyrona,
 - prawo Raoult, roztwór substancji nielotnej i wyznaczanie mas cząsteczkowych,
 - zależność temperatur wrzenia i krzepnięcia od stężeń,
 - destylacja, azeotropia, eutektyki

Kinetyka chemiczna

- równowaga chemiczna jako stan dynamiczny
- rząd i cząsteczkowość reakcji
- teorie szybkości reakcji:
 - Arrheniusa (zależność od T, energia aktywacji)
 - zderzeniowa (czynnik zderzeniowy w gazie)
 - kompleksu aktywnego (Eyring)
- szybkość przekazu elektronu (Marcus)
- kataliza, reakcje enzymatyczne.

Elektrolity i elektrochemia

- dysocjacja, elektrolity mocne i słabe,
- aktywność i współczynnik aktywności,
- teoria Debye'a mocnych elektrolitów; atmosfera jonowa (warstwa dyfuzyjna), siła jonowa, wpływ na aktywność,
- pH i roztwory buforowe;
- pK i amfolyty (białka), punkt izoelektryczny; elektroforeza
- wskaźniki barwne,
- potencjał elektrochemiczny,
- elektrody: kalomelowa, szklana, Ag/AgCl, platynowa; ogniwa chemiczne

Adsorpcja i warstwy monomolekularne

- napięcie powierzchniowe i aktywność powierzchniowa substancji,
- warstwy monomolekularne i wielowarstwy Langmuira-Blodgett,
- model adsorpcji i izoterma Langmuira; izotermy BET i Freundlicha,
- chemiczne metody analityczne oparte na zjawisku adsorpcji: chromatografia gazowa, chromatografia cieczowa - kolumnowa i cienkowarstwowa

Materia w polach elektrycznym i magnetycznym

- magnetyczny rezonans jądrowy i rezonans paramagnetyczny – podstawy opisu i zastosowań,
- relaksacja dielektryczna

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest przedstawienie podstawowych zjawisk, procesów i teorii z dziedziny chemii, uzupełniających wiedzę o materii skondensowanej objętą zakresem nauczania fizyki doświadczalnej na studiach fizycznych.

LITERATURA:

1. P.W. Atkins – Chemia fizyczna
2. L. Sobczyk, A. Kiszka – Chemia fizyczna dla przyrodników
3. G.M. Barrow – Chemia fizyczna

PRZEDMIOT: *Fizyka medyczna*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie w oparciu o test i/lub obecność

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr W. Grudziński

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr W. Grudziński

TREŚCI REALIZOWANE: W trakcie wykładu realizowane są następujące zagadnienia:

1. Zarys historii fizyki medycznej
2. Zakres zainteresowań fizyki medycznej
3. Zawód specjalisty „Fizyk medyczny”
4. Akceleratory medyczne (rodzaje, budowa, zasada działania, specyfika)
5. Radioterapia
6. brachyterapia (metody LDR, HDR, PDR, MDR)
7. teleterapia (terapia X, gamma, elektronowa, neutronowa, protonowa, ciężkich jonów, borowa terapia neutronowa, technika Gamma Knife, 3D-CRT, IMRT)
8. Elementy dozymetrii i ochrony radiologicznej (jednostki, pojęcia, dawki, wybrane przyrządy)
9. Fizyka zmysłów, mechanika ruchu, sygnały EM w organizmie ludzkim
10. Elementy optometrii
11. Współczesne techniki korekcji wad wzroku (chirurgia refrakcyjna: katarakta, przeszczepy rogówki, keratomia radialna i astygmatyczna, keratomia fotorefrakcyjna, LASIK, Ortokeratoplastyka))

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia realizowane są w postaci wykładu z użyciem nowoczesnych technik multimedialnych. Materiały dodatkowe i uzupełniające w postaci plików PDF, prezentacji multimedialnych i odnośników do stron internetowych zamieszczone są w odpowiednich kursach Wirtualnego Kampusu Instytutu Fizyki UMCS. W ramach Wirtualnego Kampusu studenci mają również możliwość wymiany informacji oraz sformułowania pytań na stworzonych dla nich forach dyskusyjnych.

LITERATURA:

1. Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska. Redakcja. Andrzej Z. Hrynkiewicz i Eugeniusz Rokita, PWN, Warszawa 1999 (wyd.1, s.331).

2. Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii. Redakcja. Andrzej Z. Hrynkiewicz i Eugeniusz Rokita, PWN, Warszawa 2000 (wyd.1, s.231).
3. Scharf Waldemar: Akceleratory biomedyczne., PWN, Warszawa 1994 (wyd.1, s.474).
4. Scharf Waldemar: Akceleratory cząstek naładowanych. Zastosowanie w nauce i technice., PWN, Warszawa 1989 (wyd.1, s.510).
5. Fizyka medyczna. redaktorzy tomu: Grzegorz Pawlicki, Tadeusz Pałko, Natalia Golnik, Barbara Gwiazdowska, Leszek Królicki. Warszawa: Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2002. ISBN 83-87674-37-0.

PRZEDMIOT: *Budowa cząsteczek*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin ustny

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. S. Krawczyk

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. S. Krawczyk

TREŚCI REALIZOWANE:

I. Wstęp.

Atom wodoru – hamiltonian, funkcje i wartości własne, liczby kwantowe.

Budowa elektronowa atomów pierwiastków cięższych od wodoru: C, O, N, S.

Graficzna reprezentacja funkcji falowych – zapoznanie z programem HyperChem.

II. Wiązanie chemiczne.

Równanie Schrödingera dla cząsteczek dwu- i wieloatomowych.

Przybliżenie Borna-Oppenheimera i separacja równań dla funkcji elektronowej i oscylacyjnej.

Metoda wariacyjna - przykład dla parametrów liniowych.

Jon wodoru H_2^+ - orbitale wiążące i antywiążące, natura wiązania kowalencyjnego.

III. Budowa przestrzenna molekuł i stany elektronowe.

Teoria wiązań skierowanych (walencyjnych) VB.

Budowa elektronowa cząsteczek dwuatomowych homojądrowych. Orbitale σ , π , n.

Hybrydyzacja orbitali atomowych i budowa charakterystycznych grup i cząsteczek wieloatomowych (węglowodory alifatyczne, aromatyczne, alkohole, estry, ketony, kwasy karboksylowe, aminy, wiązanie peptydowe).

Elementy teorii orbitali molekularnych.

Przybliżenie orbitalne (jednoelektronowe) i wyznacznikowe funkcje falowe.

Równania Hartree-Focka i metoda LCAO. Metoda funkcjonału gęstości (DFT).

Metody *ab initio* i półempiryczne. Przykłady obliczeń – struktura geometryczna i struktura elektronowa - polieny, poliaceny, karotenoidy, porfiryny i chlorofile.

Oddziaływania molekularne krótkozasięgowe – koordynacyjne, wodorowe, kompleks z przeniesieniem ładunku i odpowiadające im struktury molekularne.

Elektronowe stany wzbudzone

Opis elektronowych stanów wzbudzonych: konfiguracje wzbudzone jedno- i wielokrotnie.

IV. Stany oscylacyjne.

Klasyczny opis oscylacji.

Układ o wielu stopniach swobody w przybliżeniu harmonicznym: współrzędne geometryczne, masowe i normalne.

Kwantowy opis oscylacji w cząsteczkach.

Wyrażenia dla operatorów energii kinetycznej i potencjalnej i separacja modów we współrzędnych normalnych.

Funkcje i stany oscylatora harmonicznego.

Mody normalne, charakterystyczne częstości oscylacyjne i ich związki ze strukturą i oddziaływaniami molekularnymi.

V. Elektronowo-oscyłacyjne widma absorpcji cząsteczek wieloatomowych.

Prawdopodobieństwo przejścia i dipolowy moment przejścia.

Zmiana geometrii cząsteczki w elektronowym stanie wzbudzonym i jej związek z czynnikami Francka-Condon'a i kształtem widma absorpcji.

OPIS ZAJĘĆ: Głównym celem wykładu jest przedstawienie podstawowych zasad kwantowego opisu struktury geometrycznej, budowy powłoki elektronowej i oscylacji molekuł. Elementy opisu teoretycznego są ilustrowane rezultatami wykonywanych na bieżąco obliczeń (HyperChem): analizą ich wyników liczbowych oraz graficzną prezentacją struktury geometrycznej molekuł, orbitali, oscylacji wewnątrzcząsteczkowych. Analiza przykładowych struktur jest ukierunkowana na kształtowanie intuicyjnych wyobrażeń pomocnych w rozumieniu struktury, oddziaływań molekularnych i podstaw spektroskopii molekuł organicznych.

LITERATURA:

1. Włodzimierz Kołos – Chemia kwantowa.
2. Joanna Sadlej, Włodzimierz Kołos – Atom i cząsteczka.
3. Alojzy Gołębiowski – Chemia kwantowa związków organicznych .
4. Hermann Haken, Hans Wolf – Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej .
5. Lucjan Piela – Idee chemii kwantowej .

PRZEDMIOT: *Współczesna diagnostyka medyczna*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie w oparciu o test i/lub obecność

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr M. Wiertel, dr W. Grudziński, dr R. Luchowski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr W. Grudziński

TREŚCI REALIZOWANE: W trakcie wykładu realizowane są następujące zagadnienia:

1. Obrazowanie rentgenowskie

- a. budowa lamp RTG, układy sterowania i zasilania, pozycjonowanie wiązki;
 - i. cechy wiązki i ich zależność od parametrów pracy i budowy lampy;
- b. metody rejestracji, korygowania, wzmacniania i archiwizacji obrazu
 - i. klisze, pamięci luminescencyjne (memory phosphors, flat panel)
 - ii. geometria układu rejestracji,
 - iii. czynniki wpływające na jakość obrazu
 - iv. siatki korygujące, ekrany transformujące i wzmacniające
 - v. system PACS

2. Ultrasonografia

- a. podstawy fizyczne (rozchodzenie, załamanie, rozdzielczość);
- b. tryby pracy, ogniskowanie;
- c. wykorzystanie harmonicznnych, usg dopplerowskie

3. Tomografia komputerowa (*Computed Tomography – CT*)

- a. podstawowe pojęcia (voxel, liczby CT, rekonstrukcja obrazu, projekcja tylna)
- b. metody rekonstrukcji obrazu (sumacyjna – *back projection*, iteracyjne, analityczne)
- c. rozwój rentgenowskich technik CT – kolejne generacje urządzeń;
- d. pozytonowa tomografia emisyjna (*Positron emission tomography, PET*)
 - i. podstawy fizyczne, rozdzielczość
 1. budowa (detektory, scyntylatory)
 - ii. specyfika analizy obrazu (rozpraszanie, osłabienie)
 - iii. zakres stosowania

4. Obrazowanie magnetycznym rezonansem jądrowym (*magnetic resonance imaging*)

- a. podstawy fizyczne techniki, zakres stosowania
- b. budowa aparatu, pomieszczeń

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia realizowane są w postaci wykładu z użyciem nowoczesnych technik multimedialnych. Materiały dodatkowe i uzupełniające w postaci plików PDF, prezentacji multimedialnych i odnośników do stron internetowych zamieszczone są w odpowiednich kursach Wirtualnego Kampusu Instytutu Fizyki UMCS. W ramach Wirtualnego Kampusu studenci mają również możliwość wymiany informacji oraz sformułowania pytań na stworzonych dla nich forach dyskusyjnych.

LITERATURA:

1. Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska. Redakcja. Andrzej Z. Hrynkiewicz i Eugeniusz Rokita, PWN, Warszawa 1999 (wyd.1, s.331).
2. Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii. Redakcja. Andrzej Z. Hrynkiewicz i Eugeniusz Rokita, PWN, Warszawa 2000 (wyd.1, s.231).
3. Peter E. Valk, Dominique Delbeke, Dale L. Bailey, David W. Townsend and Michael N. Maisey (Eds) Positron Emission Tomography Clinical Practice, Springer, 2006
4. Dominik Weishaupt, Victor D. Koechli, Borut Marincek, How Does MRI Work?: An Introduction to the Physics and Function of Magnetic Resonance Imaging, Springer, 2006

PRZEDMIOT: *Modelowanie matematyczne w biofizyce*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTOW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. J. Siewewiesiuk

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. J. Siewewiesiuk

TREŚCI REALIZOWANE:

I. Podstawy dynamiki nieliniowej

1. Liniowy układ dynamiczny n -tego rzędu. Stabilność punktów równowagi. Klasyfikacja punktów równowagi układu 2-go rzędu.
2. Układy nieliniowe. Znajdowanie punktów równowagi. Linearyzacja układu. Izokliny główne, trajektorie i portrety fazowe układów 2-go rzędu.
3. Układy nieliniowe wyższych rzędów. Twierdzenie Tichonowa.

II. Układy oscylacyjne

4. Ogólne własności układów oscylacyjnych. Bifurkacja Hopfa. Kryterium Bendixsona.
5. Generator Van der Pola.
6. Układ Volterra drapieżnik- ofiara.
7. Oscylator Goodwina.
8. Rytm biologiczne.

III. Układy przełącznikowe

9. Selekcja spośród jednakowo sprawnych gatunków wynikająca z oddziaływań antagonistycznych.
10. Schemat regulacji syntezy białka według Jacoba i Monoda.

IV. Układy pobudliwe

11. Model Hodgkina-Huxleya.
12. Układ FitzHugh-Nagumo.
13. Pobudliwy system reakcji enzymatycznych.

V. Układy niepunktowe z dyfuzją

14. Podstawy matematyczne.
15. Przykłady struktur dyssypatywnych i fal w ośrodkach pobudliwych.

VI. Modele z dyskretnym czasem

16. Odwzorowanie logistyczne. Punkty stałe i ich stabilność.
17. Rozwiązania okresowe. Skalowanie, fraktale i chaos.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład ma na celu zapoznanie studentów ze sposobami formułowania modeli matematycznych procesów biologicznych oraz z metodami analizy dynamiki tych modeli. Metody te są prezentowane na przykładach najważniejszych osiągnięć w tej dziedzinie. Wykład ilustrowany przezroczami ppt.

LITERATURA:

1. D.S. Czernawski, J. M. Romanowski i N.W. Stiepanowa, Modelowanie matematyczne w biofizyce, PWN, Warszawa 1979.
2. J. Uchmański, Klasyczna ekologia matematyczna, PWN, Warszawa 1992.
3. H.G. Schuster, Chaos deterministyczny Wprowadzenie, PWN, Warszawa 1993.
4. A.H. Nayfeh and B. Balachandran, Applied Nonlinear Dynamics, Wiley, New York 1994.
5. U. Foryś, Matematyka w biologii, WNT, Warszawa 2005.
6. J.D. Murray, Wprowadzenie do biomatematyki, PWN, Warszawa 2006.

PRZEDMIOT: *Pracownia Specjalistyczna Biofizyki*

LICZBA GODZIN: 150 LB (po 75h w semestrach V i VI)

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. W.I. Gruszecki, dr W. Grudziński, dr R. Luchowski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr W. Grudziński

TREŚCI REALIZOWANE:

OPIS ZAJĘĆ: Spis ćwiczeń:

1. Praca z programem HyperChem
2. Pomiar widm IR prostych związków organicznych
3. Pomiar widm absorpcji roztworów barwników organicznych
4. Badanie jednocząsteczkowych warstw lipidów na granicy faz woda powietrze
5. Izolacja i oczyszczanie barwników aparatu fotosyntetycznego
6. Badanie przejść fazowych w błonach lipidowych metodą kalorymetryczną
7. Badanie fluorescencji wybranych związków organicznych
8. Badanie fotoutleniania chlorofilu w roztworze

LITERATURA:

1. Wanda Leyko (red.), *Biofizyka dla Biologów*, PWN Warszawa, 1983.
2. Jerzy Kączkowski, *Biochemia roślin*, PWN Warszawa, 1992.
3. Lubert Stryer, *Biochemia*, PWN Warszawa 1997.
4. J. Siewiesiuk *Biofizyka lipidów w Biofizyka dla biologów* red. M. Bryszewska, W. Leyko, PWN (1997), Warszawa.
5. St. Przestalski *Błony komórkowe w Encyklopedia fizyki współczesnej*, PWN (1983), Warszawa.
6. Kęcki Z. *Podstawy spektroskopii molekularnej*, PWN (1972), Warszawa.
7. Twardowski J., *Biospektroskopia (cz. 4)*, PWN Warszawa 1990.
8. H. Haken, H. Ch. Wolf, *Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1998.
9. Kołos Włodzimierz *Chemia kwantowa*, PWN (1986), Warszawa.
10. Konarski J., *Teoretyczne podstawy spektroskopii molekularnej*” rozdz 1.2 PWN, Warszawa 1991.
11. Bryszewska M., Leyko W. *Biofizyka dla biologów*, PWN Warszawa (1997).

12. Zygfryd Witkiewicz, Podstawy chromatografii, WNT, Warszawa, (2000).
13. Paszyc Stefan, Podstawy fotochemii, PWN, Warszawa (1983).
14. Rao C. N. R., Spektroskopia elektronowa związków organicznych, PWN, Warszawa, (1982).
15. Wróbel D. Podstawy fotonowych procesów molekularnych, WPP, Poznań 1998.
16. P. Suppan Chemia i światło, PWN, Warszawa 1997.

PRZEDMIOT: *Pracownia Fizyczna II*

LICZBA GODZIN: 75 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie z oceną wliczaną do średniej

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. M. Jałochowski, dr K. Paprocki, dr T. Kwapiński, dr P. Mazurek,
dr L.E. Misiak

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Jałochowski

TREŚCI REALIZOWANE:

Treści kształcenia: Metody pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej – także z zastosowaniem technik elektronicznych i komputerowego wspomaganie eksperymentu. Planowanie pomiarów, budowa układów pomiarowych, wykonanie pomiarów, ocena niepewności pomiarów.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: przeprowadzania prostych pomiarów fizycznych; stosowania metodyki pomiarów fizycznych; analizy danych pomiarowych; prezentacji oraz interpretacji wyników pomiarów.

Celem zajęć laboratoryjnych Pracowni Fizycznej II jest:

1. - praktyczna ilustracja zjawisk fizycznych z zakresu podstaw fizyki,
2. - Wdrożenie metod eksperymentalnych do kształcenia studentów,
3. - Nauczenie obsługi przyrządów pomiarowych,
4. - Nauczenie umiejętności zestawiania aparatury i planowania przebiegu eksperymentu,
5. - Nauczenie rejestracji, opracowania i dyskusji wyników pomiarów,
6. - Kształtowanie umiejętności i nawyków, osiągnięcie celów edukacyjnych poprzez upodobnienie procesu kształcenia w zakresie fizyki do procesu badania naukowego.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia w Pracowni Fizycznej II trwają dwa semestry. Studenci mają do dyspozycji 12 zestawów ćwiczeń, zakresem tematycznym obejmujących kurs fizyki I-go stopnia. Każdy student wykonuje wybrane ćwiczenia po uprzednim zaliczeniu kolokwium wstępnego dotyczącego znajomości podstaw teorii, aparatury, metod pomiarowych i analizy uzyskanych wyników.

Zaliczenie z Pracowni Fizycznej II student otrzymuje od prowadzącego zajęcia w danej grupie. Na ocenę końcowa wpływają:

2. oceny za poszczególne kolokwia wstępne,
3. wykazane umiejętności i aktywność podczas wykonywania ćwiczenia,
4. jakość sprawozdania z wykonania ćwiczenia,

5. liczba wykonanych ćwiczeń.

W skład ćwiczeń laboratoryjnych wchodzi zestaw pod nazwami:

1. Promieniotwórczość,
2. Zjawisko Faradaya,
3. Mikrofała,
4. Wyznaczanie stosunku e/m ,
5. Doświadczenie Francka-Hertza,
6. Refraktometr Abbego,
7. Własności piroelektryczne kryształów,
8. Efekt Halla w metalach,
9. Doświadczenie Millikana,
10. Rezonanse elektryczne,
11. Licznik Geigera-Muellera,
12. Pomiar siły termoelektrycznej

LITERATURA:

1. T. Dryński, *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, PWN, Warszawa 1985.
2. F. Karczmarek, *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki dla zaawansowanych*, PWN, Warszawa 1982.
3. D. Porter, *Metody obliczeniowe fizyki*, PWN, Warszawa 1982.
4. S. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, Tom I-V, PWN, Warszawa 1983.
5. C. Kittel, *Wstęp do fizyki ciała stałego*, PWN, Warszawa 1999.
6. A. Oleś, *Metody eksperymentalne fizyki ciała stałego*, WNT, Warszawa 1983.
7. A. Strzałkowski, *Wstęp do fizyki jądra atomowego*, PWN, Warszawa 1978.
8. J. Hennel, *Podstawy elektroniki półprzewodnikowej*, WNT, Warszawa 1995.
9. T. Goworek, *Wstęp do fizyki atomu*, skrypt, UMCS, Lublin 1987.
10. J. Ginter, *Fizyka fal, promieniowanie i dyfrakcja, stany związane*, PWN, Warszawa 1993.
11. R. Litwin, M. Suski, *Technika mikrofalowa*, WNT, Warszawa, 1972.

PRZEDMIOT: *Pracownia Kliniczna* (realizowana w Zakładzie Medycyny
Nuklearnej, Okręgowego Szpitala Kolejowego)

LICZBA GODZIN: 75 LB (realizowane przez dwa semestry)

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: mgr K. Standzikowski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: mgr K. Standzikowski

TREŚCI REALIZOWANE:

ZAGADNIENIA:

1. Zapoznanie się z specyfiką pracy w Zakładzie Medycyny Nuklearnej;
2. Zagadnienia ochrony radiologicznej pacjenta i pracownika;
3. Budowa i obsługa generatora radionuklidowego;
4. Budowa i obsługa kalibratora dawek, pomiar aktywności eluatu;
5. Przygotowywanie wybranych radiofarmaceutyków;
6. Budowa i obsługa gammakamery, rodzaje scyntygrafii, parametry akwizycji, przygotowanie pacjenta;
7. Budowa i obsługa radiometrów;
8. Postępowanie z odpadami promieniotwórczymi w Zakładzie;
9. Współczesne Zakłady Medycyny Nuklearnej – inne zastosowania promieniowania jonizującego w medycynie.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia odbywają się w grupach trzyosobowych. Pierwsza grupa pod nadzorem prowadzącego przeprowadza elucję generatora w magazynie źródeł promieniotwórczych. Następnie studenci z otrzymanego roztworu przygotowują radiofarmaceutyki, oraz przy pomocy kalibratora dawek szacują odpowiednie aktywności znacznika dla poszczególnych pacjentów. Druga grupa (trzy osobowa) przygotowuje pokój do badań scyntygraficznych tj. włącza gamma kamerę i ustawia jej początkowe parametry, a w przypadku badania renoscyntygraficznego zmienia kolimator. Przed rozpoczęciem badania studenci układają pacjenta na odpowiedniej leżance i ustawiają głowice gamma kamery w odpowiedniej pozycji. Następnie jedna osoba z grupy wprowadza parametry akwizycji, oraz jeśli wszystko sprawdzi prowadzący zajęcia uruchamia badanie. Obie podgrupy kontrolują i obserwują przebieg badania tak żeby obraz scyntygraficzny był poprawny i jak najlepszej jakości. Wykonują dodatkowe czynności związane z badaniem. Po wyjściu z zakładu ostatniego pacjenta studenci sprzątają swoje stanowiska pracy i wyłączają

poszczególne urządzenia. Następnie miernikiem ECO-C sprawdzają czy nie nastąpiły skażenia pomieszczeń, w szczególności pokoju zabiegowego oraz pokoju scyntygraficznego. Następnie prowadzący sprawdza u studentów czy na odzieży i rękach nie nastąpiła dekontaminacja.

LITERATURA:

1. „Nuclear Medicine the requisites” James H. Thrall, Harvey A. Ziessman.
2. “Atlas of Bone Scintigraphy” Jaroslav Vizda, Hana Krizova, Elen Urbanova.
3. “Year book of nuclear medicine” Paul B. Hoffer, John C. Gore, Alexander Gottschalk, Dirk Sostman, Barry L. Zaret, I. George Zubal.

Specjalność (do wyboru)

Fizyka doświadczalna

PRZEDMIOT: *Elektronika*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. L. Wójcik, dr hab. K. Bederski, dr A. Wójtowicz

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. L. Wójcik

TREŚCI REALIZOWANE: Prawo Ohma i prawa Kirchoffa. Sieci rezystorowe – teoria Thevenina. Elementy bierne RLC.

Rezystory: łączenie rezystorów, dzielnik napięcia, potencjometr. Symbole i oznaczenia oporników. Kod paskowy. Kondensatory: rodzaje kondensatorów, symbole i sposoby ich oznakowania. Łączenie kondensatorów, ładowanie i rozładowanie kondensatora przez opór. Indukcyjność: cewka indukcyjna i transformator. Sygnały sinusoidalne, prostokątne, piłowe, trójkątne. Analiza składowych harmonicznyc. Elementy RLC w obwodzie prądu zmiennego. Rezonans szeregowy i równoległy. Różne metody pomiaru częstości drgań elektrycznych. Oscylograf – budowa i działanie. Pomiar dokonywane przy pomocy oscyloskopu. Składanie drgań sinusoidalnych zachodzących w płaszczyznach wzajemnie prostopadłych – figury Lissajous dla różnych stosunków f_x/f_y . Oscylograf impulsowy – całkowanie i różniczkowanie impulsów. Półprzewodniki: diody półprzewodnikowe o małej koncentracji domieszek. Diody o dużej koncentracji domieszek – dioda tunelowa i dioda Zenera. Diody elektroluminescencyjne. Charakterystyki diod. Tranzystory: budowa tranzystora warstwowego. Model pasmowy tranzystora niespolaryzowanego. Model pasmowy przy polaryzacji złącza emiterowego, polaryzacji zaporowej złącza kolektorowego i jednoczesnej polaryzacji obu złącz. Parametry czwórnikowe tranzystora. Parametry „h” w układzie wspólnego kolektora, wspólnej bazy lub wspólnego emitera. Tranzystory polowe złączowe i z izolowaną bramką Charakterystyki statyczne tranzystora. Praca tranzystora w układzie wzmacniającym. Charakterystyki dynamiczne tranzystora w układzie OE. Jednostopniowy wzmacniacz tranzystorowy – budowa, działanie i charakterystyki. Wzmacniacze złożone: akustyczne, rezonansowe i szerokopasmowe. Charakterystyki wzmacniaczy. Sprzężenia zwrotne we wzmacniaczach. Wzmacniacze operacyjne. Zastosowania wzmacniaczy operacyjnych. Wzmacniacze nieodwracające, odwracające, wtórnik napięciowe, integratory, komparatory, prostowniki liniowe. Wzmacniacze prądu stałego. Pomiar małych prądów. Zastosowanie w spektrometrii mas (elektrometry). Stabilizatory napięcia – parametryczne i kompensacyjne. Parametry i charakterystyki stabilizatorów.

Generatory drgań sinusoidalnych RC i LC. Generacja drgań prostokątnych i trójkątnych.

Elementy elektroniki cyfrowej:

Elementy logiczne AND, NAND, OR, NOR, EXOR. Sumator, dekodery, multiplekser, demultiplekser. Przerzutniki proste i złożone JK MasterSlave. **Liczniki** asynchroniczne i synchroniczne. Pamięci i rejestry. Budowa i działanie mikroprocesora jednoukładowego.

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest przyswojenie przez studentów podstawowych wiadomości z dziedziny elektroniki analogowej, a także przekazanie elementarnych wiadomości z dziedziny elektroniki cyfrowej. Wykład może być uzupełniony praktycznymi zajęciami w Pracowni Elektroniki, gdzie student może wykonując ćwiczenia utrwalić materiał z wykładu.

LITERATURA:

1. P. Horowitz, W. Hill, Sztuka Elektroniki., cz. 1 i cz. 2., Wydawnictwo Komunikacji i Łączności 1995.
2. W. Golde, Wzmacniacze tranzystorowe., WNT, Warszawa 1975.
3. Z. Kulka, M. Nadachowski, Liniowe układy scalone i ich zastosowanie., Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1975.
4. Pracownia Elektroniki , praca zbiorowa pod redakcją L. Gładyszewskiego i M. Subotowicza, UMCS 1972.
5. A. Borkowski, Układy scalone w stabilizatorach napięcia stałego. WNT, Warszawa, 1979.
6. A. Rydzewski, K. Sacha, Mikrokomputer: elementy, budowa i działanie, Wydawnictwo Czasopism i Książek Technicznych NOT SIGMA, Warszawa 1987.

PRZEDMIOT: *Pracownia elektroniki*

LICZBA GODZIN: 60 LB

FORMA ZALICZENIA:

GRUPA PRZEDMIOTÓW:

PROWADZĄCY: prof. L. Wójcik, dr hab. K. Bederski, dr A. Wójtowicz

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. L. Wójcik

TREŚCI REALIZOWANE:

Wykaz ćwiczeń przeznaczonych dla studentów Fizyki w Pracowni Elektroniki:

- Badanie charakterystyk diod półprzewodnikowych
- Charakterystyki tranzystorów bipolarnych,
- Charakterystyki tranzystora polowego złączowego
- Charakterystyki tranzystora z izolowaną bramką MOS FET,
- Jednostopniowy wzmacniacz tranzystorowy, wzmacniacze operacyjne –
- Wzmacniacz operacyjny liniowy
- Wzmacniacz różniczkujący i całkujący
- Badanie charakterystyk wzmacniacza LC oraz wzmacniacza szerokopasmowego,
- Charakterystyki wzmacniacza selektywnego z filtrem 2T,
- Oscylograf,
- Badanie własności stabilizatorów napięcia stałego.

Elementy elektroniki cyfrowej:

- elementy logiczne,
- liczniki asynchroniczne, rejestry.

W ramach zajęć studenci wykonują jedno ćwiczenie konstrukcyjne.

OPIS ZAJĘĆ:

Zapoznanie studentów z budową i działaniem podstawowych elementów i układów elektronicznych ich charakterystykami. Zaznajomienie się z przyrządami pomiarowymi stosowanymi w elektronice (fizyce) – oscylograf.

Forma zaliczenia: wykonanie 8 ćwiczeń laboratoryjnych i jednego ćwiczenia konstrukcyjnego. Zaliczenie kolokwium przed każdym ćwiczeniem oraz sporządzenia sprawozdania z każdego wykonywanego ćwiczenia.

LITERATURA:

Do każdego ćwiczenia istnieje opis wypożyczany studentom po wyznaczeniu ćwiczenia. Opisy poszczególnych ćwiczeń zawierają literaturę dodatkową. Studenci mogą korzystać również z pracownianej strony internetowej, gdzie również są dostępne opisy ćwiczeń.

PRZEDMIOT: *Rysunek Techniczny*

LICZBA GODZIN: 15 LB

FORMA ZALICZENIA: zal.

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: mgr P. Dyniec

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: mgr P. Dyniec

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Rzuty prostokątne, rozmieszczenie rzutów, metoda europejska i amerykańska, rzuty aksonometryczne.
2. Znormalizowane elementy rysunku technicznego: formaty arkuszy, tabliczki tytułowe, linie rysunkowe, podziałki, pismo techniczne.
3. Widoki, przekroje, kłady.
4. Wymiarowanie.
5. Tolerowanie wymiarów.
6. Schematy mechaniczne, elektryczne, techniki próżniowej.
7. Wprowadzenie do oprogramowania CAD.

OPIS ZAJĘĆ: Celem zajęć jest zaznajomienie studentów nauczanie studentów specjalności doświadczalnych podstaw języka rysunku technicznego. Zakres materiału ma umożliwić czytanie i tworzenie prostych rysunków technicznych podstawowych brył i elementów konstrukcyjnych nieskomplikowanych urządzeń mechanicznych, elektrycznych i próżniowych. Omówione zostaną podstawowe funkcje programu typu CAD. Studenci wykonają proste projekty z pomocą oprogramowania.

Zajęcia będą odbywać się w cyklu cotygodniowym, w formie na przemian występujących po sobie wykładów i ćwiczeń w pracowni wyposażonej w komputery z zainstalowanym specjalistycznym oprogramowaniem typu CAD. Wykłady przeprowadzone zostaną za pomocą slajdów. Ćwiczenia będą polegały na utrwaleniu materiału przedstawionego na wykładzie przez zastosowanie go do konkretnych przykładów. Studenci co dwa tygodnie otrzymywać będą zadania domowe dotyczące bieżących tematów. Warunkiem zaliczenia będzie obecność na zajęciach i pozytywna ocena ze wszystkich zadań domowych.

LITERATURA:

1. T. Dobrzyński, *Rysunek techniczny maszynowy*, WNT, Warszawa 1998.
2. K. Paprocki, *Zasady Zapisu Konstrukcji*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2000.
3. A. Bober, M. Dudziak, *Zapis konstrukcji*, PWN, Warszawa 1999.

PRZEDMIOT: *Pracownia Fizyczna II*

LICZBA GODZIN: 150 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie z oceną wliczaną do średniej

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. M. Jałochowski, dr K. Paprocki, dr T. Kwapiński, dr P. Mazurek, dr L.E. Misiak

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Jałochowski

TREŚCI REALIZOWANE: *Treści kształcenia:* Metody pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej – także z zastosowaniem technik elektronicznych i komputerowego wspomaganie eksperymentu. Planowanie pomiarów, budowa układów pomiarowych, wykonanie pomiarów, ocena niepewności pomiarów.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: przeprowadzania prostych pomiarów fizycznych; stosowania metodyki pomiarów fizycznych; analizy danych pomiarowych; prezentacji oraz interpretacji wyników pomiarów.

Celem zajęć laboratoryjnych Pracowni Fizycznej II jest:

7. - praktyczna ilustracja zjawisk fizycznych z zakresu podstaw fizyki,
8. - Wdrożenie metod eksperymentalnych do kształcenia studentów,
9. - Nauczenie obsługi przyrządów pomiarowych,
10. - Nauczenie umiejętności zestawiania aparatury i planowania przebiegu eksperymentu,
11. - Nauczenie rejestracji, opracowania i dyskusji wyników pomiarów,
12. - Kształtowania umiejętności i nawyków, osiągnięcie celów edukacyjnych poprzez upodobnienie procesu kształcenia w zakresie fizyki do procesu badania naukowego.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia w Pracowni Fizycznej II trwają dwa semestry. Studenci mają do dyspozycji 12 zestawów ćwiczeń, zakresem tematycznym obejmujących kurs fizyki I-go stopnia. Każdy student wykonuje wybrane ćwiczenia po uprzednim zaliczeniu kolokwium wstępnego dotyczącego znajomości podstaw teorii, aparatury, metod pomiarowych i analizy uzyskanych wyników.

Zaliczenie z Pracowni Fizycznej II student otrzymuje od prowadzącego zajęcia w danej grupie. Na ocenę końcowa wpływają:

1. oceny za poszczególne kolokwia wstępne,
2. wykazane umiejętności i aktywność podczas wykonywania ćwiczenia,
3. jakość sprawozdania z wykonania ćwiczenia,

4. liczba wykonanych ćwiczeń.

W skład ćwiczeń laboratoryjnych wchodzi zestaw pod nazwami:

1. Promieniotwórczość,
2. Zjawisko Faradaya,
3. Mikrofała,
4. Wyznaczanie stosunku e/m ,
5. Doświadczenie Francka-Hertza,
6. Refraktometr Abbego,
7. Własności piroelektryczne kryształów,
8. Efekt Halla w metalach,
9. Doświadczenie Millikana,
10. Rezonanse elektryczne,
11. Licznik Geigera-Muellera,
12. Pomiar siły termoelektrycznej

LITERATURA:

1. T. Dryński, *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, PWN, Warszawa 1985.
2. F. Karczmarek, *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki dla zaawansowanych*, PWN, Warszawa 1982.
3. D. Porter, *Metody obliczeniowe fizyki*, PWN, Warszawa 1982.
4. S. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, Tom I-V, PWN, Warszawa 1983.
5. C. Kittel, *Wstęp do fizyki ciała stałego*, PWN, Warszawa 1999.
6. A. Oleś, *Metody eksperymentalne fizyki ciała stałego*, WNT, Warszawa 1983.
7. A. Strzałkowski, *Wstęp do fizyki jądra atomowego*, PWN, Warszawa 1978.
8. J. Hennel, *Podstawy elektroniki półprzewodnikowej*, WNT, Warszawa 1995.
9. T. Goworek, *Wstęp do fizyki atomu*, skrypt, UMCS, Lublin 1987.
10. J. Ginter, *Fizyka fal, promieniowanie i dyfrakcja, stany związane*, PWN, Warszawa 1993.
11. R. Litwin, M. Suski, *Technika mikrofalowa*, WNT, Warszawa, 1972.

PRZEDMIOT: *Elektronika i automatyka pomiarów*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA:

GRUPA PRZEDMIOTÓW:

PROWADZĄCY: dr J. Kotliński

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr J. Kotliński

TREŚCI REALIZOWANE:

cele przedmiotu:

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z podstawami techniki mikroprocesorowej i zastosowaniem systemów mikroprocesorowych do prowadzenia pomiarów i sterowania obiektu regulacji w czasie rzeczywistym.

wymagania wstępne:

podstawowe wiadomości z zakresu elektroniki.

zawartość programowa:

1. elementy elektroniki w technice komputerowej:

- podstawowe elementy elektroniki cyfrowej;
- pamięci ROM i RAM;
- mikroprocesor – budowa i zasada działania;
- budowa mikrokomputera;
- mikrokontrolery;
- urządzenia I/O systemów mikroprocesorowych;

1. wzorce wielkości mierzalnych:

- wzorce wielkości fizyko-chemicznych;
- stabilność wzorców;

11. czujniki i przetworniki wielkości mierzalnych

- czujniki wielkości mechanicznych, elektrycznych i optycznych;
- monolityczne czujniki półprzewodnikowe;
- właściwości statyczne i dynamiczne czujników pomiarowych;

12. elementy toru pomiarowego przyrządów pomiarowych:

- wzmacnianie i tłumienie sygnału;

detekcja sygnału wzmocnionego;
miejsce wzorca w torze pomiarowym;
korekcja charakterystyk torów pomiarowych;

13. przyrządy pomiarowe:

klasyczne przyrządy pomiarowe i ich współczesne odpowiedniki;
właściwości statyczne i dynamiczne przyrządów pomiarowych;
autokalibracja przyrządów pomiarowych;
mikroprocesorowe przyrządy pomiarowe;

14. wprowadzenie do automatyki sterowania:

matematyczny opis liniowych układów ciągłych;
podstawowe elementy automatyki - sposób działania elementów oraz ich
charakterystyki czasowo-częstotliwościowe;
regulatory liniowe P, PI, PD i PID;
stabilność liniowych układów regulacji automatycznej - kryteria stabilności;

4. wybrane przykłady komputerowej techniki prowadzenia pomiaru i sterowania.

LITERATURA:

1. Paul Horowitz, Winfield Hill: 'Sztuka elektroniki'; Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1992, ISBN 83-206-1019-2;
2. Chwaleba Augustyn, Poniński Maciej, Siedlecki Andrzej: 'Metrologia elektryczna'; Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2009, ISBN 978-83-204-3347-0;
3. Rumatowski Karol: 'Podstawy automatyki. Część 1. Układy liniowe o działaniu ciągłym'; Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej; Poznań 2004; ISBN 83-7143-304-2; wydanie 1;
4. Jerzy Kotliński: 'Komputerowe systemy pomiarowe – praktyka miernictwa i sterowania'; skrypt UMCS (w przygotowaniu);

Literatura pomocnicza:

1. Stanisław Bolkowski: 'Teoria obwodów elektrycznych'; Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2001, ISBN 83-204-2638-3;
2. Dag Stranneby: 'Cyfrowe przetwarzanie sygnałów'; Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2004, ISBN 83-921073-4-9

PRZEDMIOT: *Metody spektroskopowe*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. M. Jałochowski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Jałochowski

TREŚCI REALIZOWANE: *Treści kształcenia:* źródła promieniowania do celów spektroskopowych, spektrometry optyczne, detektory promieniowania, spektroskopia optyczna w zakresie widzialnym, spektroskopia optyczna w zakresie podczerwieni, optyka elektronowa, źródła elektronów i jonów, analizatory energii elektronów i jonów, detektory elektronów i jonów, spektroskopia Augura, źródła promieniowania ultrafioletowego, źródła promieniowania X, zjawisko fotoemisji i spektroskopia fotoemisyjna, *Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienie istoty metod spektroskopowych, prowadzenia eksperymentu i sposobu wykorzystania informacji wynikających z pomiarów.

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest nauczenie studentów rozumienia zjawisk fizycznych stanowiących istotę wybranych, powszechnych metod spektroskopowych, oraz poznanie aparatury służącej do pomiarów spektroskopowych.

W części poświęconej optycznym metodom spektroskopowym omówione zostaną źródła promieniowania światła, widma promieniowania emitowane przez poszczególne rodzaje źródeł, elementy optyki formującej wiązki promieniowania, monochromatory, polaryzatory i sposoby zasilania. Opisane zostaną optyczne spektrometry do pomiarów transmisji i odbicia promieniowania. Przedstawione zostaną zasady pracy i charakterystyczne parametry detektorów promieniowania od zakresu dalekiej podczerwieni, do promieniowania w zakresie ultrafioletu. Omówione zostaną metody rejestracji widm spektroskopowych z wykorzystaniem technik komputerowych. Opisane zostaną związki pomiędzy obserwowanym widmem a stałymi materiałowymi i parametrami metali, półprzewodników, izolatorów i roztworów. Przedstawione zostaną sposoby analizy widm i ich numerycznego przetwarzania.

W części poświęconej spektroskopiom elektronowym, fotoelektronowym i jonowym omówione zostaną podstawy optyki elektronowej i metody obliczania torów naładowanych cząstek w polach elektrycznych i magnetycznych. Przedstawione i omówione zostaną źródła elektronów, jonów, promieniowania w zakresie dalekiego nadfioletu i miękkiego promieniowania X. Przedstawione zostaną cech promieniowania synchrotronowego.

Omówione zostaną różne typy analizatorów energii elektronów, ich rozdzielczość energetyczna i kątowa oraz sposoby sterowania. Przedstawione zostaną zasady działania różnych detektorów pojedynczych elektronów i jonów oraz sposoby rejestracji jednokanałowej i wielokanałowej. Omówione zostaną podstawy fizyczne zjawiska Augura w ciałach stałych i charakterystyczne elementy widma Augura, w tym związki położenia linii widmowych z rodzajem pierwiastka oraz zasady analizy jakościowej i ilościowej. Przedstawione zostaną podstawy fizyczne zjawiska fotoemisji z pasm walencyjnych i z rdzenia atomowego. Omówione będą zjawiska towarzyszące emisji normalnej i emisji kątowno zależnej. Przedstawione zostaną podstawy fizyczne spektroskopii XPS oraz wykorzystania jej do analizy chemicznej. Omówione zostaną metody rejestracji widm Augura i fotoemisjis z wykorzystaniem technik komputerowych. Opisane zostaną związki pomiędzy obserwowanym widmem a składem chemicznym próbki. Przedstawione zostaną sposoby analizy widm i ich numerycznego przetwarzania.

LITERATURA:

1. J. I. Pankove, *Zjawiska optyczne w półprzewodnikach*, WNT, Warszawa, 1974.
2. M. Subotowicz (red.), *Wstęp do fizyki ciała stałego*, UMCS, Lublin 1981.
3. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Fizyka ciała stałego*, PWN, Warszawa, 1986.
4. C. Kittel, *Wstęp do fizyki ciała stałego*, PWN, Warszawa 1999.
5. S. Huefner, *Photoelectron Spectroscopy, Principles and Applications, Springer Series in Solid State Science*, Berlin, 1996.
6. J. A. Venables, *Introduction to Surface and Thin Film Processes*, Cambridge University Press, Cambridge 2000.
7. A. Oleś, *Metody eksperymentalne fizyki ciała stałego*, WNT, Warszawa 1983.
8. J. Ginter, *Fizyka fal, promieniowanie i dyfrakcja, stany związane*, PWN, Warszawa 1993.

PRZEDMIOT: *Nowoczesne materiały i technologie*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie na podstawie uczestnictwa i opracowania wybranego zagadnienia tematycznie związanego z wykładem.

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne (studia I stopnia)

PROWADZĄCY: prof. Z. Korczak

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. Z. Korczak

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Przemiany i równowagi fazowe, stan równowagi termodynamicznej, wykresy fazowe.
2. Metody otrzymywania monokryształów:
 - a) Bridgmana-Stockbargera,
 - b) Czochralskiego.
3. Proces epitaksji:
 - a) mody wzrostu cienkich warstw,
 - b) kontrola wzrostu warstwy,
 - c) techniki MBE, VPE, LPE, MOCVD,
 - d) wzrost poprzez samoorganizację, nanorurki.
4. Fullereny: właściwości, otrzymywanie i zastosowanie.
5. Nadprzewodniki wysokotemperaturowe:
 - a) przykładowe związki,
 - b) struktura krystalograficzna,
 - c) zastosowania.
6. Układy niskowymiarowe:
 - a) widmo absorpcyjne nanocząstek,
 - b) klasyfikacja układów niskowymiarowych,
 - c) gęstość stanów w układach niskowymiarowych,
 - d) kwantyzacja energii,
 - e) wytwarzanie układów niskowymiarowych,
 - f) elektryczne i optyczne właściwości układów niskowymiarowych,
 - g) zastosowanie układów niskowymiarowych.
7. Kryształy półprzewodnikowe i fotoniczne, analogie.
8. Najprostsze kryształy fotoniczne – supersieci dielektryczne.
9. Ujemny współczynnik załamania, metamateriały.

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest zapoznanie słuchaczy z wybranymi metodami technologicznymi stosowanymi do otrzymywania nowych materiałów i niskowymiarowych struktur funkcjonalnych. W drugiej części wykład poświęcony jest podstawowym właściwościom nowych materiałów.

Wprowadzeniem do wykładu jest zaznajomienie studentów z terminologią procesów termodynamicznych istotnych z punktu widzenia technologii. Omówione są metody otrzymywania monokryształów materiałów, stanowiących podłoża dla dalszych procesów technologicznych. Tematyka technologiczna obejmuje zagadnienia związane z procesami epitaksji z wiązki molekularnej (MBE), transportu chemicznego (CVD i MOCVD) oraz z fazy ciekłej (LPE). Przedstawione są także metody otrzymywania nadprzewodników wysokotemperaturowych, fullerenów oraz nanorurek. Ta część wykładu przybliży również techniki eksperymentalne stosowane do monitorowania procesów technologicznych.

W części dotyczącej właściwości nowoczesnych materiałów omówione są charakterystyczne cechy nadprzewodników wysokotemperaturowych, fullerenów i ich związków, nanorurek, metalicznych i półprzewodnikowych układów niskowymiarowych oraz metamateriałów. Przedstawione zostaną również charakterystyki materiałów wykazujących gigantyczny magneto-opór oraz kryształy fotoniczne. Omówione zostaną zastosowania oraz potencjalne zastosowania nowych materiałów.

LITERATURA:

1. A. Oleś, Metody doświadczalne fizyki ciała stałego, WNT, 1998.
2. M. A. Herman, Heterozłącza półprzewodnikowe, PWN, 1987.
3. J. Żmija, Otrzymywanie monokryształów, PWN, 1998.
4. C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, 1999.
5. R.W. Kelsall, I.W. Hamley, T. M.. Geoghegan, Nanotechnologie, PWN, 2008.
6. E. Regis ed. Nanotechnologia: narodziny nowej nauki, czyli Świat cząsteczka po cząsteczce, Prószyński i S-ka, 2001.
7. A. Huczko, Nanorurki węglowe, Bel Studio, 2004.

PRZEDMIOT: *Technologia rejestracji i przetwarzania wyników pomiarów (studia I stopnia)*

LICZBA GODZIN: 45 WY + LB

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr M. Krawiec, dr R. Zaleski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr M. Krawiec, dr R. Zaleski

TREŚCI REALIZOWANE:

Treści kształcenia:

Akwizycja, analiza i przechowywanie danych z wykorzystaniem środowiska programowania LabVIEW. Sterowanie urządzeniami pomiarowymi za pośrednictwem portów USB lub RS-232. Rejestracja i analiza sygnałów.

Efekty kształcenia:

Umiejętność korzystania ze środowiska LabVIEW do akwizycji, analizy i prezentacji danych, w szczególności do: tworzenia i sprawnego wykorzystania własnych podprogramów do sterowania urządzeniami pomiarowymi i analizy sygnałów, tworzenia interfejsów użytkownika, obsługi plików i zapisywania/odczytywania danych. Znajomość zasady działania interfejsów sprzętowych do komunikacji z urządzeniami pomiarowymi.

OPIS ZAJĘĆ:

Celem wykładu jest nauczenie studentów rejestracji i przetwarzania wyników pomiarów z wykorzystaniem środowiska programowania graficznego LabVIEW.

Na wykładzie zaprezentowane zostanie środowisko LabVIEW, w szczególności: sposób obsługi programu (menu, okna, pomoc), narzędzia dialogowe, tworzenie i wykorzystanie projektów LabVIEW. Przedstawiony zostanie model przepływu danych, wykorzystywany przez LabVIEW, typy danych i możliwości ich łączenia, typy zmiennych i wykorzystanie ich do przekazywania danych oraz obsługa plików z danymi. Omówiona zostanie implementacja programu, włączając w to projektowanie interfejsu użytkownika, wybór typów danych i ich graficzne przedstawienie, struktury takie jak pętla While i For oraz projektowanie aplikacji modułowych. Opisane zostaną protokoły komunikacji za pośrednictwem interfejsów USB i/lub RS-232.

Podczas zajęć laboratoryjnych student nauczy się tworzyć, modyfikować i sprawnie wykorzystywać aplikacje w środowisku LabVIEW służące do sterowania urządzeniami

pomiarowymi, analizować sygnały i obsługiwać pliki. Zdobędzie praktyczną umiejętność komunikacji poprzez porty USB i/lub RS-232 z urządzeniem szkoleniowym do akwizycji i generacji sygnałów, dostarczany z pakietem LabVIEW. Student opanuje również metody znajdowania błędów w kodzie i obsługi błędów podczas wykonywania programu.

Warunkiem przystąpienia do egzaminu z przedmiotu jest zaliczenie laboratorium (samodzielne wykonanie przez studenta zleconych zadań).

LITERATURA:

1. W. Winiecki, J. Nowak, S. Stanik, Graficzne zintegrowane środowiska programowe do projektowania komputerowych systemów pomiarowo-kontrolnych, Mikom, 2001.
2. W. Tłaczała, Środowisko LabVIEW w eksperymencie wspomaganym komputerowo, WNT 2002.
3. Marcin Chruściel, LabVIEW w praktyce , BTC, 2008.
4. Andrzej Daniluk RS-232C – praktyczne programowanie. Od Pascala i C++ do Delhi i Buildera, Helion, 2007.

PRZEDMIOT: *Metody mikroskopowe i dyfrakcyjne*

LICZBA GODZIN: 30 WY + 30 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. M. Jałochowski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Jałochowski

TREŚCI REALIZOWANE: *Treści kształcenia:* mikroskopia optyczna i jej ograniczenia, transmisyjna mikroskopia elektronowa, mikroskopy polowe, skaningowa mikroskopia tunelowa, skaningowa mikroskopia sił atomowych, dyfrakcja niskoenergetycznych elektronów, dyfrakcja wysokoenergetycznych elektronów, dyfrakcja jonów, dyfrakcja neutronów, dyfrakcja rentgenowska.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: rozumienie istoty metod mikroskopowych i dyfrakcyjnych. Podstawowe umiejętność obsługi mikroskopów i dyfraktometrów. Umiejętność interpretacji obrazów mikroskopowych i dyfrakcyjnych.

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest nauczanie studentów rozumienia zjawisk fizycznych wykorzystanych podczas odwzorowania mikroskopowego oraz podczas zastosowania metod dyfrakcyjnych w badaniach materii. Studenci nabędą umiejętność obsługi mikroskopów i interpretacji obrazów mikroskopowych.

Zajęcia będą zawierały część teoretyczną oraz część konwersatoryjną z naciskiem na ćwiczenie praktycznych umiejętności. W części teoretycznej omówione zostaną różne typy mikroskopów: optyczne, elektronowe, jonowe a także cała rodzina mikroskopów skanujących (Skanning Probe Microscopy), w tym mikroskop tunelowy (STM) i sił atomowych (AFM) wraz z modyfikacjami wynikającymi z wyboru rejestrowanego oddziaływania. Przedstawione zostaną podstawy fizyczne stanowiące istotę mikroskopii oraz ograniczenia ich zdolności odwzorowania. Przedstawiona zostanie metoda detekcji i zapisu sygnałów przetwarzanych przez urządzenia mikroskopów a także sposoby ich rejestracji i numerycznego opracowania.

W części praktycznej studenci asystowali podczas pomiarów z wykorzystaniem mikroskopu optycznego w warunkach jego maksymalnego powiększenia oraz analizowali efekty dyfrakcyjne. Studenci będą mieli do dyspozycji mikroskop tunelowy i mikroskop sił atomowych. Obydwa mikroskopy zostaną wykorzystane do rejestracji, z pomocą prowadzącego zajęcia, obrazów. Obrazy będą numerycznie opracowane i interpretowane.

Zostaną przedstawione metody dyfrakcyjne badania ciał stałych za pomocą dyfraktometru rentgenowskiego, dyfrakcji powolnych elektronów LEED, dyfrakcji wysokoenergetycznych

elektronów RHEED i dyfrakcji jonów. Opisana zostanie aparatura dyfrakcyjna i sposób jej działania oraz metody rejestracji i opracowania wyników pomiarów. Studenci będą wykonywali eksperymenty z wykorzystaniem dyfraktometru rentgenowskiego oraz dyfraktometru RHEED.

LITERATURA:

1. *Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, Ed. C. I. Contescu, K. Putyera, second edition, CRC Press, Boca Raton 2009.
2. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, *Fizyka ciała stałego*, PWN, Warszawa, 1986.
3. C. Kittel, *Wstęp do fizyki ciała stałego*, PWN, Warszawa 1999.
4. J. A. Venables, *Introduction to Surface and Thin Film Processes*, Cambridge University Press, Cambridge 2000.
5. A. Oleś, *Metody eksperymentalne fizyki ciała stałego*, WNT, Warszawa 1983.
6. J. Ginter, *Fizyka fal, promieniowanie i dyfrakcja, stany związane*, PWN, Warszawa 1993.
7. D. J. O'Connor, B. A. Sexton, R. St. C. Smart, *Surface Analysis Methods in Materials Science, Springer Series in Surface Science*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1992.
8. J. A. Venables, *Introduction to Surface and Thin Film Processes*, Cambridge University Press, Cambridge 2000.

PRZEDMIOT: *Wytwarzanie i miernictwo próżni*

LICZBA GODZIN: 60 godzin (15 WY, 45 LB)

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr T. Kwapiński, dr P. Mazurek, dr R. Zdyb

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr T. Kwapiński

TREŚCI REALIZOWANE: *Treści kształcenia:* kinetyczna teoria gazów, adsorpcja i desorpcja gazów, metody wytwarzania próżni w tym UHV (ultra wysoka próżnia), budowa i zasada działania pomp próżniowych (mechanicznych, molekularnych, sorpcyjnych, kriogenicznych), metody pomiaru próżni, budowa i zasada działania ciśnieniomierzy oraz próżniomierzy UHV, łączenie przewodów i pomp próżniowych, sprawność pomp, higiena próżniowa, urządzenia próżniowe, zastosowanie próżni w badaniach materiałowych i próżniowe linie produkcyjne.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: rozumienie zasad działania pomp i próżniomierzy wysokiej i ultra wysokiej próżni, umiejętność zaprojektowania prostej komory próżniowej oraz przeprowadzenia pomiarów stanu próżni;

OPIS ZAJĘĆ:

Celem wykładu jest nauczenie studentów rozumienia zasad działania urządzeń próżniowych, w szczególność pomp próżniowych i próżniomierzy oraz zapoznanie z terminologią z zakresu próżni.

Przedstawione zostaną podstawy kinetycznej teorii gazów, równanie stanu gazu doskonałego, desorpcja i adsorpcja gazów, skale ciśnień, opis procesów fizycznych zachodzących w próżni oraz sprawność urządzeń pompujących. Omówione będą różne typy pomp próżniowych (w tym pompa rotacyjna, dyfuzyjna, turbomolekularna, jonowa, sublimacyjna) próżniomierzy (w tym jarzeniowy, jonizacyjny, cieploprzewodnościowy) oraz wyjaśnione zostaną zasady działania tych urządzeń próżniowych. Student zapozna się także ze sposobem łączenia pomp próżniowych oraz zastosowaniem urządzeń próżniowych we współczesnej nauce i technice.

W czasie zajęć laboratoryjnych student zapoznana się z podstawowymi elementami składowymi systemów próżniowych (komory UHV, zawory, manipulatory, śluzy i in.). Ponadto nabierze umiejętności doboru sprzętu próżniowego dla wybranych zadań realizowanych w dowolnym zakresie stosowania próżni oraz umiejętność zaprojektowania komory próżniowej z układem wielu pomp. Student nauczy się także jak postępować aby zlokalizować i usunąć nieszczelność w układzie, która uniemożliwia uzyskanie ultra wysokiej

próżni. Będzie również umiał podłączyć do układu próżniomierz i przeprowadzić pomiar stanu próżni podczas procesu pompowania.

Zadania do samodzielnego wykonania:

1. Zaprojektowanie i złożenie prostej komory próżniowej.
2. Badanie stanu próżni w komorze podłączonej do układu jednej lub wielu pomp próżniowych..
3. Wykrycie i usunięcie nieszczelności układu próżniowego.

Student przystępujący do wykonywania ćwiczenia musi wykazać się niezbędną wiedzą z zakresu układów próżni wysokiej i UHV oraz zasad działania pomp próżniowych i próżniomierzy (według materiału przedstawionego na wykładzie). Od studenta wymagana jest także znajomość obsługi i połączeń różnych przyrządów elektronicznych, w szczególności mierników elektrycznych. Warunkiem przystąpienia do egzaminu z przedmiotu jest zaliczenie laboratorium (samodzielne wykonanie przez studenta zadań 1-3).

LITERATURA:

1. J. Groszkowski , Technika Wysokiej Próżni, Wyd. Naukow-Techniczne, Warszawa 1978.
2. A. Oleś, Metody doświadczalne fizyki ciała stałego, WNT, Warszawa 1998.
3. A. Hałas, Technologia Wysokiej Prożni , PaństwoweWyd. Naukowe, Warszawa 1980.
4. A.Hałas, P.Szwemin, Podstawy techniki próżni, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, 2008.

PRZEDMIOT: *Modelowanie eksperymentu*

LICZBA GODZIN: 15 WY + 45 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr M. Krawiec, dr M. Turek

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr M. Krawiec, dr M. Turek

TREŚCI REALIZOWANE: *Treści kształcenia:* wybrane zagadnienia z mechaniki klasycznej, elektrostatyki, teorii obwodów elektrycznych i optyki liniowej, zjawiska transportu, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe, transformacja równań różniczkowych do postaci dyskretnej, metody całkowe rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych, metody iteracyjne i macierzowe rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych, generatory liczb losowych, implementacja numerycznych metod rozwiązywania równań różniczkowych w środowisku MATLAB, opracowanie uzyskanych wyników i ich wizualizacja (wykresy jedno, dwu- i trójwymiarowe, animacja) w środowisku MATLAB.

Efekty kształcenia: umiejętność stworzenia modelu matematycznego danego zjawiska fizycznego, dobrania odpowiedniej metody rozwiązywania problemu, zaimplementowania jej w środowisku MATLAB oraz przedstawienia wyników w postaci wykresów, map i animacji.

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest nauczenie studentów modelowania zjawisk fizycznych z wykorzystaniem metod numerycznych i wizualizacji wyników w środowisku MATLAB.

Na wykładzie przedstawione zostaną podstawowe metody numeryczne umożliwiające rozwiązywania równań różniczkowych opisujących wybrane problemy fizyczne. Problemy omawiane na zajęciach wywodzą się z mechaniki klasycznej, elektrostatyki, teorii obwodów elektrycznych, optyki liniowej oraz zjawiska transportu jak również generacji liczb losowych i wykorzystania metod Monte-Carlo. Zaprezentowane i omówione zostaną metody rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych, w szczególności metoda Eulera, Heuna, Rungego-Kutty i Dormanda-Prince'a oraz metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych, w szczególności metody iteracyjne (Jacobiego, Gaussa-Seidela oraz kolejnych nadrelaksacji) i macierzowe. Omówiona zostanie implementacja tych metod oraz wizualizacja wyników w postaci wykresów, map i animacji w środowisku programistycznym MATLAB.

Podczas zajęć laboratoryjnych student nauczy się tworzyć modele matematyczne opisujące różne zjawiska fizyczne, dobierać odpowiednie metody rozwiązywania problemów,

zaimplementowania tych metod w środowisku programistycznym MATLAB oraz przedstawienia wyników w postaci jedno-, dwu- i trójwymiarowych wykresów oraz animacji.

Zadania przewidziane do wykonania:

1. Ruch ciężarka na sprężynie.
2. Wahadło.
3. Ruch na równi pochyłej.
4. Ruch punktu materialnego w polu sił centralnych.
5. Wahadła sprzężone.
6. Jednowymiarowy i dwuwymiarowy układ sprężyn z ciężarkami.
7. Ładowanie kondensatora.
8. Obwody RLC.
9. Równanie cząstkowe Laplace'a.
10. Równanie dyfuzji.
11. Równanie transportu ciepła.
12. Odbicie promieni świetlnych od nieregularnej powierzchni.

Student przystępujący do wykonywania ćwiczenia musi wykazać się niezbędną wiedzą z fizyki związaną z danym zagadnieniem, znajomością metody rozwiązywania danego problemu oraz odpowiednią wiedzą konieczną do rozwiązania danego problemu w środowisku MATLAB (według materiału przedstawionego na wykładzie). Wymagana jest także znajomość fizyki w zakresie kursu podstawowego oraz znajomości środowiska MATLAB na poziomie podstawowym. Warunkiem przystąpienia do egzaminu z przedmiotu jest zaliczenie laboratorium (samodzielne wykonanie przez studenta zleconych zadań).

LITERATURA:

1. Z. Fortuna, B. Macukow, J. Wąsowski, Metody Numeryczne, WNT, 2009.
2. J. H. Mathews, K. D. Fink, Numerical Methods using MATLAB, Prentice Hall 1999.
3. A. Bjork, G. Dahlquist, Metody numeryczne, PWN 1987.
4. E. Slavicek - Technika obliczeniowa dla chemików, WNT 1991.