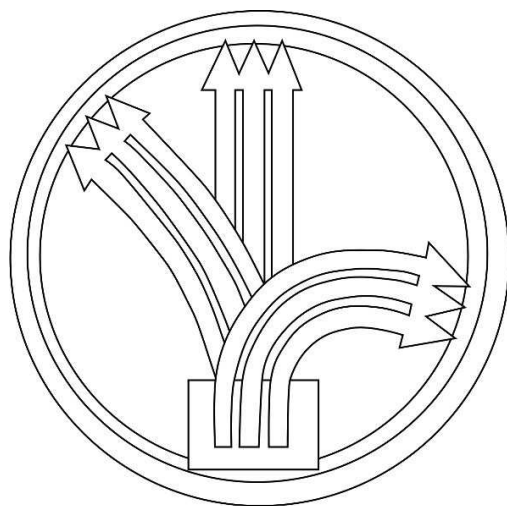




STUDIA MAGISTERSKIE
FIZYKA



*Zajęcia wspólne dla wszystkich
sekcji*

PRZEDMIOT: *Laboratorium Fizyczne*

LICZBA GODZIN: 105 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie z oceną wliczaną do średniej

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. M. Jałochowski, dr K. Paprocki, dr M. Krawiec, dr L. Misiak

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Jałochowski

MINIMA PROGRAMOWE: *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.

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 w Laboratorium Fizycznym 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. - Kształtowania umiejętności i nawyków, osiągnięcie celów edukacyjnych poprzez upodobnienie procesu kształcenia w zakresie fizyki do procesu badania naukowego.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia w Laboratorium Fizycznym trwają jeden semestr. Studenci mają do dyspozycji 8 zestawów ćwiczeń, zakresem tematycznym obejmujących fizykę atomową, fizykę ciała stałego, fizykę jądrową i optykę. Każdy student wykonuje wybrane ćwiczenia po

uprzednim zaliczeniu kolokwium wstępnego dotyczącego znajomości podstaw teorii, aparatury, metod pomiarowych i analizy uzyskanych wyników.

Zaliczenie z zajęć w Laboratorium Fizycznym student otrzymuje od prowadzącego zajęcia w danej grupie. Na ocenę końcową 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. Elektronowy Rezonans Paramagnetyczny (EPR),
2. Jądrowy Rezonans Magnetyczny (NMR),
3. Laser He-Ne,
4. Aparat rentgenowski,
5. Dyfraktometr rentgenowski,
6. Kontaktowa różnica potencjału,
7. Fotoprzewodnictwo,
8. Spektrometr scyntylicyjny.

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. H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa 1994.
12. J. Stankowski, A. Graja, *Wstęp do elektroniki kwantowej*, Warszawa 1972.
13. R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, *Feynmana wykłady z fizyki*, Tom 2.1, i 2.2, PWN, Warszawa 2002.

PRZEDMIOT: *Fizyka teoretyczna*

LICZBA GODZIN: 30 WY + 30 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin ustny

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. R. Taranko, prof. A. Góźdź, prof. K. Pomorski, prof. M. Rogatko, prof. J. Matyjasek

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. R. Taranko

MINIMA PROGRAMOWE: Czasoprzestrzeń Galileusza i czasoprzestrzeń Minkowskiego szczególnej teorii względności. Kinematyka i dynamika punktów materialnych i brył sztywnych. Więzy, zasada d’Alamberta, równania Lagrange’a. Zasady wariacyjne i prawa zachowania. Twierdzenie Noether. Przestrzeń fazowa, równania Hamiltona. Niezmienniki przekształceń kanonicznych, całki ruchu. Stabilność trajektorii fazowych. Elementy teorii chaosu. Elementy dynamiki relatywistycznej. Elementy mechaniki sprężystych ośrodków rozciąglitych. Elementy klasycznej mechaniki statystycznej. Elementy kwantowej mechaniki statystycznej. Zastosowania klasycznej i kwantowej mechaniki statystycznej w termodynamice i fizyce fazy skondensowanej. Statystyki Fermiego i Bosego.

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Mechanika punktów materialnych, brył sztywnych i ośrodków ciągłych.

- 1.1. Przestrzeń, czas i układy odniesienia, transformacja Galileusza.
- 1.2. Kinematyka punktu materialnego.
- 1.3. Zasady dynamiki Newtona.
- 1.4. Zasady zachowania pędu, momentu pędu i energii.
- 1.5. Oscylator harmoniczny, wahadło matematyczne.
- 1.6. Układy inercjalne i nieinercjalne, siły pozorne (Coriolisa , odśrodkowa)
- 1.7. Dynamika ciał sztywnych:
 - tensor momentu bezwładności,
 - ciało sztywne obracające się wokół osi (wahadło fizyczne),
 - twierdzenie Steinera,
 - kąty Eulera, równanie Eulera.
- 1.8. Zasada d’Alamberta.
- 1.9. Równania Lagrange’a I rodzaju.
- 1.10. Współrzędne uogólnione, równania Lagrange’a II rodzaju.

- 1.11. Równania kanoniczne Hamiltona , całki ruchu, przestrzeń fazowa, twierdzenie Liouville'a, stabilność trajektorii fazowych.
- 1.12. Przekształcenia kanoniczne, równanie Hamiltona-Jacobiego, niezmienniki przekształceń kanonicznych, ruch jako samorozwijające się przekształcenie kanoniczne.
- 1.13. Zasady wariacyjne i zasady zachowania, twierdzenie Noether.
- 1.14. Elementy dynamiki płynów, potencjał zespolony prędkości, równanie ruchu Eulera, równanie Naviera-Stokesa.
- 1.15. Elementy mechaniki ośrodków sprężystych, uogólnione prawo Hooke'a.

2. Elementy mechaniki relatywistycznej.

- 2.1. Transformacja Lorentza.
- 2.2. Analiza równoczesności, dylatacja czasu, skrócenie Lorentza.
- 2.3. Równanie Newtona, zasada najmniejszego działania, energia, masa, pęd w teorii relatywistycznej
- 2.4. Czasoprzestrzeń Galileusza i czasoprzestrzeń Minkowskiego.

3. Elementy teorii chaosu.

- 3.1. Przykłady ruchu chaotycznego.
- 3.2. Iterowanie równania logistycznego, podwajanie okresu, diagram bifurkacyjny, punkt Feigenbauma, stała Feigenbauma
- 3.3. Zbiór Mandelbrota i zbiory Julii.
- 3.4. Chaos w układach dynamicznych: układy dynamiczne, orbity w przestrzeni fazowej, wrażliwość na warunki początkowe, przekrój Poincarego, pojęcie atraktora.
- 3.5. Fraktalne brzegi basenów przyciągania w przypadku zachowań chaotycznych wahadélka zawieszzonego pomiędzy trzema magnesami.

4. Elementy klasycznej mechaniki statystycznej.

- 4.1. Mikroskopowy opis stanu układu w mechanice klasycznej, przestrzeń fazowa, twierdzenie Liouville'a, hipoteza ergodyczna.
- 4.2. Równowagowe zespoły statystyczne: mikrokanoniczny , kanoniczny i wielki kanoniczny, średniowanie po zespole statystycznym.
- 4.3. Rozkład Maxwella – Boltzmanna, zastosowanie rozkładu do opisu charakterystyk gazu doskonałego: prędkość średnia, średnia energia.

5. Elementy kwantowej mechaniki statystycznej.

- 5.1. Stany czyste i mieszane w mechanice kwantowej, macierz gęstości.
- 5.2. Zespoły w kwantowej mechanice statystycznej.
- 5.3. Gaz doskonały: Statystyki Bosego-Einsteina i Fermiego-Diraca.

6. Wybrane zastosowania mechaniki statystycznej w termodynamice i przy opisie fazy skondensowanej

- 6.1. Przykłady zastosowań rozkładu Boltzmana: wzór barometryczny, opis zbioru liniowych oscylatorów harmonicznyc, pole elektryczne wokół atomu domieszkowego w półprzewodniku.
- 6.2. Klasyczna i kwantowa teorie ciepła właściwego wieloatomowych gazów doskonałych.
- 6.3. Ciepło właściwe ciała stałego.
- 6.4. Paramagnetyzm Langevina i prawo Curie, kwantowa teoria paramagnetyzmu.
- 6.5. Spontaniczne namagnesowanie ferromagnetyka i temperatura Curie.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład realizuje (*metoda tradycyjna--kreda i tablica oraz wyświetlanie przezroczy przy omawianiu zagadnień teorii chaosu*) program zawarty w minimach programowych Ministerstwa w grupie treści kierunkowych z zakresu fizyki teoretycznej dla studiów drugiego stopnia z fizyki. W tych punktach, w których minimum programowe nie precyzują dokładniej zalecanego materiału (zalecając jedynie wyłożenie *elementów*) podane są dokładne tematy wykładu (punkty 3, 4, 5 i 6). Z wykładem stowarzyszone jest konwersatorium, na którym studenci będą rozwiązywać zadania bezpośrednio związane z wykładanym materiałem lub będą przeprowadzać dyskusję na tematy wskazane przez wykładowcę (np. dokończenie czasochłonnych obliczeń rozpoczętych na wykładzie). Zadania tekstowe (ze zbiorów zadań lub książek) rozwiązywane przez studentów wykładowca uzgodni z prowadzącym konwersatorium. Treść tych zadań, jak i informacje na temat materiałów potrzebnych do ich rozwiązania, będą wcześniej podawane studentom w celu lepszego przygotowania się do ich rozwiązania i prowadzenia poszerzonej dyskusji. Wiadomości nabyte w trakcie omawianego konwersatorium będą sprawdzane w sposób ciągły podczas zajęć. Dodatkowo, w ciągu semestru studenci napiszą trzy sprawdziany (czas trwania sprawdzianu— jedna godzina). Na egzaminie studentów obowiązuje również znajomość zagadnień i umiejętność rozwiązywania zadań rozważanych na konwersatorium.

LITERATURA:

Z zakresu *mechaniki teoretycznej i mechaniki kwantowej*

1. W. Królikowski, W. Rubinowicz, *Mechanika teoretyczna*, PWN Warszawa 1998.
2. K.Pomorski, *Mechanika teoretyczna*, Wyd. UMCS, Lublin 2005.
3. B. Średniawa, *Mechanika kwantowa*, PWN Warszawa 1981.
4. A.S. Dawydow *Mechanika kwantowa*, PWN Warszawa 1967.
5. S. Szpikowski, *Elementy mechaniki kwantowej*, Wyd. UMCS Lublin 2006.
6. R.Shankar, *Mechanika kwantowa*, PWN Warszawa 2006

z zakresu *fizyki statystycznej*

7. T. Balcerzak, *Wykłady z termodynamiki i fizyki statystycznej*.
8. A.I. Anselm, *Podstawy fizyki statystycznej i termodynamiki*, PWN Warszawa 1978.
9. K. Huang, *Mechanika statystyczna*
10. R.Kubo, M. Toda, N. Hashitsume, *Fizyka statystyczna*, PWN, Warszawa 1991.

z zakresu *fizyki ciała stałego*

11. C.Kittel *Wstęp do fizyki ciała stałego*, PWN Warszawa 1976.
12. R. M. White, *Kwantowa teoria magnetyzmu*, PWN, Warszawa 1979
13. M.Subotowicz (redaktor), *Wstęp do fizyki ciała stałego*, Wyd. UMCS Lublin 1981.
14. N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, *Fizyka ciała stałego*, PWN Warszawa 1986.

z zakresu *chaosu deterministycznego*

15. G. Schuster, *Chaos deterministyczny*, PWN Warszawa 1998.
16. E. Ott, *Chaos w układach dynamicznych*, PWN Warszawa 1996.
17. H.-O. Peitgen, H. Urgens, D. Saupe, *Granice chaosu, fraktale*, PWN Warszawa 2002.

PRZEDMIOT: *Fizyka fazy skondensowanej*

LICZBA GODZIN: 45 WY + 45 KW

FORMA ZALICZENIA: egz

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

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

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. K.I. Wysokiński

MINIMA PROGRAMOWE: *Treści kształcenia:* Stany skupienia. Elementy krystalografii. Symetria, własności termiczne sieci krystalicznej. Przemiany fazowe. Dielektryki. Magnetyki. Metale. Półprzewodniki. Nadprzewodnictwo. Nadciekłość. Fizyka powierzchni i międzypowierzchni. Metody doświadczalne fizyki faz skondensowanych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: korzystania z różnych technik eksperymentalnych w badaniach fazy skondensowanej; opisu właściwości i procesów dokonujących się w fazach skondensowanych; rozumienia zjawisk fizycznych w fazach skondensowanych.

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Stany skupienia. Faza. Płyny i fazy skondensowane. Ciała amorficzne (bezpostaciowe) i krystaliczne.
2. Podstawy krystalografii
 - sieć krystaliczna, komórki elementarne, współczynniki upakowania. Wpływ symetrii kryształu na postać tensorów opisujących zjawiska fizyczne
3. Rodzaje wiązań w ciałach stałych. Energia wiązania kryształów gazów szlachetnych
4. Sieć odwrotna i jej podstawowe właściwości
 - definicje, konstrukcje. I strefa Brillouine'a
5. Twierdzenie Blocha, warunki Borna – von Karmana
 - metoda fal płaskich obliczeń widma kryształów
 - przykład pustej sieci (sc)
6. Układ elektronów i jonów w ciele stałym
 - hamiltonian – dyskusja pominiętych członów
 - przybliżenie adiabatyczne (Borna Oppenheimera)
7. Przybliżenie jednoelektronowe
 - metoda Hartree dla gazu oddziałujących elektronów
 - metoda Hartree-Focka: równania
 - podstawowe właściwości gazu elektronów swobodnych

8. Metody obliczania struktury pasmowej
 - swobodne elektrony, pojęcie pasm
 - metoda ciasnego (mocnego) wiązania
 - inne metody
 - pojęcie gęstości stanów
 - funkcje Wanniera i struktura energetyczna układów nieuporzdkowanych
9. Metale, półprzewodniki, dielektryki
 - widmo energetyczne
 - właściwości transportowe
10. Drgania sieci i fononu
 - Hamiltonian i Lagrangian
 - przybliżenie harmoniczne
 - kwantyzacja: współrzędne uogólnione, operatory, fonony
 - widmo energetyczne fononów w ciałach stałych
 - termodynamika sieci
11. Oddziaływanie elektronów z siecią
 - przybliżenie adiabaticzne i dyskusja pomijanych członów
 - Hamiltonian oddziaływania i jego kwantyzacja
 - podstawowe procesy rozproszeniowe i oddziaływanie efektywne elektron-elektron indukowane oddziaływaniem z fononami
 - własności termiczne sieci krystalicznej.
12. Przemiany fazowe.
 - strukturalne
 - magnetyczne
 - elektronowe (np. Peierlsa, CDW,...)
13. Nadprzewodnictwo
 - zjawisko nadprzewodnictwa, odkrycie i podstawowe własności (zanik oporu, efekt izotopowy, zjawisko Meissnera, ciepło właściwe ...)
 - fenomenologiczny opis własności termodynamicznych (entropia, ciepło właściwe, ...)
 - własności elektrodynamiczne (teoria Londonów, Pipparda, Ginzburga, Landau'a)
 - opis w ramach twierdzenia Ginzburga-Landaua (kwantyzacja strumienia, energia powierzchniowa, λ , ξ , κ , stan mieszany nadprz. II rodzaju)
14. Mikroskopowa teoria nadprzewodnictwa – elementy
 - problem Coopera i niestabilność gazu elektronowego, energia wiązania

- teoria BCS: diagonalizacja Hamiltonianu efektywnego metodą transformacji kanonicznej a la Bogolubov
 - energia kwazicząstek, temperatura przejścia w stan nadprzewodzący, gęstość stanów i szczelina energetyczna
 - symetrie parametru porządku – nadprzewodniki egzotyczne
15. Nadciekłość
16. Fizyka powierzchni i międzypowierzchni.
- Stany powierzchniowe
 - Rola powierzchni w małych układach
17. Kwantowe zjawisko Halla
- podstawowe własności układów w polach $\vec{E} \times \vec{B}$
 - układy dwuwymiarowe: opór podłużny i poprzeczny – opory właściwe: ρ_{xx}, ρ_{xy}
 - kwantowanie oporu
18. Magnetyzm: model Isinga i jego rozwiązanie w jednym i dwu wymiarach.
- Magnetyki i uporządkowania magnetyczne.
19. Metody doświadczalne fizyki faz skondensowanych: ARPES, STM, pomiary transportowe i magnetyczne.
20. Układy trój-, dwu-, jedno-, i zerowymiarowe.
- Przykłady i podstawowe właściwości
 - grafit, grafen, fullereny
 - Przemiany fazowe i zależności od wymiaru przestrzeni – twierdzenie Mermin-Wagnera
21. Układy niekryształiczne. Nieporządek i przejście Andersona metal-izolator
22. Oddziaływania kulombowskie i korelacje. Przejście Motta-Hubbarda metal – izolator

OPIS ZAJĘĆ: Istotnym elementem zajęć jest fakt, iż są to wykłady i ćwiczenia dla I roku studiów magisterskich uzupełniających. Zgodnie z zasadami procesu Bolońskiego studenci ukończyli różne specjalności na fizyce lub są słuchaczami innych kierunków i uzyskali 300 punktów ECTS. Jednocześnie, niektórzy z nich nie są zaznajomieni z podstawami fizyki ciała stałego. Oznacza to, że grupa jest bardzo niejednorodna pod względem znajomości elementów fizyki fazy skondensowanej, a to nakłada dodatkowe obowiązki na wykładowcę, prowadzących zajęcia konwersatoryjne i na samych studentów. 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 pod adresem: <https://fizyka.kampus.umcs.lublin.pl/moodle/> .

Podstawowe informacje ważne dla tej platformy i omawianego wykładu: nazwa 'kursu' prowadzonego przez Karola I. Wysokińskiego to „Fizyka Fazy Skondensowanej”. 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 teoretycznej i doświadczalnej fizyki ciała stałego i jej znaczenia cywilizacyjnego. Należy uświadomić, że to osiągnięcia tej dyscypliny naukowej w najwyższym stopniu przyczyniły się do cywilizacyjnego rozwoju (układy scalone, urządzenia elektroniczne, itp.), a zbudowanie tranzystora uznawane jest powszechnie za największe osiągnięcie nauki w XX w.

Student będzie znał podstawowe właściwości metali, izolatorów, półprzewodników, nadprzewodników i magnetyków i rozumiał różnice pomiędzy nimi z punktu widzenia zjawisk transportowych, optycznych i widma energetycznego. Metody badania ciał stałych będą omawiane w kontekście ich teoretycznego opisu pół-klasycznego bądź kwantowo-mechanicznego.

W trakcie towarzyszących wykładowi zajęć konwersatoryjnych będą rozwiązywane zadania ilustrujące praktyczne aspekty kwantowego opisu materii skondensowanej i jej właściwości. Część zajęć będzie odbywała się w laboratoriach ciała stałego, a ich celem będzie zapoznanie studentów z nowoczesną aparaturą i tam, gdzie to będzie możliwe, jej obsługą.

Wiedza studentów będzie sprawdzana na bieżąco oraz w trakcie dwugodzinnych kolokwium. Egzamin będzie miał charakter dwuczęściowy. Część pisemna oprócz zagadnień opisowych może zawierać zadania typu otwartego z zakresu omawianych zagadnień. Ważną składową oceny końcowej będzie ocena uzyskana na zajęciach konwersatoryjnych.

LITERATURA:

1. C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, W-wa 1999.
2. H.J. Goldsmid (Ed.) Problems in Solid state physics (w j. ros. Nauka, Moskwa 1976).
3. A.I. Anselm Wstęp do fizyki półprzewodników, PWN, W-wa 1967.
4. W. A. Harrison, Teoria ciała stałego, PWN, W-wa 1976.

5. N. W. Ashcroft, N.D. Mermin Fizyka Ciała stałego, PWN,. W-wa 1986.
6. Skrypty pod redakcją M. Subotowicza "Wstęp do fizyki ciała stałego" Lublin 1981,
„Metody doświadczalne w fizyce ciała stałego” Lublin 1976.
7. H. Ibach, H. Lueth, fizyka ciała stałego, PWN, W-wa 1996.
8. literatura bieżąca: np. xxx.lanl.gov.
9. R. M. White, *Kwantowa teoria magnetyzmu*, PWN, Warszawa 1979.

PRZEDMIOT: *Fizyka kwantowa*

LICZBA GODZIN: 30 godz. wykładu + 30 godz. konwersatorium

FORMA ZALICZENIA: egzamin ustny

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

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

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. R. Taranko

MINIMA PROGRAMOWE: Układy wielu cząstek. Symetria funkcji falowej. Rachunek zaburzeń—zależny i niezależny od czasu. Teoria rozpraszania—przybliżenie Borna, przesunięcie fazowe, całki po trajektoriach—równoważność podejścia Schrodingera, Heisenberga i Feynmana. Równanie Diraca. Relatywistyczne mechanika kwantowa.

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Równanie Schrodingera. Atom wodoru.
- 2.. Teoria operatora momentu pędu, składanie momentów pędu.
3. Układy wielu cząstek. Równanie Schrodingera układu wielu cząstek, symetria funkcji falowej, fermiony i bozony, funkcja falowa układu dwóch elektronów(ze spinem)—stany singletowe i trypletowe, schematy Younga.
4. Równanie relatywistyczne Kleina-Gordona dla cząstki o spinie równym zero, ruch cząstki swobodnej.
5. Równanie Diraca, równanie Pauliego, spinory, spin i moment magnetyczny elektronu w teorii Diraca, ruch cząstki swobodnej, elektron w polu elektromagnetycznym, sprzężenie spin-orbita, relatywistyczny atom wodoru-struktura subtelna.
6. Elementy kwantowej teorii rozproszeń, równanie Lippmana-Schwingera, przybliżenie Borna, przesunięcie fazowe.
7. Sformułowanie mechaniki kwantowej za pomocą całek po trajektoriach, równoważność tego sformułowania z podejściem Schrodingera.
8. Rachunek zaburzeń niezależny od czasu, atom wodoru w polu magnetycznym.
9. Rachunek zaburzeń zależny od czasu, teoria przejść kwantowych pod wpływem zewnętrznego zaburzenia.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład realizuje (*metodą tradycyjną--kreda i tablica*) program zawarty w minimach programowych Ministerstwa w grupie treści kierunkowych z zakresu fizyki kwantowej dla studiów drugiego stopnia z fizyki. Wykład rozszerzony jest o kilka zagadnień, których znajomość będzie pomocna w zrozumieniu treści wykładanych w ramach wykładów

specjalistycznych. Są to zagadnienia zawarte w punktach: 1, 2, 4 i częściowo w punktach: 3, 8 i 9.

Z wykładem stowarzyszone jest konwersatorium, na którym studenci będą rozwiązywać zadania bezpośrednio związane z wykładanym materiałem lub będą przeprowadzać dyskusję na tematy wskazane przez wykładowcę (np. dokończenie czasochłonnych obliczeń rozpoczętych na wykładzie). Zadania tekstowe (ze zbiorów zadań lub książek) rozwiązywane przez studentów wykładowca uzgodni z prowadzącym konwersatorium. Treść tych zadań, jak i informacje na temat materiałów potrzebnych do ich rozwiązania, będą wcześniej podawane studentom w celu lepszego przygotowania się do ich rozwiązania i prowadzenia poszerzonej dyskusji. Wiadomości nabyte w trakcie omawianego konwersatorium będą sprawdzane w sposób ciągły podczas zajęć. Dodatkowo, w ciągu semestru studenci napiszą trzy sprawdziany (czas trwania sprawdzianu— jedna godzina). Na egzaminie studentów obowiązuje również znajomość zagadnień i umiejętność rozwiązywania zadań rozważanych na konwersatorium.

LITERATURA:

1. A.S. Dawydow *Mechanika kwantowa*, PWN Warszawa 1967.
2. S. Szpikowski, *Elementy mechaniki kwantowej*, Wyd. UMCS Lublin 2002.
3. R. Shankar, *Mechanika kwantowa*, PWN Warszawa 2006.
4. B. Średniawa, *Mechanika kwantowa*, PWN Warszawa 1981.

PRZEDMIOT: *Historia i metodologia fizyki*

LICZBA GODZIN: 30 KW

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie na podstawie udziału w dyskusji i wygłoszenia referatu

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr W. Berej, dr hab. J. Matyjasek, dr hab. B. Jasińska, dr K. Zajac

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr W. Berej

TREŚCI REALIZOWANE: Program zajęć obejmuje wybrane zagadnienia z historii fizyki oraz elementy metodologii nauk przyrodniczych i filozofii nauki zebrane w czterech grupach tematycznych:

Metoda nauk fizycznych — omówione zostają zasady funkcjonowania matematyczno-eksperymentalnej metody fizyki oraz historia jej powstawania zakończona stworzeniem Principiów Newtona.

Sukcesy i ograniczenia fizyki klasycznej — rozważając historię badań fundamentalnych z zakresu mechaniki (osiągnięcia mechaniki nieba, prawa zachowania), termodynamiki (spór o naturę ciepła, teoria maszyn cieplnych, zasady termodynamiki), elektrodynamiki (synteza elektryczności i magnetyzmu, odkrycie fal elektromagnetycznych) jednocześnie dyskutuje się nad założeniami i konsekwencjami mechanistycznego podejścia do nauk przyrodniczych.

Historia fizyki kwantowej — od doświadczalnego badania struktury materii poprzez powstanie teorii kwantów i spory interpretacyjne w mechanice kwantowej po osiągnięcia fizyki ciała stałego i tendencje unifikacyjne kwantowej teorii oddziaływań.

Modele rozwoju nauk przyrodniczych — naszkicowanie głównych dwudziestowiecznych prądów metodologicznych związanych z poglądami na rozwój nauk przyrodniczych i częściej dyskutowanych modeli rozwoju nauki.

Sposób prowadzenia zajęć polega na przedstawieniu głównych zagadnień przez prowadzącego, dyskusję opartą na lekturze zalecanych książek i artykułów oraz wystąpienia studentów omawiające problemy bardziej szczegółowe.

LITERATURA:

1. A.K. Wróblewski, Historia fizyki od czasów najdawniejszych do współczesności, PWN 2006.
2. M. Grotowski, , M. Sadzewiczowa, W. Werner, S. Ziemecki , Dzieje rozwoju fizyki w zarysach, tom I, II, Mathesis Polska 1931.

3. J. Mehra, Narodziny mechaniki kwantowej oraz inne artykuły w czasopiśmie „Postępy Fizyki”.
4. M. Heller, Filozofia przyrody. Zarys historyczny, Znak 2007 .

Specjalność (do wyboru)

Fizyka teoretyczna

9. Doświadczalne potwierdzenie teorii Einsteina: precesja peryhelium Merkurego, zakrzywienie torów fotonów w silnych polach grawitacyjnych, opóźnienie sygnałów radarowych, pośrednie potwierdzenie fal grawitacyjnych (np. układ PSR 1913+16).
10. Rozwiązanie Reissnera-Nordstroma z polem elektrycznym i magnetycznym, horyzont zdarzeń wewnętrzny i zewnętrzny. Osobliwość w rozwiązaniu Reissnera-Nordstroma.
11. Stacjonarne, osiowosymetryczne rozwiązanie równań Einsteina- metryka Kerra i Kerra-Newmana, horyzont zdarzeń, ergosfera, osobliwość typu pierścienia. Proces Penrose'a, wleczenie układów inercjalnych, nadpromieniste rozpraszanie.
12. Transformacja konforemna. Diagramy Cartera-Penrosa dla statycznych i stacjonarnych osiowosymetrycznych czarnych dziur.
13. Pojęcie horyzontu Killinga, grawitacji powierzchniowej, twierdzenie o sztywności Hawkinga, twierdzenie o topologii horyzontu zdarzeń dla 4-wymiarowych czarnych dziur, tw. o 'braku włosów ' dla czarnych dziur.
14. Prawa termodynamiki czarnych dziur. Proces Hawkinga emisji cząstek przez czarną dziurę.
15. Zasada kosmologiczna, synchroniczny układ odniesienia, jednorodność i izotropowość Wszechświata, maksymalnie symetryczne 3-przestrzenie. Metryka Friedmana-Robertsona-Walkera, jej geometryczne własności. Przesunięcie ku czerwieni, stała Hubble'a, równanie kosmologiczne relatywistycznej teorii grawitacji.
16. Rozszerzenia teorii Einsteina, teoria Kleina-Kaluzy, teoria supergrawitacji. Podstawy teorii strun (struna bozonowa, superstruna), wielowymiarowe teorie grawitacji, topologia obiektów w nich występujących. Wszechświaty membranowe.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład będzie poświęcony współczesnej teorii pola grawitacyjnego (teoria grawitacji Einsteina i jej współczesne modyfikacje).

Konwersatoria poświęcone będą rozszerzeniu i ugruntowaniu treści wykładów:

1. rozwiązywanie zadań rachunkowych z teorii grawitacji,
2. zastosowanie metod algebry symbolicznej do bardziej skomplikowanych problemów (program Maxima i informacje o pakietach GRtensor i MathTensor).

LITERATURA:

1. M.Hobson, G.Efstathiou, A.Lasenby – 'General Relativity' Cambridge University Press 2006,
2. N.Strauman -- 'General Relativity' Springer 2004,
3. Ta-Pei-Cheng – 'Relativity, Gravitation and Cosmology' Oxford University Press 2005,

4. R.M.Wald -- 'General Relativity' Chicago University Press 1985,
5. L.Landau, E.Lifszyc -- 'Teoria pola' PWN 1980,
6. B.Schutz -- 'Wstęp do ogólnej teorii względności' PWN 1995.
7. E.Poisson- A Relativist's Toolkit (the Mathematics of Black Hole Mechanics) Cambridge Un.Press 2004,
8. A.P.Lightman, W.H.Press, R.H.Price, S.A.Teukolsky- Problem Book in Relativity and Gravitation, Princeton Un.Press 1975.

Skrócona wersja programu:

1. Porównanie czasoprzestrzeni Newtona, Minkowskiego i Einsteina,
2. Pojęcie różniczkowalnej różniczkowalnej, analiza tensorowa,
3. Równania Einsteina i ich własności,
4. Liniowa teoria grawitacji, fale grawitacyjne,
5. Statyczne i stacjonarne rozwiązania czarnodziurowe,
6. Doświadczalne potwierdzenie teorii grawitacji,
7. Fizyka czarnych dziur,
8. Elementy kosmologii relatywistycznej,
9. Modyfikacje ogólnej teorii względności (teoria Kleina-Kaluzy, teoria supergrawitacji, podstawy teorii strun).
10. Wszechświaty membranowe.

PRZEDMIOT: *Kwantowa teoria pola*

LICZBA GODZIN: 30 WY + 30 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

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

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr J. Kraśkiewicz

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Formalizm kanoniczny – mechaniki klasycznej, klasycznej teorii pola.
2. Związek symetrii z prawami zachowania.
3. Swobodne pola klasyczne – pola skalarne, pole wektorowe z masą, pole elektromagnetyczne, pole spinorowe.
4. Swobodne pola kwantowe – postulat kwantowania, pola skalarne, pole wektorowe z masą, pole elektromagnetyczne, pole spinorowe.
5. Propagatory Feynmana.
6. Kwantowe pola oddziałujące – obraz oddziaływania, operator ewolucji w czasie, macierz rozpraszania.
7. Twierdzenie Wicka.
8. Przykłady lagranżjanów oddziaływania.
9. Kwantowa elektrodynamika – procesy elementarne, reguły Feynmana w przestrzeni pędowej, przekrój czynny na rozpraszanie elektronu na mionie.
10. Renormalizacja.

OPIS ZAJĘĆ: Kwantowa teoria pola jest podstawową metodą opisu cząstek elementarnych i ich oddziaływań. Metody kwantowej teorii pola mają zastosowanie w wielu współczesnych działach fizyki, w szczególności w teorii cząstek elementarnych, w teorii jądra atomowego, w teorii grawitacji, w fizyce materii skondensowanej, w fizyce statystycznej, w optyce kwantowej i wielu innych. Dlatego celem wykładu jest zapoznanie studenta z pojęciami, językiem i podstawowymi technikami matematycznymi, jakimi operuje kwantowa teoria pola oraz przygotowanie go do czytania podręczników bardziej specjalistycznych w wymienionych wyżej kierunkach fizyki. Do zrozumienia wykładu potrzebna jest podstawowa wiedza z fizyki relatywistycznej i mechaniki kwantowej.

Na konwersatorium rozwiązywane będą zadania ze zbioru: Voja Radovanović: Kwantowa teoria pola w zadaniach.

LITERATURA:

1. Kraśkiewicz J.: Elementy klasycznej i kwantowej teorii pola (2003).
2. Bjorken J., Drell S.: Relatywistyczna teoria kwantów (1985).
3. Weinberg S.: Teoria pól kwantowych-podstawy t.1 (1999).
4. Greiner W., Reinhardt J.: Field Quantization (1996).
5. Voja Radovanović: Kwantowa teoria pola w zadaniach (2009).

PRZEDMIOT: *Teoria jądra atomowego*

LICZBA GODZIN: 30 WY + 30 KW

FORMA ZALICZENIA: egzamin pisemny + zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

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

OPRACOWNIAE PRZYGOTOWAŁ: prof. B. Pomorska

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Siły jądrowe

- 1.1. Oddziaływania w przyrodzie
- 1.2. Jaka mechanika opisuje fizykę jądrową?
- 1.3. Cząstki jądrowe
- 1.4. Jakościowa dyskusja sił jądrowych

2. Zagadnienie dwóch ciał

- 2.1. Teoria deuteronu
 - 2.1.2. Energia wiązania deuteronu
 - 2.1.3. Moment magnetyczny deuteronu
 - 2.1.4. Moment elektryczny kwadrupolowy deuteronu
 - 2.1.5. Sprzężenie tensorowe sił jądrowych
 - 2.1.6. Ogólna postać oddziaływania nukleon-nukleon
- 2.2. Rozpraszanie neutron-proton niskiej energii
 - 2.2.1. Metoda fal parcjalnych
 - 2.2.2. Rozpraszanie $n-p$ na potencjale kulisto-symetrycznym jamy prostokątnej
 - 2.2.3. Teoria zasięgu efektywnego
- 2.3. Rozpraszanie neutron-neutron i proton-proton jednego rodzaju niskiej energii
- 2.4. Siły zależne od prędkości (oddziaływania spin-orbita)

3. Materia jądrowa

- 3.1. Definicja materii jądrowej
- 3.2. „Gojenie” funkcji falowej dwóch nukleonów w materii jądrowej
- 3.3. Równanie Bethego-Goldstone’a

4. Model cząstek niezależnych

- 4.1. Rozmiary jąder

- 4.2. Model gazu Fermiego
 - 4.2.1. Energia i pęd Fermiego
 - 4.2.2. Energia symetrii
 - 4.2.3. Odległości pomiędzy poziomami jednocząstkowymi

5. *Renormalizacja energii potencjalnej jądra do kropli*

- 5.1. Model kropłowy
- 5.2. Ścieżka stabilności β
- 5.3. Energia tworzenia par
- 5.4. Poprawka powłokowa Myersa Świąteckiego
- 5.5. Zależność energii wiązania od deformacji
- 5.6. Parametryzacja kształtu jądra
- 5.7. Model Myersa-Świąteckiego
- 5.8. Model kropelkowy
- 5.9. Energia makroskopowa LSD

6. *Średnie potencjały jednocząstkowe*

- 6.1. Potencjał oscylatora harmonicznego
- 6.2. Potencjał Nilssona
 - 6.2.1. Parametryzacja kształtu potencjału średniego
 - 6.2.2. Diagonalizacja hamiltonianu Nilssona
 - 6.2.3. Deformacje wyższych multipolowości
- 6.3. Potencjał Woodsa-Saxona
- 6.4. Potencjał Yukawy

OPIS ZAJĘĆ: Wykład prowadzony jest “kredą na tablicy” z ilustracją wyników na foliach wg podręcznika [1]. Obejmuje opis stanu podstawowego jądra atomu w różnych modelach.

Na konwersatorium studenci wygłaszają referaty na pokrewne tematy. Są one podstawą zaliczenia.

Egzamin, po zaliczeniu konwersatorium, odbywa się w formie pisemnej. Każdy student otrzymuje 3 odrębne zagadnienia. Po ogłoszeniu wyników każdy ma możliwość ustnej ich poprawy. Egzamin poprawkowy odbywa się w formie ustnej.

LITERATURA:

1. B. Nerlo-Pomorska, K. Pomorski, Zarys teorii jądra atomowego, PWN W-wa 1999.

2. B. Nerlo-Pomorska, K. Pomorski, Wybrane działy teorii jądra atomu, Wyd. UMCS, Lublin 1991.
3. R. Sachs, Fizyka teoretyczna jądra atomowego, PWN W-wa 1957.
4. C. Sharp Cook, Budowa jądra atomowego, PWN Poznań 1967.
5. G. E. Pustowałow, Fizyka atomowa i jądrowa, PWN W-wa 1975.
6. A. Strzałkowski, Wstęp do fizyki jądra atomowego, PWN W-wa 1979.
7. P. Ring, P. Schuck, The Nuclear Many Body Problem, Springer Verlag, New York 1980.
8. V. Acosta, C. L. Dowan, B. J. Graham, Podstawy fizyki współczesnej, PWN W-wa 1981.
9. T. Mayer-Kuckuk, Fizyka jądrowa, PWN W-wa 1983.
10. A. Bohr, B. Mottelson, Struktura jądra atomowego, PWN W-wa 1984.
11. Z. Szymański, Siły kojarzące nukleony w pary, Postępy Techniki Jądrowej, IBJ 1969.
12. J. Dąbrowski, Teoria materii jądrowej, IBJ 1969.
13. M. A. Preston, R. K. Bhaduri, Structure of the Nucleus Addison-Wesley Publishing Company, 1979.

PRZEDMIOT: *Komputerowe modelowanie procesów fizycznych*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: egz

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

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

OPRACOWNIAIE PRZYGOTOWAŁ: prof. K. Murawski

TREŚCI REALIZOWANE: to co z rozporządzenia, plus dodatkowe własne (rozszerzenie)

1. Modelowanie zjawisk opisywanych hiperbolicznymi prawami zachowania
2. Proces adwekcji
3. Fale liniowe
4. Fale na płytkiej wodzie
5. Modelowanie płynów opisywanych układami równań hiperbolicznych

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest wypracowanie technik modelowania komputerowego zjawisk fizycznych i przygotowanie słuchaczy do przeprowadzenia zaawansowanych eksperymentów komputerowych. Przykłady modelowania i symulacji zjawisk fizycznych dotyczą układów złożonych opisywanych zwykle układami wielowymiarowych równań.

Forma zaliczenia: obrona projektów zaliczeniowych.

LITERATURA:

1. Toro, E. F., *Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics: A Practical Introduction*, Springer 1999.
2. Mathews J. H., Fink K. D., *Numerical Methods using MATLAB*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New York 1999.
3. Murawski, K., *Analytical and numerical methods for wave propagation in fluids*, World Scientific, 2002.
4. LeVeque , R., *Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems*, Cambridge University Press, Cambridge 2002.

PRZEDMIOT: *Programowanie rozproszone i równoległe*

LICZBA GODZIN: 30 WY; 45 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie z oceną wliczaną do średniej

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne/kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. A. Baran

OPRACOWNIAIE PRZYGOTOWAŁ: prof. A. Baran

TREŚCI REALIZOWANE: Elementy: Pojęcia podstawowe. Przykłady zastosowań obliczeń równoległych. Podstawowe zasady programowania równoległego. Procesy, wątki, potoki, kolejki. Ocena efektywności i wydajności obliczeń równoległych, prawo Amdahla, skalowalność. Równoległe i rozproszone systemy obliczeniowe: klasyfikacja, architektura komputerów do obliczeń równoległych. Klastry i ich technologia. Synchronizacja wymiany informacji w obliczeniach równoległych: podstawowe mechanizmy (semafory, monitory, bariery), komunikaty i ich przesyłanie synchroniczne, asynchroniczne, blokujące itd. Elementy programowania z wykorzystaniem, np. openMP, MPI, MPICH2 w języku fortran. Programowanie wielowątkowe w języku Java. Java w sieciach komputerowych. Obliczenia równoległe na przykładzie podstawowych algorytmów numerycznych.

OPIS ZAJĘĆ: Celem kształcenia jest przyswojenie podstawowych wiadomości na temat realizacji obliczeń równoległych i rozproszonych w sieciach komputerowych i klastrach komputerowych. Omawiane są najważniejszych metody i narzędzia programowania oraz narzędzia (środowiska) tworzenia aplikacji równoległych i rozproszonych oraz odstawowe algorytmy analizy numerycznej, które można urównoleglać. Wykład odbywa się w sposób tradycyjny i jest ilustrowany przykładami z użyciem środków multimedialnych.

Pracownia: Zapoznanie się z problemem; opracowanie schematu programu z wykorzystaniem MPI, MPICH2. Wątki. Java - podstawy programowania.

Do zaliczenia pracowni student zobowiązany jest do rozwiązania typowego problemu z wykorzystaniem znanych mechanizmów programowania równoległego/wielowątkowego.

LITERATURA:

1. M.Ben-Ari, Podstawy programowania współbieżnego i rozproszonego, WNT 1996.
2. Dongarra J. i in.: The Sourcebook of Parallel Computing, Morgan Kaufmann (Elsevier), 2002.
3. MPI: <http://www.mcs.anl.gov/research/projects/mpi>

4. OPENMP: <http://www.openmp.org/wp>
5. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L. Wprowadzenie do algorytmów.
6. Algorytmy równoległe. WNT, Warszawa 1997.

PRZEDMIOT: *Fizyka cząstek elementarnych i oddziaływań
podstawowych*

LICZBA GODZIN: 30 WY + 15 KW

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, model GIM i macierz CKM, obojętne mezony K, niezachowanie symetrii CP.
11. Oddziaływania elektroslabe w modelu standardowym – model Weinberga-Salama, spontaniczne łamanie symetrii i mechanizm Higgsa,
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.

Na konwersatorium rozwiązywane będą zadania dołączone do poszczególnych rozdziałów w podanej literaturze.

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)

Specjalność (do wyboru)

Współczesna fizyka stosowana

UWAGA!

Przedmiot - *Pracownia specjalistyczna*
obejmuje 180 h zajęć LB (4x45 H w różnych laboratoriach)

PRZEDMIOT: *Pracownia Specjalistyczna Biofizyki*

LICZBA GODZIN: 45LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

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

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr W. Grudziński

MINIMA PROGRAMOWE: Treści kształcenia: Konstrukcje aparaturowe i zestawy pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej i współczesnej. Komputerowe metody wspomaganie eksperymentu. Zaawansowane metody analizy danych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: planowania złożonych eksperymentów fizycznych z uwzględnieniem różnych metod pomiarowych; obsługi złożonych układów pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi elektronicznych i informatycznych; precyzyjnego przeprowadzania pomiarów i analizy danych; prezentacji oraz interpretacji wyników pomiarów.

TREŚCI REALIZOWANE: j.w.

OPIS ZAJĘĆ:

Spis ćwiczeń, które wykonuje student

1. Spektrofotometryczne badanie procesu agregacji karotenoidów
2. Stany elektronowo-oscyłacyjne wybranych związków organicznych – praca z programem HyperChem
3. Badanie widm Ramana związków organicznych
4. Badanie widm IR lipidów
5. Wyznaczanie wartości siły oscylatora oraz dipolowego momentu przejścia na podstawie widm absorpcji cząsteczek
6. Badanie jednocząsteczkowych warstw dwuskładnikowych na granicy faz woda powietrze
7. Analiza chromatograficzna i spektroskopowa barwników aparatu fotosyntetycznego
8. Kalorymetryczne badanie wpływu cholesterolu na przejścia fazowe w błonach lipidowych

9. Opracowanie schematu Jabłońskiego związków organicznych na podstawie analizy widm absorpcji, fluorescencji i fosforescencji
10. Badanie depolaryzacji fluorescencji molekuł 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. Sielewiesiuk *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 Stosowana*

LICZBA GODZIN: 45 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr Artur Markowski, dr hab. K. Bederski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr Artur Markowski

MINIMA PROGRAMOWE: *Treści kształcenia:* Konstrukcje aparaturowe i zestawy pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej i współczesnej. Komputerowe metody wspomaganie eksperymentu. Zaawansowane metody analizy danych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: planowania złożonych eksperymentów fizycznych z uwzględnieniem różnych metod pomiarowych; obsługi złożonych układów pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi elektronicznych i informatycznych; precyzyjnego przeprowadzania pomiarów i analizy danych; prezentacji oraz interpretacji wyników pomiarów.

TREŚCI REALIZOWANE: Zajęcia w Pracowni Specjalistycznej obejmują cykl ćwiczeń laboratoryjnych umożliwiającą 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. Układ dozujący do spektrometru mas.
2. Masowo-spektrometryczne badania reakcji jonowo-molekularnych.
3. Badanie charakterystyk ciśnieniowych w układzie próżniowym SAG 2.
4. Ultradźwiękowe metody badania materiałów.
5. Badania wytrzymałościowe materiałów w próbie rozciągania statycznego.
6. Defektoskop rentgenowski.
7. Kolorymetr spektralny.
8. Badanie stężeń roztworów przy zastosowaniu interferometru.
9. Badanie procesów jonizacyjnych w gazach.
10. Spektrometria mas desorpcji laserowej.

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 Pracownię 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 jądrowa*

LICZBA GODZIN: 45 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr R.Zaleski, dr Z. Surowiec

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr R. Zaleski

MINIMA PROGRAMOWE: *Treści kształcenia:* Konstrukcje aparaturowe i zestawy pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej i współczesnej. Komputerowe metody wspomaganie eksperymentu. Zaawansowane metody analizy danych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: planowania złożonych eksperymentów fizycznych z uwzględnieniem różnych metod pomiarowych; obsługi złożonych układów pomiarowych z wykorzystaniem narzędzi elektronicznych i informatycznych; precyzyjnego przeprowadzania pomiarów i analizy danych; prezentacji oraz interpretacji wyników pomiarów.

TREŚCI REALIZOWANE: Wykorzystanie metod doświadczalnych stosowanych w fizyce jądrowej do badania zjawisk fizycznych. Zaprojektowanie eksperymentu, a następnie zestawienia układów pomiarowych z modularnej elektroniki oraz sterowanych komputerowo systemów akwizycji danych. Opanowanie obsługi oprogramowania sterującego aparaturą i wykonanie pomiarów. Numeryczna analiza danych doświadczalnych wykorzystująca metody statystyczne i ocena niepewności pomiarowych wyników. Opracowanie sprawozdania z ćwiczenia obejmującego prezentację wyników pomiarów z uwzględnieniem ich niepewności. Interpretacja uzyskanych wyników.

OPIS ZAJĘĆ: Celem pracowni jest wykorzystanie metod doświadczalnych fizyki jądrowej do badania zjawisk fizycznych związanych z promieniowaniem jądrowym.

Lista ćwiczeń:

1. Badanie rozpraszania Comptona.
2. Badanie widm promieniowania gamma i pomiar aktywności jego źródeł.
3. Identyfikacja nieznanego źródła promieniowania gamma.
4. Określenie źródeł naturalnego tła promieniotwórczego.
5. Badanie widm alfa.
6. Badanie widma beta i pomiar energii rozpadu beta.
7. Pomiar czasu życia poziomów jądrowych.

8. Badanie rozmiarów wolnych objętości w ciałach stałych metodą spektroskopii czasów życia pozytonów.
9. Wyznaczanie elementów schematu rozpadu stanów wzbudzonych jąder atomowych metodą pomiaru widm koincydencyjnych gamma-gamma.
10. Badanie rozpraszania kulombowskiego cząstek alfa na jądrach atomowych.
11. Wyznaczanie krzywej aktywacji neutronowej.
12. Wyznaczanie względnych przekrojów czynnych reakcji neutronowych.
13. Identyfikacja nuklidu promieniotwórczego metodą pomiaru półokresu rozpadu.

Zadaniem studenta będzie wykonanie trzech ćwiczeń. W celu uzyskania pozytywnej oceny ćwiczenia wymagane jest:

- zaliczenie kolokwium wstępnego sprawdzającego podstawowe wiadomości niezbędne w zrozumieniu przebiegu i celu doświadczenia;
- prawidłowe zaprojektowanie i 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. Hryniewicz *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. Y.M. Tsipenyuk *Nuclear Methods In Science and Technology*, IOP Bristol and Philadelphia 1997.
8. G.F. Knoll. *Radiation Detection and Measurements*, John Wiley & Sons, Inc., USA 2000.
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 , <http://www.nndc.bnl.gov/ensdf/>
14. Brookhaven National Laboratory, NuDat, <http://www.nndc.bnl.gov/nudat2/>

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

MINIMA PROGRAMOWE: *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.

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. Skanujący 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 błędów pomiarowych.

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.

PRZEDMIOT: *Elementy programowania*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr A. Wójtowicz

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr A. Wójtowicz

TREŚCI REALIZOWANE: Nauka elementów programowania prowadzona jest w oparciu o język Pascal. Omawiane są kolejno: podstawy algorytmiki, wymagania sprzętowe i programowe, metody tworzenia kodu źródłowego, kompilowania i uruchamiania programów. W ramach nauki języka omawiane są kolejne elementy programu, jak: słowa kluczowe i dyrektywy języka, identyfikatory, liczby, łańcuchy, komentarze i separatory. Studenci poznają typy proste, łańcuchowe, strukturalne, wskaźnikowe itd., konwersje typów. Dalej omawiane są stałe i zmienne, wyrażenia, operatory, instrukcje: przypisania, skoku, złożone, warunkowe, iteracyjne, wiążące. Definiowane są funkcje i procedury z parametrami przekazywanymi przez wartości, zmienne i stałe, omawiane wywołania funkcji i procedur oraz budowa modułów. Omawiane są operacje wejścia/wyjścia dotyczące konsoli i plików, wprowadzone funkcje i procedury standardowe z modułów System (sterowanie programem, tworzenie przetwarzanie struktur danych, konwersje, funkcje arytmetyczne, porządkowe, łańcuchowe), Crt (obsługa konsoli), Strings (tworzenie, przekształcanie, porównywanie, dodawania łańcuchów), Dos (obsługa przerwań, zegarów, dysków, operacje na zbiorach), Graph (inicjacja i zamykanie trybu graficznego, rysowanie, procedury tekstowe, elementy animacji). Następnie wprowadzane są elementy programowania obiektowego (klasy, obiekty, pola, metody i właściwości, dziedziczenie, polimorfizm). Omawiane są metody lokalizacji i usuwania usterek. Wykład kończy wprowadzenie do tworzenie programów dla środowisk okienkowych (Windows) w oparciu o Delphi, z wykorzystaniem elementów API, wielowątkowości, gotowych i własnych komponentów.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład ilustrowany jest wyświetlanymi algorytmami, fragmentami źródeł programów i schematami. Studenci wybrane materiały, zwłaszcza schematy, wykresy, ilustracje, mogą pobierać spod wskazanego adresu internetowego.

LITERATURA:

1. J. Bielecki, Turbo Pascal, WNT, W-wa 1988.
2. I. Marciniak, Turbo Pascal 7.0 z elementami programowania. Część 1, Nakom, 1994.

3. P.K. McBride, Pascal to proste, Wydawnictwo RM, W-wa, 2001.
4. A. Kierzkowski, TURBO Pascal, Ćwiczenia praktyczne, Helion, Gliwice 2000.
5. N. Wirth, Algorytmy + struktury danych = programy, WNT, W-wa, 2000.
6. P. Michałkiewicz, I. Swituszak, Programowanie w języku Turbo Pascal 7.0, LYNX-SFT, W-wa 1993.
7. M.J. Kubiak, Programuję w językach Turbo Pascal i C/C++: programowanie strukturalne z elementami programowania obiektowego', Mikom, W-wa 2001.
8. J. Biernat, Ćwiczenia z Turbo Pascal 7.0, Mikom, W-wa, 2004.

PRZEDMIOT: *Pracownia mikroprocesorowa*

LICZBA GODZIN: 45 LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie – obrona napisanych programów

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr A. Wójtowicz, dr T. Pieńkos

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr A. Wójtowicz

TREŚCI REALIZOWANE: Zapoznanie z układami logicznymi, mikroprocesorami i mikrokontrolerami, strukturą mikrokomputera zbudowanego w oparciu o układ mikroprocesorowy. Zapoznanie z budową wewnętrzną mikroprocesora/mikrokontrolera, jego systemem rozkazów oraz współpracą z układami pamięci ROM i RAM. Poznanie sposobów podłączania do mikroprocesora i oprogramowania urządzeń peryferyjnych, organizacji szyny systemowej i dekodów adresów oraz pracy układów watchdog i reset. Poznanie prostych urządzeń wejścia/wyjścia, jak klawiatury (matrycowa czy przeglądana sekwencyjnie), wyświetlacze (LED i LCD, tekstowe jak i graficzne), sygnalizatory, przetworniki A/D i D/A, sposobów izolacji galwanicznej urządzeń peryferyjnych. Poznanie standardowych interfejsów w komputerach PC – równoległego i szeregowego (RS232) oraz zagadnień związanych z transmisją danych z ich wykorzystaniem. Poznanie budowy oraz metody wykorzystania i oprogramowania prostych kart rozszerzeń komputerów PC.

OPIS ZAJĘĆ: Na zajęciach studenci poznają technikę komputerową (hardware, urządzenia peryferyjne, komputerowe sterowanie aparaturą i akwizycja danych) w oparciu o system DSM-51 zbudowany z wykorzystaniem mikrokontrolera 8051 oraz uczą się metod programowania mikrokomputerów od strony sprzętowej, w tym podstaw asemblera kontrolera 8051. Zagadnienia obejmują praktyczną budowę komputera (mikroprocesor, pamięci, magistrala, wbudowane urządzenia wejścia/wyjścia), wykorzystanie kontrolera przerwań do obsługi urządzeń peryferyjnych, łącza szeregowo i równoległe, w tym ich oprogramowanie zarówno w systemie DSM-51, jak i w komputerze PC. Wszyscy studenci piszą przez pierwszych 6-8 godzin zajęć taki sam program pod kierunkiem prowadzącego (np. prosty kalkulator), by oswoić się ze sprzętem i programowaniem w asemblerze. Później studenci indywidualnie lub w grupach po 2 osoby, w zależności od złożoności postawionego im zadania, projektują i piszą program zaliczeniowy, w asemblerze 8051, wykorzystujący kilka różnego rodzaju elementów składowych systemu DSM-51 i prostych peryferiów. W większości ćwiczeń oprócz DSM-51 używane są dodatkowe, zewnętrzne urządzenia, podłączane np. za pomocą wyprowadzonej z DSM-51 szyny systemowej bądź interfejsu równoległego 8255.

Ćwiczenia (programy do napisania w asemblerze 8051) przewidziane na pracowni to:

- sterowanie 4-fazowym silnikiem krokowym i sygnalizatorem z 3 diod LED (informacja o pracy i kierunku obracania silnika) za pośrednictwem układu 8255 i wzmacniacza prądowego; zmiana za pomocą klawiatury matrycowej prędkości i kierunku obrotów, trybu pracy (pojedyncze cewki, podwójne cewki, podwojona rozdzielczość, dynamiczny - statyczny); zliczanie i prezentacja na wyświetlaczu LCD i/lub LED (7-seg.) wykonanych kroków (obrotów), stanu silnika; sterowanie silnikiem także zgodnie z rozkazami przesyłanymi przez RS-232 z zewnętrznego urządzenia (np. komputera PC);
- sekwencyjny odczyt za pośrednictwem układu 8255 z zewnętrznego miernika (np. woltomierza V540) z informacją wystawianą równolegle odczytów tego miernika, zdekodowanie ich, kontrola poprawności danych, prezentacja odczytów na wyświetlaczach LCD i/lub LED (7-seg.), przesyłanie odczytów za pośrednictwem RS-232 do zewnętrznego urządzenia (np. PC) w formacie tekstowym, dostosowanym do wyświetlania w terminalach czy tworzenia plików akceptowalnych przez arkusze kalkulacyjne;
- tworzenie w buforze w pamięci RAM dostępnej dla 8051 komunikatu tekstowego, wprowadzanego za pomocą 16-przyciskowej klawiatury matrycowej w taki sposób, jak obsługiwana jest klawiatura w telefonach komórkowych przy pisaniu SMS-ów, wyświetlanie edytowanego fragmentu tekstu wraz z możliwością przewijania na wyświetlaczu LCD, korekta błędnie wprowadzonych znaków, wysyłanie tekstu z bufora do zewnętrznego urządzenia (np. PC) za pomocą RS-232;
- gra zręcznościowa, realizowana na wyświetlaczu tekstowym LCD (2 wiersze x 16 znaków), wykorzystująca pseudo-grafikę (definiowane przez programistę znaki), polegająca na „łapaniu” kursorem poruszonym w dolnym wierszu wyświetlacza „opadających” na wyświetlaczu „sopli”; sterowanie za pomocą klawiatury matrycowej; zliczanie punktów na wyświetlaczu LED (7-seg.); przy spieszenie stopniowe tempa gry (wykorzystanie timerów); efekty dźwiękowe (buzzer); pseudo- losowe generowanie „sopli”;
- zdejmowanie charakterystyki prądowo-napięciowej z diody półprzewodnikowej z wykorzystaniem przetworników D/A i A/D; obsługa pomiarów za pomocą klawiatury z wyświetlaniem opcji pomiarów i wyników na wyświetlaczu LCD; pomiary wykonywane z różną liczbą powtórzeń odczytów dla danego punktu pomiarowego; przesyłania danych do zewnętrznego urządzenia w formacie tekstowym przez RS-232; wyświetlenie na wyświetlaczu LED (7-seg.) zmierzonego spadku napięcia na diodzie; wyświetlenie na LCD

informacji o rodzaju mierzonej diody (Ge, Si, LED – kolory) w zależności od spadku napięcia;

- automatyczne sterowanie (poprzez układ 8255) monostabilnymi przełącznikami do załączania zasilania sieciowego zewnętrznych urządzeń, uzależnione od aktualnej godziny i dnia tygodnia (jak w programowalnych, komercyjnych tego typu urządzeniach); czas i data oraz programy (nastawy) załączania przechowywane są w podtrzymywanej bateryjnie, zewnętrznej pamięci RAM z zegarem RTC; użytkownik musi móc modyfikować czas/datę oraz programy załączeń za pomocą klawiatury matrycowej i wyświetlacza LCD i mieć możliwość załączania/wyłączania przełączników także ręcznie, niezależnie od wykonywanego programu załączeń; aktualny czas powinien być wyświetlany na wyświetlaczu LED (7-seg.);
- obsługa monochromatycznego graficznego wyświetlacza LCD ze sterownikiem T6963C; reset i inicjalizacja wyświetlacza, czyszczenie ekranu; zapalanie/gaszenie pikseli, rysowanie prymitywów (linie, wielokąty, elipsy itp.), mieszanie grafiki i tekstu, rysowanie za pomocą kursora sterowanego klawiaturą matrycową; prosta animacja;
- odczyt napięcia za pośrednictwem przetwornika A/D i prezentacja zmian na wyświetlaczu graficznym LCD (prosty oscyloskop cyfrowy); zmiana za pomocą klawiatury m.in. stałej czasowej, metody i parametrów wyzwalania „generatora podstawy czasu” (trigger/auto, poziom napięcia wyzwalającego, zbocze sygnału rosnące/opadające); pomiar amplitudy Vp-p sygnału przez ustawienie znaczników na ekranie „oscyloskopu”; pomiar częstości przebiegów napięcia zmiennego;
- generowanie za pomocą 2 przetworników D/A przebiegów sinusoidalnych dla uzyskania figur Lissajous; przełączanie za pomocą klawiatury matrycowej pomiędzy kilkoma różnymi stosunkami częstości generowanych przebiegów; skokowa zmiana fazy co 15°, płynna zmiana fazy o $\pm 1^\circ$; prezentacja na wyświetlaczu LCD informacji o aktualnie generowanych przebiegach (stosunek częstości, różnica faz na starcie);

LITERATURA:

1. P. Gałka & P. Gałka, Podstawy programowania mikrokontrolera 8051. Mikom, W-wa 1995.
2. T. Starecki, Mikrokontrolery 8051 w praktyce. BTC, W-wa 2003.
3. B. Zieliński, Układy mikroprocesorowe. Przykłady rozwiązań. Helion 2002.
4. K. Fedyna, M. Mizeracki, Układy mikroprocesorowe Z80. WKiŁ 1989.
5. J. Grabowski, S. Kościuszko, Podstawy i praktyka programowania mikroprocesorów. WNT 1987.

6. J. Karczmarczuk, Mikroprocesor Z80. WNT 1987.
7. R. Pełka, Mikrokontrolery, architektura, programowanie, zastosowania. WKiŁ 1999.
8. P. Hadam, Projektowanie systemów mikroprocesorowych. BTC, Warszawa 2004.
9. Noty katalogowe używanych układów scalonych.

PRZEDMIOT: *Fizyka jądrowa II*

LICZBA GODZIN: 15 WY + 15 KW

FORMA ZALICZENIA: WY – egzamin, KW - zal,

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

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

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr hab. B. Jasińska

TREŚCI REALIZOWANE:

1. Wielkości charakteryzujące jądro atomowe. Metody wyznaczania.

- ładunek,
- masa,
- energia wiązania, średnia energia wiązania, energia separacji nukleonu,
- własności jąder stabilnych
- ścieżka stabilności
- stabilność ze względu na oddz. silne i słabe
- rozmiary i kształt, deformacje
- poziomy energetyczne
- spin, moment magnetyczny

2. Przemiany jądrowe

- rozpad promieniotwórcze, reguły wyboru
- rozszczepienie jądra atomowego, reaktor
- reakcje jądrowe

3. Modele jądrowe

- model kropłowy
- model gazu Fermiego
- model powłokowy (model jednocząstkowy, model kolektywny)

4. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią

- cząstki ciężkie
- elektrony
- promieniowanie
- wpływ na organizmy żywe

5. Wybrane metody jądrowe

OPIS ZAJĘĆ: Wykład prowadzony z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.

Treści realizowane w programie wykładu służą dwu celom podstawowym:

1. Zapoznaniu studentów z jądrowymi bazami danych, zawierającymi wielkości określone w eksperymentach jądrowych: intrnetowe Nudata lub tablice masowe Wapstra, „Table of isotopes” R.B.Firestone and V.S. Shirley, „Table of isotopes” C.M. Lederer and V.S. Shirley. Konwersatorium służy przygotowaniu studentów do samodzielnego napisania pracy zaliczeniowej/zadania przy wykorzystaniu danych literaturowych zamieszczonych w w/w bazach danych. Zadanie zaliczeniowe zawiera inne dane wyjściowe dla każdego studenta
2. Omówieniu wielkości, które są wykorzystywane jako podstawa fizyczna w jądrowych technikach badawczych wykorzystywanych w badaniach fizycznych, technicznych i diagnostyce medycznej.

LITERATURA:

1. A. Strzałkowski – Wstęp do fizyki jadra atomowego.
2. R. Wilhelmi – Fizyka reakcji jądrowych.
3. T. Mayer-Kuckuk – Fizyka jądrowa.
4. Z. Szepliński - Wstęp do fizyki jadra atomowego i cząstek elementarnych.

PRZEDMIOT: *Fizyka cząstek elementarnych*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. J. Żuk

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. J. Żuk

TREŚCI REALIZOWANE: Promieniowanie kosmiczne. Mechanizm oddziaływania cząstek naładowanych z materią. Detektory cząstek. Budowa akceleratorów. Wielki Zderzacz Hadronów (LHC). Klasyfikacja cząstek elementarnych. Leptony i kwarki. Rodzaje oddziaływań fundamentalnych w przyrodzie. Bozony pośredniczące. Diagramy Feynmana. Symetria i prawa zachowania w oddziaływaniach cząstek. Model kwarkowy hadronów. Podstawy chromodynamiki kwantowej. Oddziaływania elektroslabe i model Weinberga-Salama. Badania neutrin. Spontaniczne łamanie symetrii. Cząstka Higgosa. Zjawiska wykraczające poza model standardowy.

OPIS ZAJĘĆ: Wykład przedstawia zarys współczesnego stanu wiedzy w dziedzinie fizyki cząstek elementarnych, obejmując przede wszystkim zagadnienia mieszczące się w obrębie modelu standardowego. Model ten dostarcza spójnego i w wielu przypadkach dobrze zgadzającego się z doświadczeniem opisu własności leptonów, kwarków oraz podstawowych oddziaływań z udziałem bozonów pośredniczących, które warunkują strukturę hadronów i przebieg zachodzących zjawisk. Wykład rozpocznie charakterystyka promieniowania kosmicznego i opis historycznie pierwszych metod jego detekcji z użyciem klisz. Omówiony będzie tutaj, między innymi polski wkład w fizykę cząstek - odkrycie hiperjader przez Danysza i Pniewskiego. Następnie przybliżone będą mechanizmy oddziaływania cząstek naładowanych z materią. Omawiane w wykładzie metody eksperymentalne fizyki cząstek elementarnych obejmują opis działania akceleratorów liniowych i cyklicznych (cyklotron, synchrotron) oraz koncepcję badań z udziałem wiązek przeciwbieżnych. W dalszym ciągu opisane będą detektory takie jak: licznik proporcjonalny, licznik Czerenkowa, komora pęcherzykowa, kalorymetr, licznik iskrowy i komora wielodrutowa. Przedstawiona będzie charakterystyka i cele naukowe Wielkiego Zderzacza Hadronów (LHC). W dalszej części wykładu podana zostanie aktualna klasyfikacja cząstek elementarnych i fundamentalnych (leptony i kwarki) oraz liczby kwantowe opisujące cząstki (spin, parzystość, skrętność, dziwność, izospin i inne). Przedstawione zostaną metody wyznaczania niektórych z tych wielkości, m. innymi doświadczenie Goldfabera.

W analogii do teorii Yukawy, wprowadzona zostanie koncepcja bozonów pośredniczących do opisu oddziaływań między cząstkami. W sposób graficzny różnorakie oddziaływania przedstawione będą poprzez diagramy Feynmana. Podana będzie zależność amplitudy rozpraszania od masy bozonu wymienianego pomiędzy cząstką rozpraszającą i rozpraszaną. Przedyskutowane będzie zagadnienie symetrii, niezmienniczość i związane z nimi prawa zachowania dla oddziaływań elektromagnetycznych, słabych i silnych. Podane będą przykłady niezachowania CP w rozpadach obojętnych kaonów oraz twierdzenie dotyczące niezmienniczości względem CPT. W wykładzie planuje się następnie przedstawienie: wyników badań oddziaływania leptonów z kwarkami, potwierdzenia eksperymentalnego modelu kwarkowego hadronów i podstaw chromodynamiki kwantowej. Omówione będzie zjawisko powstawania dżetów gluonowych oraz koncepcja gluonium i plazmy kwarkowo-gluonowej. Kluczowy dla zrozumienia oddziaływań słabych jest opis obserwacji w zderzeniach proton-antyproton bozonów W i Z o dobrze określonych masach. Przedstawione zostaną niektóre z eksperymentów dotyczących badań neutrin i ich oscylacji. Opiszana będzie teoria oddziaływań elektroślabych Weinberga-Salama. Końcowa część wykładu zawiera informacje dotyczące: spontanicznego łamania symetrii za pomocą mechanizmu Higgsa, poszukiwania cząstek Higgsa, i prób wielkiej unifikacji oddziaływań fundamentalnych.

Wymagania wobec słuchaczy wykładu: znajomość podstaw mechaniki kwantowej oraz fizyki jądrowej.

LITERATURA:

1. Perkins, D.H., *Wstęp do fizyki wysokich energii*, PWN, 2004.
2. Strzałkowski, A., *O siłach rządzących światem*, PWN, 1996.
3. Scharf, W., *Akseleratory cząstek naładowanych i ich zastosowania*, PWN, 1974.

PRZEDMIOT: *Sterowanie układami pomiarowymi*

LICZBA GODZIN: 45LB

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr R. Zaleski, dr A: Wojtowicz, dr W. Grudziński

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr R. Zaleski, dr A: Wojtowicz, dr W. Grudziński

TREŚCI REALIZOWANE: Celem zajęć jest praktyczne zapoznanie studentów z wykorzystaniem komputerów w technice pomiarowej, zarówno od strony sprzętowej (urządzenia pomiarowe, sterowniki, przetworniki, najważniejsze interfejsy), jak i programowej (oprogramowanie interfejsów standardowych PC: szeregowy, równoległy, automatyzacja sterowania, archiwizacja, obróbka i wizualizacja zebranych danych).

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia na pracowni podzielone są na 3 części:

1. a) zaznajomienie z portem RS232 i portem równoległym komputera PC (budowa złącz, przewodów, wymagania elektryczne i czasowe oraz podstawy oprogramowania odczytu i zapisu: UART, rejestry portu równoległego) - student pisze w języku wysokiego poziomu program sterujący przetwornikiem D/A z portu równoległego oraz odczytujący dane z zewnętrznego multimetru portem szeregowym; b) zaznajomienie z metodami transmisji cyfrowej na odległość, w tym z urządzeniami, które muszą być izolowane galwanicznie od komputera – student testuje poprawność transmisji szeregowej z wykorzystaniem interfejsu optycznego przy rosnącej szybkości przesyłania danych, wyznacza m.in. częstość graniczną dla danego łącza; c) zaznajomienie z metodami konwersji transmisji szeregowej na równoległą i odwrotnie: rejestry przesuwne, mikrokontrolery – student oprogramowuje w asemblerze prosty interfejs konwertujący transmisję, zbudowany w oparciu o 8-bitowy mikrokontroler np. 8051 lub AVR.
- 2) Wykorzystanie oprogramowania LabVIEW dedykowanego tworzeniu aplikacji sterujących układami pomiarowymi: a) programowane w graficznym języku programowania G (tworzenie prostych modułów pozwalających na obróbkę danych, odczyt i zapis plików itp.); b) elementy ergonomii w projektowaniu panelu sterującego oraz wizualizacji wyników pomiarów (projektowanie wirtualnego panelu kontrolnego); c) komunikacja ze sprzętem pomiarowym przy wykorzystaniu bibliotek LabVIEW (interfejsy szeregowy i równoległy).
3. Zapoznanie z językami, skryptami wbudowanymi w firmowe oprogramowanie sterujące urządzeniami pomiarowym oraz zaznajomienie z najczęściej stosowanymi procedurami

standardowymi i ich specyfiką. Omówienie stosowanych standardów. W tej części pracowni student powinien napisać skrypt do automatycznego przeprowadzenia serii pomiarów na wskazanym urządzeniu, korzystając z wbudowanego systemu komend i procedur..

Efektem końcowym pracowni powinno być:

- opracowanie prostego zautomatyzowanego systemu pomiarowego (np. do pomiaru oporności w funkcji temperatury);
- nawiązanie komunikacji ze wskazanym przez prowadzącego seryjnie produkowanym urządzeniem (waga elektroniczna, regulator temperatury, spektrometr absorpcyjny, fluorescencyjny, zestaw HPLC i inne), które są wyposażone w omawiane wcześniej interfejsy (RS232, GPIB,) oraz przeprowadzenie serii pomiarów testowych

LITERATURA:

1. P. Metzger, Anatomia PC, Wyd. Helion.
2. A. Daniluk. RS-232 Praktyczne programowanie. Wyd. Helion.
3. Noty katalogowe, np. firmy Atmel mikrokontrolerów z rdzeniami 8051 i AVR.
4. W. Winiecki, J. Nowak, S. Stanik, Graficzne zintegrowane środowiska programowe do projektowania komputerowych systemów pomiarowo-kontrolnych, Mikom, 2001
5. W. Tłaczała, Środowisko LabVIEW w eksperymencie wspomaganym komputerowo, WNT 2002
6. Marcin Chruściel, LabView w praktyce, BTC 2008
7. Wojciech Mielczarek Urządzenia pomiarowe i systemy kompatybilne ze standardem SCPI, 1999 Wyd. Helion
8. Instrukcje obsługi odpowiednich urządzeń pomiarowych (dostępne najczęściej na stronach internetowych producentów)

Wykłady specjalistyczne

(do wyboru)

PRZEDMIOT: *Elementy ekologii*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr hab. K. Bederski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr hab. K. Bederski

TREŚCI REALIZOWANE:

- Zanieczyszczenia środowiska
- Atmosfera ziemska
- Efekt cieplarniany
 - Historia klimatu
 - Powstawanie efektu cieplarnianego
 - Gazy cieplarniane
 - Sposoby zmniejszania emisji CO₂
 - Klipy stabilizacyjne
 - Skutki efektu cieplarnianego
 - Przemysłowe metody magazynowania CO₂
- Dziura ozonowa
 - Destrukcja powłoki ozonowej
 - Własności freonów i halonów
 - Wyjaśnienie powstania dziury ozonowej
 - Procesy, od których zależy stężenie ozonu w atmosferze
- Własności fizyczne układu Ziemia – Słońce
- Czynniki wpływające na stan biosfery
- Widmo słoneczne
- Bilans energetyczny w zerowymiarowym modelu cieplarnianym
- Źródła, własności fizyko-chemiczne i toksyczne gazowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego
- Parametry charakteryzujące zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego
- Klasyfikacja pyłowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego
- Wody i ich zanieczyszczenia
- Fizyczne własności pyłów *)
- Pomiary gazowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego *)

- Pomiary pyłowych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego *)
- Metody zapobiegania emisji gazów i pyłów *)

*) oznaczono zagadnienia realizowane dodatkowo w ramach wykładu 30 godz.

OPIS ZAJĘĆ: Realizowane zajęcia wiążą się przede wszystkim z zagadnieniami związanymi z ochroną powietrza atmosferycznego oraz z ochroną wód. Główny nacisk został położony na zagadnienia związane z efektem cieplarnianym oraz dziurą ozonową. Ważną rzeczą jest tu zwrócenie uwagi na cel edukacji ekologicznej, a więc: poznanie motywów i sposobów ochrony i kształtowania środowiska, rozwijanie u studentów wrażliwości na potrzeby środowiska, kształtowanie odpowiedzialności za środowisko, kształcenie umiejętności dostrzegania zjawisk w ekosystemach, przewidywania i oceny pewnych następstw oraz formowanie i umacnianie pozytywnych przekonań i postaw wobec określonych zjawisk i obiektów przyrodniczych środowiska człowieka.

LITERATURA:

1. E. Boeker, R. van Grondelle, *Fizyka środowiska*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2002.
2. A. Z. Hryniewicz, E. Rokita, *Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 1999.
3. H. Brauer, Y. B. G. Varma, *Air Pollution Control Equipment*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1981.
4. M. Bernhardt, J. Michałowski, S. Radziwiński, *Motoryzacyjne skażenia powietrza*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1976.
5. B. Mckibben, *National Geographic*, 11 (2007) 23 – 57.
6. Źródła z Internetu.

PRZEDMIOT: *Wybrane zagadnienia ze spektrometrii mas*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: dr hab. K. Bederski

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: dr hab. K. Bederski

TREŚCI REALIZOWANE:

- Metody jonizacji atomów i molekuł
- Podstawowe podzespoły spektrometru mas
 - Źródło jonów
 - Analizator mas
 - Układ detekcyjny
 - Układ próżniowy
 - Układ dozujący
 - Układ detekcyjny połączony z komputerem
- Ruch jonu w polu magnetycznym i elektrycznym
- Wybrane źródła jonów
- Podział spektrometrów mas
- Spektrometr mas z odchylającym polem magnetycznym
- Radialne pole elektryczne
- Podwójnie ogniskujący spektrometr mas
- Cykloidalny spektrometr mas
- Kwadrupolowy spektrometr mas
- Spektrometr mas czasu przelotu jonów
- Podwójnie ogniskujący spektrometr mas z analizatorem energii
- Pojęcie sumarycznego i parcjalnego przekroju czynnego na jonizację gazów elektronami
- Widma mas
- Badanie reakcji jonowo-molekularnych
 - Metoda wysokociśnieniowa
 - Metoda niskociśnieniowa
- Podstawy teorii zderzeń. Stała szybkości reakcji
- Klasyfikacja reakcji jonowo-molekularnych
- Zastosowanie wysokociśnieniowej spektrometrii mas do badań reakcji jonowo-molekularnych

OPIS ZAJĘĆ: Prezentowany wykład składa się z kilku podstawowych części. Pierwszą część stanowi opis kilkunastu metod jonizacji gazów, m. in.: jonizacja elektronami, jonizacja chemiczna, jonizacja termiczna, jonizacja polem, fotojonizacja, itd. W części drugiej jest omawiana budowa spektrometru mas. W dalszej części są prezentowane wybrane typy spektrometrów mas. Ważnymi zagadnieniami są omawiane tu zastosowania spektrometrii mas w badaniach jonizacji elektronami oraz w badaniach reakcji jonowo-molekularnych w gazach.

LITERATURA:

1. R. A. W. Johnstone, M. E. Rose, Spektrometria mas, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
2. J. Barker, Mass Spectrometry, Published on behalf of ACOL (University of Greenwich) by John Wiley and Sons, Chichester, New York, Brisbane, Singapore, Toronto, 1999.
4. E. de Hoffmann, J. Charette, V. Stroobant, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1994.
5. W. Żuk, Spektrometria mas i elektromagnetyczna separacja izotopów, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980.

PRZEDMIOT: *Nadciekłość i nadprzewodnictwo*

LICZBA GODZIN: 30 KW

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. T. Domański

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. T. Domański

MINIMA PROGRAMOWE: nadprzewodnictwo, nadciekłość

TREŚCI REALIZOWANE: nadprzewodnictwo (klasyczne, wysokotemperaturowe i różnych form egzotycznych), nadciekłość helu oraz w układach ultrazimnych gazów atomowych

OPIS ZAJĘĆ: W cyklu wykładów przedstawię historię odkrycia i opisu charakterystycznych właściwości nadprzewodników/nadcieczy oraz wyjaśnię w jaki sposób zjawiska te realizują się na różnych skalach przestrzennych i energetycznych.

1. **Nadciekłość** (nagrody Nobla w latach: 1978, 1996, 2001)

- a) koncepcja kondensacji Bosego-Einsteina (BE)
- b) historia odkrycia nadciekłego helu przez P. Kapicę oraz niezależnie przez J. Allena i D. Misenera
- c) przegląd osobliwych właściwości stanu nadciekłego (bezleпки przepływ, efekt fontannowy, sieć wirów kwantowych itp.)
- d) opis wzbudzeń elementarnych w stanie nadciekłym (fonony, maksony, rotony)
- e) nowa era uzyskania kondensatów BE i nadciekłości w układach ultrazimnych atomów
- f) realizacja nadciekłości w gwiazdach neutronowych

2. **Nadprzewodnictwo.....**(nagrody Nobla w latach 1913, 1972, 1987, 1991, 2003)

- a) odkrycie zaniku oporu w rtęci przez K. Onnesa
- b) zjawisko idealnego diamagnetyzmu (Meissnera - Ochsenfelda)
- c) właściwości nadprzewodników I-ego i II-ego rodzaju (wiry kwantowe, sieć Abrikosova)
- d) elementy teorii Bardeena, Coopera i Schriefferera (BCS)
oraz fenomenologiczne podejście Ginzburga-Landaua
- e) spontaniczne łamanie symetrii cechowania oraz mechanizm Higgsa
- f) opis stanu nadprzewodzącego w języku całek funkcjonalnych Feynmana
- g) nadprzewodniki wysokotemperaturowe – odkrycie, przegląd właściwości

oraz najważniejsze aspekty opisu teoretycznego

h) aktualne zastosowania nadprzewodników (lewitujące pociągi, tomografy itd.)

3. Realizacja przejścia od kondensatu BE do stanu BCS

a) techniki chłodzenia i mechanizm rezonansów Feshbacha

b) nadprzewodnictwo w układach ultrazimnych atomów

c) przechodzenie od kondensatu BE do stanu BCS i vice versa

d) realizacja egzotycznych form nadciekłości/nadprzewodnictwa (faza F. Wilczka, stan Fulde-Ferrel-Larkin-Ovchinnikova)

e) laserowe sieci optyczne

LITERATURA:

1. C.J. Pethick, H. Smith, *Bose-Einstein condensation in dilute gases*, Cambridge University Press, Cambridge (2008).
2. L. Pitaevskii, S. Stringari, *Bose-Einstein condensation*, Clarendon Press, Oxford (2003).
3. Griffin, *Excitations in a Bose-condensed liquid*, Cambridge University Press, Cambridge (1993).
4. Bloch, J. Dalibard, W. Zwerger, *Many-body physics with ultracold gases*, Rev. Mod. Phys. **80**, 885 (2008).
5. G.D. Mahan, *Many-particle physics*, Kluwer Academic Plenum Publ., N. York (2000).

PRZEDMIOT: *Elementy kwantowej teorii pola w ujęciu całek po trajektoriach*

LICZBA GODZIN: 30 KW

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: kierunkowe

PROWADZĄCY: prof. T. Domański

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. T. Domański

TREŚCI REALIZOWANE:

1. **Wprowadzenie do kwantowej teorii pola**
 - a) Równoważność reprezentacji Schrodingera, Heisenberga i oddziaływania
 - b) Operator ewolucji
 - c) Pola bozonowe oraz fermionowe: właściwości i symetrie
 - d) Funkcje Greena: definicja dla przypadku temperatury $T=0$
 - e) Uśrednianie statystyczne (formalizm Matsubary dla temperatur $T > 0$)
 - f) Przedstawienie Lehmana (tożsamości Kramersa-Kroniga, reguły sum)
2. **Elementy podejścia funkcjonalnego**
 - a) Stany koherentne (funkcje własne operatorów drugiej kwantyzacji)
 - b) Algebra Grassmanna pól fermionowych
 - c) Podjęcie Feynmana metodą całek po trajektoriach
 - d) Całki po trajektoriach w fizyce statystycznej (urojonego czasu)
 - e) Propagatory
3. **Przykłady zastosowań**
 - a) Przypadek cząstki swobodnej
 - b) Transformacja Hubbarda-Stratonovica dla pól oddziałujących
 - c) Rozwiązanie punktu siodłowego (przykłady)
 - d) Uwzględnienie poprawek gausowskich (wyjście poza schemat średniego pola)
 - e) Przegląd współczesnych zastosowań i perspektywy

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest przybliżenie tzw. funkcjonalnego sformułowania kwantowej teorii pola opartego na metodzie całek po trajektoriach Feynmana do opisu układu wielu cząstek. Zastosowania klasycznej i kwantowej mechaniki statystycznej w termodynamice i fizyce fazy skondensowanej. Układy wielu cząstek. Całki po trajektoriach.

LITERATURA:

1. G.D. Mahan, Many-particle physics, Kluwer Academic Plenum Publ., New York (2000).
2. T.K. Ng, Introduction to classical and quantum field theory, Wiley-VCH Verlag, Weinheim (2009).
3. J. W. Negele, H. Orland, Quantum many particle systems, Perseus Books Publ., Reading (1998).
4. Altland, B. Simons, Condensed matter field theory, Cambridge Univ. Press, Cambridge (2006).

PRZEDMIOT: *Wybrane zagadnienia fizyki współczesnej*

LICZBA GODZIN: 30 WY

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

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. Z. Korczak

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. Z. Korczak

TREŚCI REALIZOWANE:

I Pułapkowanie pojedynczych jonów i atomów. (*H. Dehmelt, W. Paul - Nobel 1989*)

1. Budowa i zasada działania pułapki Paula i Penninga.
2. Wytwarzanie wiązki jonowej.
3. Chłodzenie laserowe.(*S. Chu, C. Cohen-Tannoudji, W. D. Philips – Nobel 1997*)
4. Obserwacja spułapkowanych jonów.
5. Badania możliwe do przeprowadzenia w pułapkach.

II Kwantowy efekt Halla. (*Klaus von Klitzing - Nobel 1985*)

1. Oporność Halla.
2. Fakty doświadczalne: "dokładność kwantowania" ,całkowity kwantowy efekt Halla, ułamkowy kwantowy efekt Halla
(*R. B. Laughlin, H. L. Störmer, D. C. Tsui – Nobel 1998*)
3. Warunki obserwacji kwantowego efekty Halla.
4. Dwuwymiarowy gaz elektronowy (tranzystor MOS-FET, heterozłącze).
5. Transport nośników prądu w warunkach gazu dwuwymiarowego.
6. Elementy teorii kwantowego efektu Halla.
7. Zastosowanie w metrologii.

III Skaningowy mikroskop tunelowy. (*Gerd Binnig, Heinrich Rohrer - Nobel 1986*)

1. Zjawisko tunelowania - tunelowanie w układach MIM, emisja polowa, tunelowanie w układach MVM, topografiner - precyzyjny topograf.
2. Budowa skaningowego mikroskopu tunelowego (STM).
3. Co "widać" za pomocą mikroskopu tunelowego - przykładowe obrazy.
4. Mikroskop AFM.
5. Przykłady zastosowań STM, AFM.

IV Nadprzewodniki wysokotemperaturowe. (*K. A. Müller, J. G. Bednorz - Nobel 1987*)

1. Zjawisko nadprzewodnictwa.

2. Historia odkrycia nadprzewodników wysokotemperaturowych.
 3. Przykładowe związki i technologia.
 4. Struktura krystalograficzna.
 5. Kierunki aktualnych badań.
 6. Możliwość zastosowania.
- V Ciekłe kryształy, polimery. (*Pierre-Gilles de Gennes - Nobel 1991*)
1. Ciekłe kryształy - klasyfikacja, podstawowe właściwości.
 2. Opis teoretyczny zjawisk w ciekłych kryształach – zarys.
- VI Detektory wielodrutowe. (*G. Charpak - Nobel 1992*)
1. Detektory cząstek.
 2. Wielodrutowa komora proporcjonalna.
- VII Neutronografia. (*B. N. Brockhous, C. Shull - Nobel 1994*)
1. Podstawowe własności neutronu.
 2. Uzyskiwanie wiązek neutronów - neutrony termiczne.
 3. Rozpraszanie sprężyste i niesprężyste neutronów.
 4. Spektrometr trójosiowy Brockhousa.
 5. Badania struktury krystalicznej i magnetycznej.
 6. Opis dynamiki sieci: fonony i magnony.
- VIII Układy niskowymiarowe.
1. Wzbudzenia w półprzewodnikach:
 - półprzewodniki objętościowe, przypadek trójwymiarowy
 - układy dwu- i jedno- wymiarowe.
 2. Efekt rozmiarowy.
 3. Elektryczne i optyczne własności układów niskowymiarowych.
 4. Półprzewodnikowe heterostruktury. (*H. Kroemer, Z. I. Alferov – Nobel 2000*)
 5. Kropki kwantowe.
- IX Postacie węgla, od grafitu do fullerenów.
1. Własności fizyczne węgla i grafitu.
 2. Odkrycie fullerenów. (*R. F. Curl, H. W. Kroto, R. E. Smalley – Nobel z chemii 1996*)
 3. Struktura krystalograficzna węgla, grafitu i fullerenów.
 4. Fulleryty - właściwości nadprzewodnikowe.
- X Nadciekły ^3He . (*D. D. Osheroff, R. C. Richardson, D. M. Lee – Nobel 1996*)
- XI Gigantyczny magnetoopór. (*A. Fert, P. Grünberg – Nobel 2007*)

OPIS ZAJĘĆ: Celem wykładu jest zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami, za badanie których w ostatnich latach przyznano nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki. Tematyka wykładów dotyczy: pułapkowania pojedynczych jonów i atomów, kwantowego efektu Halla, skaningowej mikroskopii tunelowej, nadprzewodników wysokotemperaturowych i fullerenów, detektorów wielodrutowych, neutronografii, nadciekłości helu, heterostruktur półprzewodnikowych, gigantycznego magnetooporu. Przedstawiane są także aktualne problemy fizyki układów niskowymiarowych. Wykład jest systematycznie uaktualniany.

Celem jest również rozwój umiejętności samokształcenia, wyszukiwania informacji, ich krytycznej oceny i przetwarzania. Jedną z form opracowania wybranego zagadnienia tematycznie związanego z wykładem stanowi tłumaczenie z języka angielskiego oryginalnej pracy naukowej.

LITERATURA:

1. C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, 1999.
2. [HTTP://KVA.SE](http://kva.se)
3. A. Oleś, Metody eksperymentalne fizyki ciała stałego, WNT, 1998.
4. A. Kopystyńska, Postępy Fizyki, t. 38, zeszyt 3, str. 215, 1987.
5. S. Chu, Świat Nauki, str. 37, kwiecień 1992.
6. T. Figelski, Wiedza i Życie, str. 58, kwiecień 1999.
7. K. v. Klitzing, G. Dorda, M. Pepper, Phys. Rev. **B 45**,494, 1980.
8. M. Cytro, D. Pavuna, Wstęp do nadprzewodnictwa, PWN, 1996.
9. A. Adamczyk, Niezwykły stan materii : ciekłe kryształy, WP, 1981
10. G. Charpak, Postępy Fizyki, t. 20, zeszyt 6, str. 578, 1979.
11. I. Sosnowska, Wiedza i Życie, str. 42, maj 1995.
12. K. K. Licharew, T. Claeson, Świat Nauki, str. 54, sierpień 1992.
13. L. Jacak, A. Wójt, Postępy Fizyki, t. 49, zeszyt 1, str. 1, 1998.
14. R. Kołos, Wiedza i Życie, str. 50, marzec 1997.
15. A. Huczko, Nanorurki węglowe, Bel Studio, 2004.
16. D. D. Oscheroff, R.C. Richardson, D. M. Lee, Phys. Rev. Lett., 885, 1072.

PRZEDMIOT: *Kolektywne własności jąder atomowych*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPY PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. B. Pomorska

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. B. Pomorska

TREŚCI REALIZOWANE:

I. Wstęp – powtórka z teorii jądra atomu

1. Klasyfikacja fizyki jądrowej
2. Siły jądrowe
3. Potencjały jednocząstkowe
4. Efektywne oddziaływania nukleon-nukleon w jądrze
 - a) Relatywistyczna teoria średniego pola
 - b) Skyrme
 - c) Gogny
 - d) Yukawa folded
5. Metoda Hartree-Focka
6. Siły szczątkowe w jądrze
 - a) Długozasięgowe
 - b) Krótkozasięgowe
7. Nadprzewodnikowy model jądra
 - a) Energia stanu podstawowego
 - b) Równania BCS
 - c) Poprawka pairing
8. Renormalizacja energii jądra do kropli
 - a) Model makroskopowy LSD – Lublin Strasbourg Drop
 - b) Poprawka powłokowa rozmywająca energie w przestrzeni liczby cząstek
 - c) Metoda makroskopowo-mikroskopowa
 - d) Konstrukcja powierzchni energii potencjalnej jądra

II. Rotacja jąder atomowych

1. Model ciała sztywnego
2. Model hydrodynamiczny
3. Model wymuszonego obrotu „cranking”

III. Oscylacje jąder atomowych

1. Opis makroskopowy oscylacji
2. Opis mikroskopowy oscylacji
 - a) Wyprowadzenie równania dyspersyjnego metodą Hartree'go-Focka
 - b) Energia układu drgającego – parametry masowe i sztywności
 - c) Przybliżenie adiabatyczne
 - d) Uwzględnienie sił kojarzących nukleony w pary (pairing)

IV. Uogólniony model Bohra

1. Kwantowanie klasycznego hamiltonianu
2. Mikroskopowa postać kolektywnego hamiltonianu Bohra
3. Przykłady rozwiązań problemu własnego hamiltonianu Bohra
 - a) Wibracja wokół sfery
 - b) Model rotacyjno-wibracyjny

V. Metoda współrzędnej generującej w opisie dynamiki jądrowej

OPIS ZAJĘĆ: Wykład stanowi kontynuację wykładu kierunkowego z „Teorii jądra atomowego” i obejmuje opis stanów wzbudzonych jąder atomowych. Prowadzony jest „kredą na tablicy” z ilustracją wyników na ekranie. Zaliczenie odbywa się na podstawie aktywnej obecności studenta, która jest sporadycznie kontrolowana.

LITERATURA:

1. B. Nerlo-Pomorska, K. Pomorski, „Zarys teorii jądra atomowego”, PWN, W-wa 1999
2. P. Ring, P. Schuck, „The Nuclear Many Body Problem”, Springer Verlag, New York 1980
3. A. Bohr, B. Mottelson, “Struktura jądra atomowego”, PWN, W-wa 1984
4. Z. Szymański, „Siły kojarzące nukleony w pary”, Postępy Techniki Jądrowej, Fizyka Jądrowa Nr 70 (446), 1969.
5. K. Pomorski, J. Dudek, Phys. Rev. C67 (2003) 044316

PRZEDMIOT: *Fizyczne podstawy mikroelektroniki i fotoniki*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie na podstawie uczestnictwa

GRUPY PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. M. Załużny

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Załużny

TREŚCI REALIZOWANE:

Metale, półprzewodniki i dielektryki (materiały lite i o obniżonej wymiarowości) – otrzymywanie, struktura pasmowa i właściwości transportowe.

Mikroelektronika – tranzystory bipolarne i polowe, układy o dużej skali integracji (procesory i pamięci w technologii CMOS), zastosowania nanostruktur w mikroelektronice.

Fotonika – różne poziomy opisu światła i jego oddziaływania z materią, optyka półprzewodników, lasery półprzewodnikowe i inne, modulatory, detektory, przyrządy z przenoszeniem ładunku CCD, nanofotonika i metamateriały.

Wybrane zastosowania fotoniki – telekomunikacja światłowodowa

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia pomyślane są jako rozszerzenie i jednocześnie uzupełnienie (o zagadnienia związane z właściwościami optycznymi) wykładu z Fizyki Fazy Skondensowanej (FFS). Jednym z ważnych celów wykładu jest zademonstrowanie na przykładzie mikroelektroniki cyfrowej i fotoniki (głównie telekomunikacji światłowodowej) jak osiągnięcia FFS w zakresie badań podstawowych (uhonorowane kilkoma Nagrodami Nobla) przyczyniły się do olbrzymiego postępu cywilizacyjnego w ostatnim półwieczu. Wykład będzie prowadzony metodami tradycyjnymi i przy użyciu technik multimedialnych.

LITERATURA:

1. H. Ibach, H. Luth, *Fizyka ciała stałego*, PWN, 1996.
2. J. Kalisz, *Podstawy elektroniki cyfrowej*, WKŁ 1993.
3. B. E. A. Saleh , M. C Teich, *Fundamentals of Photonics*, John Wiley, 2007.
4. B. Ziętek, *Optoelektronika*, Wyd. Naukowe Uniwersytetu M. Kopernika 2007.
5. E. Wolarz, *Metamateriały – nowe zastosowania elektrodynamiki* Postępy Fizyki 58, (2007) 242.

PRZEDMIOT: *Biospektroskopia*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie w formie testu końcowego

GRUPA PRZEDMIOTÓW: wykład monograficzny na studiach II^o stopnia

PROWADZĄCY: prof. W.I. Gruszecki

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. W.I. Gruszecki

TREŚCI REALIZOWANE:

W trakcie zajęć realizowane są następujące treści programowe

1. Elementy chemii kwantowej: orbitale molekularne i wiązania chemiczne
2. Skład chemiczny i budowa struktur organizmów żywych na poziomie molekularnym.
3. Elektronowa spektroskopia absorpcyjna
(prawo Lamberta-Beera, dipolowy moment przejścia, współczynniki Einsteina, schemat Jabłońskiego, efekt solwatochromowy, oddziaływania ekscytonowe typu dipol-dipol, spektroskopia absorpcyjna UV-Vis, dichroizm liniowy). Zastosowania elektronowej spektroskopii absorpcyjnej w badaniach organizacji molekularnej wybranych biomolekuł.
4. Spektroskopia fluorescencyjna
(wydajność kwantowa fluorescencji, czasy życia stanów wzbudzonych, widma wzbudzenia i emisji fluorescencji, przekazywanie energii wzbudzenia). Zastosowania spektroskopii fluorescencyjnej w badaniach procesu fotosyntezy.
5. Spektroskopia Fototermiczna
(spektroskopia fotoakustyczna, sygnał fotobaryczny, spektroskopia efektu „mirage”)
6. Spektroskopia NEXAFS
(poziomy elektronowe polienów i prawo przerwy energetycznej, zasada spektroskopii NEXAFS). Zastosowania spektroskopii NEXAFS do lokalizacji poziomów elektronowych biomolekuł na skali energii.
7. Spektroskopia oscylacyjna
(drgania cząsteczek: rodzaje drgań, model oscylatora harmonicznego i anharmonicznego, budowa spektrometru FTIR, rozpraszanie Ramana). Zastosowania spektroskopii oscylacyjnej do badania własności strukturalnych biomembran.
8. Spektroskopia rezonansów magnetycznych
(podstawy fizyczne EPR, znaczniki spinowe, podstawy fizyczne NMR). Zastosowanie spektroskopii EPR i NMR do badania własności dynamicznych błon biologicznych.

9. Spektroskopowe metody obrazowania struktur biologicznych.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia mają na celu zapoznanie studentów ze współczesnymi metodami instrumentalnymi spektroskopii molekularnej w zastosowaniach do badania własności strukturalnych i dynamicznych biomolekuł oraz struktur supramolekularnych występujących w organizmach żywych. W ramach wykładu omawianych jest wiele zagadnień szczegółowych (np. zastosowanie spektroskopii fluorescencyjnej w sekwencjonowaniu DNA, spektroskopowe badania zanieczyszczeń środowiska i związków toksycznych w organizmach żywych, spektroskopowe badania mechanizmów molekularnych leżących u podłoża wielu chorób, itp.) w celu zaakcentowania praktycznych zastosowań metod spektroskopii molekularnej w badaniach istotnych z punktu widzenia biologii i medycyny.

LITERATURA

1. Encyklopedia fizyki współczesnej, PWN, Warszawa, 1983.
2. Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN, Warszawa, 1992.
3. Biospektroskopia (Praca zbiorowa), PWN, Warszawa, 1989.
4. P. Suppan, Chemia i światło, PWN, Warszawa, 1997.
5. H. Haken, H. Ch. Wolf, Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej, PWN, Warszawa, 1998.

PRZEDMIOT: *Budowa molekuł i podstawy spektroskopii molekularnej*

LICZBA GODZIN: 30 WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. S. Krawczyk

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. S. Krawczyk

TREŚCI REALIZOWANE:

I. Wstęp.

Równanie Schrödingera dla atomu wodoropodobnego i struktura elektronowa atomów.

Graficzna prezentacja struktury molekuł i funkcji falowych – program HyperChem.

Równanie Schrödingera dla cząsteczki wieloatomowej: przybliżenie Borna-Oppenheimera i separacja równań dla funkcji elektronowej i oscylacyjnej.

Metoda wariacyjna - przykład dla parametrów liniowych.

II. Struktura elektronowa molekuł - wiązanie chemiczne, budowa przestrzenna molekuł i stany elektronowe.

Teoria wiązań walencyjnych (VB).

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

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

Hybrydyzacja orbitali atomowych i budowa charakterystycznych grup w cząsteczkach wieloatomowych wg teorii VB.

- Struktura elektronowa i przestrzenna molekuł organicznych (węglowodory alifatyczne, aromatyczne, alkohole, estry, etery, ketony, kwasy karboksylowe, aminy; wiązanie peptydowe).

Teoria orbitali molekularnych (MO).

Przybliżenie orbitalne (jednoelektronowe) i wyznacznikowe funkcje falowe.

Równania Hartree-Focka i metoda LCAO.

Metody półempiryczne i *ab initio*.

- Przykłady obliczeń w bazach orbitali Slatera i gaussowskiej – struktura geometryczna i struktura elektronowa molekuł wieloatomowych - polieny, poliaceny, karotenoidy, porfiryny i chlorofile.

Oddziaływania molekularne krótkozasięgowe – wiązanie koordynacyjne, wiązanie wodorowe.

- Biologicznie ważne struktury molekularne: struktura drugo- i trzeciorzędowa białek; zasady azotowe; porfiryny – hem, chlorofil, cytochrom).

Elektronowe stany wzbudzone

Elektronowe stany wzbudzone: konfiguracje wzbudzone jedno- i wielokrotnie, rozwinięcie CI.

- Przykładowe obliczenia w bazie konfiguracji jednokrotnie wzbudzonych.

Wzbudzenie elektronowe w kompleksie z przeniesieniem ładunku (CT).

III. Oscylacje cząsteczek.

Klasyczny opis oscylacji.

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

Kwantowy opis oscylacji w molekułach w przybliżeniu harmonicznym.

Operatory energii kinetycznej i potencjalnej i separacja modów we współrzędnych normalnych.

Stany i funkcje oscylatora harmonicznego.

- Mody normalne, charakterystyczne częstości grupowe.

Symetria modów normalnych i ich aktywność w widmach IR oraz Ramana.

Przejawy oddziaływań molekularnych w widmach oscylacyjnych.

IV. 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.

- Interpretacja widma absorpcji i wyznaczanie intensywności przejścia (siła oscylatora, dipolowy moment przejścia).

OPIS ZAJĘĆ: Głównym celem wykładu jest przedstawienie podstawowych zasad kwantowego opisu struktury geometrycznej, budowy powłoki elektronowej i oscylacji molekuł, oraz ich znaczenia w niektórych oddziaływaniach molekularnych i w spektroskopii elektronowej i oscylacyjnej. Zajęcia umożliwiają nabycie umiejętności samodzielnego wykonywania poprawnych obliczeń metodami chemii kwantowej dla interpretacji podstawowych właściwości, oddziaływań i własności spektralnych molekuł. Elementy opisu teoretycznego są ilustrowane rezultatami obliczeń i analizą ich wyników liczbowych oraz graficzną prezentacją struktury geometrycznej molekuł, orbitali, oscylacji wewnątrzcząsteczkowych. Analiza przykładowych struktur molekularnych jest ukierunkowana na kształtowanie intuicyjnych wyobrażeń pomocnych w rozumieniu struktury, oddziaływań i podstaw spektroskopii molekularnej, głównie w odniesieniu do związków organicznych. Planowane jest przeznaczenie około 6 godzin zajęć na samodzielne wykonywanie zadań obliczeniowych, a także wykonanie (jako pracę domową) samodzielnej interpretacji zalogowanych liczbowych wyników obliczeń i wykonanie ich prezentacji graficznej. Tematy wykładowe przeznaczone do wykonania również w formie ćwiczeń praktycznych są oznaczone (●). Podstawę zaliczenia przedmiotu stanowi ocena umiejętności praktycznych na zajęciach, samodzielnej pracy domowej oraz sprawdzian znajomości teorii w formie końcowego kolokwium.

LITERATURA:

1. Włodzimierz Kołos – Chemia kwantowa.
2. Joanna Sadlej, Włodzimierz Kołos – Atom i cząsteczka.
3. Alojzy Gołębiewski – Chemia kwantowa związków organicznych .
4. Hermann Haken, Hans Wolf – Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej .
uzupełnienie pomocnicze:
5. Włodzimierz Kołos – Elementy chemii kwantowej sposobem niematematycznym
wyłożone.
uzupełnienie poszerzające:
6. Lucjan Pielą – Idee chemii kwantowej .

PRZEDMIOT: *Fizyka czarnych dziur i czarnych obiektów*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: wykład specjalistyczny

PROWADZĄCY: prof. M. Rogatko

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Rogatko

MINIMA PROGRAMOWE: zakładana jest znajomość wykładów z teorii grawitacji i teorii pola.

TREŚCI REALIZOWANE: Wykład będzie poświęcony współczesnej teorii czarnych dziur i czarnych obiektów występujących we współczesnych teoriach unifikacyjnych.

OPIS ZAJĘĆ:

1. Symetrie czasoprzestrzeni, pola wektorowe typu Killinga, czasoprzestrzeń stacjonarna, statyczna, osiowosymetryczna. Asymptotyczna płaskość, domena komunikacji zewnętrznej, globalna hiperboliczność, silnie asymptotycznie przewidywalna czasoprzestrzeń.
2. Statyczne czarne dziury, współrzędne Eddingtona-Filkensteina, Kruskala, diagramy Cartera-Penrose'a. Rodzaje osobliwości występujących w czasoprzestrzeniach statycznych czarnych dziur.
3. Stacjonarne osiowosymetryczne rozwiązanie czarnodziurowe, ergosfera, diagramy Cartera-Penrose'a dla tego typu rozwiązań.
4. Horyzonty Killinga, powierzchnia bifurkacji, powierzchnie złapane, marginalne powierzchnie złapane, zewnętrzne marginalne powierzchnie złapane. Twierdzenie Hawkinga o topologii horyzontu zdarzeń czarnych dziur.
5. Twierdzenie o statyczności i krążeniu. Twierdzenie Hawkinga o sztywności. Jednoznaczność rozwiązań czarnodziurowych (statyczne czarne dziury- tw. Israela, Buntinga-Masooda, Heuslera, rotujące czarne dziury – tw. Buntinga, Mazura).
6. Procesy fizyczne w czasoprzestrzeniach czarnych dziur: nadpromieniste rozpraszanie cząstek skalarnych, proces Penrose'a, nieredukowalna masa czarnej dziury, wleczenie układów inercjalnych.
7. Pola kwantowe w czasoprzestrzeniach czarnych dziur, definicja stanu próżni typu: Unruh, Hartla-Hawkinga, Boulwara. Proces parowania czarnej dziury. Kwantowa mechanika

- czarnych dziur (euklidesowskie podejście, funkcja falowa czarnej dziury typu ‘no-boundary’, kreacje czarnych dziur w polach zewnętrznych).
8. Termodynamika czarnych dziur, fizyczne i równowagowe pierwsze prawo termodynamiki, entropia czarnych dziur jako ładunek Noether. Formuły masowe dla tych obiektów.
 9. Elementy hydrodynamiki relatywistycznej i elektrodynamiki (opis procesów zachodzących w dyskach akrecyjnych czarnych dziur). Membranowe podejście do opisu własności czarnych dziur. Oddziaływanie czarnych dziur z defektami topologicznymi (struny kosmiczne, ściany domen, monopole magnetyczne).
 10. Pola zewnętrzne materii a metryka opisująca zdeformowaną czarną dziurę. Oddziaływanie między czarnymi dziurami, zderzenia tego typu obiektów i możliwe efekty fizyczne.
 11. Wnętrza czarnych dziur, inflacja masy, niestabilności horyzontów wewnętrznych, ‘gwiazdne wrota’? Wormhole i maszyny czasu.
 12. Czarne dziury w wielowymiarowych teoriach unifikacyjnych. Rozwiązania statyczne i rotujące, rozwiązania typu Taub-NUT i fale pp. Teoria Kleina-Kaluzy, mechanizm Schreka-Schwarza, własności tego typu obiektów.
 13. Teoria strun-granica niskoenergetyczna. Czarne dziury w dylatonowej i aksjonowo-dylatonowej grawitacji. Własności rozwiązań czarnodziurowych. Obiekty rozciągnięte w teorii strun – membrany. Ich własności, prawa termodynamiki, niestabilności rozwiązań.
 14. Czarne pierścienie-neutralne, naładowane, rozwiązania wielopierścieniowe. Czarne pierścienie w teoriach supergrawitacji. Topologia horyzontu zdarzeń. Twierdzenia o jednoznaczności rozwiązań. Procesy fizyczne z udziałem tego typu obiektów. Czarne Saturny i ich własności.
 15. Jednoznaczność rozwiązań wielowymiarowych (statycznych i rotujących). Własności pól materii w pobliżu czarnych pierścieni, prawa termodynamiki (zależność termodynamiki od topologii horyzontu zdarzeń czarnych obiektów).
 16. Czarne dziury w LHC, wytworzenie i zanik tych obiektów. Możliwość testowania teorii unifikacyjnych.

LITERATURA:

1. R.M.Wald -- ‘General Relativity’ Chicago University Press 1985.
2. V.P.Frolov, I.D.Novikov – ‘Black Hole Physics’ Kluwer 1998.

3. T.Ortin—‘Gravity and Strings’ Cambridge Un.Press 2004.
4. R.Empanan, H.Reall – ‘Black Rings’ Class.Quantum Grav. 23 (2006) R169.
5. R.Empanan, H.Reall – ‘Black Holes in Higher Dimensions’ arXiv:0801.3471 (2008).

PRZEDMIOT: *Fizyka wczesnego Wszechświata*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: wykład specjalistyczny

PROWADZĄCY: prof. M. Rogatko

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. M. Rogatko

MINIMA PROGRAMOWE: zakładana jest znajomość wykładów z teorii grawitacji i teorii pola.

TREŚCI REALIZOWANE: Wykład będzie poświęcony współczesnym teoriom powstawania Wszechświata i struktur kosmicznych. Najnowsze dane obserwacyjne będą prezentowane w formie multimedialnej.

OPIS ZAJĘĆ:

1. Zasada kosmologiczna, synchroniczny układ odniesienia, jednorodność i izotropowość Wszechświata, metryka Roberstsona-Walkera (RW), jej własności. Horyzont kosmologiczny, horyzont cząstek. Prawo Hubble'a, stała Hubble'a, parametr hamowania, gęstość krytyczna.
2. Dynamika modelu RW, era leptonowa, przejścia kwark-hadron, nukleosynteza (warunki początkowe, produkcja lekkich pierwiastków). Termodynamika rozszerzającego się Wszechświata, równanie Boltzmana.
3. Bariogeneza, asymetria, liczba leptonowa Wszechświata, spontaniczna bariogeneza. Era promieniowania, era materii, ewolucja promieniowania relikтового.
4. Pierwotna osobliwość, trudności modelu RW. Modele inflacyjne (nowa inflacja, chaotyczna, stochastyczna). Twierdzenie o kosmicznym braku włosów. Przewidywania modeli inflacyjnych a doświadczenie.
5. Przejścia fazowe we wczesnym Wszechświecie, grupy kohomologii i klasyfikacja defektów topologicznych. Własności strun kosmicznych, ścian domen, monopoli i tekstury. Efekty obserwacyjne ich występowania.
6. Epoka Plancka, czas Plancka, energia Plancka. Kwantowa kosmologia, równanie Wheelera-de Witta, kosmologia Hartla-Hawkinga, funkcja falowa Wszechświata. Kwantowa kreacja Wszechświata z 'niczego' (model Vilenkina i Hawkinga).

7. Kosmologia strunowa, wielowymiarowa kosmologia, 4-wymiarowe efektywne teorie, M-teoria, model Horavy-Wittena. Potencjalne możliwości obserwacji efektów wielowymiarowego Wszechświata.
8. Kosmologia membranowa, model Randala-Sundruma (RS1 i RS2) , model typu ADD.
9. Kwantowanie objętości, rodzaje wymiarów czasoprzestrzeni, 'pętlowa kwantowa grawitacja'. Wszechświat jako hologram. Zasada AdS/CFT i co z niej wynika dla kosmologii.
10. Ciemna materia metrze ciemna energia. Stała kosmologiczna, energia próżni, dynamiczne modele ciemnej energii, kwintesencja. Ciemna energia w modelach branowych. Modyfikacja równań grawitacji?
11. Anizotropia mikrofalowego promieniowania tła (CBM), efekt Sachsa-Wolfa, Reesa-Sciamy, Sunayeva-Zeldovica. Polaryzacja mikrofalowego promieniowania tła. Parametry kosmologiczne a anizotropia CBM.
12. Teoria formowania się struktur we wczesnym Wszechświecie, wpływ supermasywnych czarnych dziur na budowę pierwotnych galaktyk. Klasyfikacja pierwotnych galaktyk.
13. Najnowsze dane obserwacyjne dotyczące wczesnego Wszechświata, głębokie tło obserwacji teleskopu Hubble'a, najdalsze obiekty obserwowanego Wszechświata (teleskop Subaru).

LITERATURA:

1. E. Kolb, M. Turner – 'The Early Universe' 1997,
2. S. Bonometto, V. Gorini, U. Moschella—'Modern Cosmology' IOP 2002,
3. J. N. Islam—'An Introduction to Mathematical Cosmology' Cambridge Un.Press 2004,
4. M. S. Longair—'Galaxy Formation' Springer 2008,
5. P. Coles, F. Lucchin—'Cosmology- the Origin and Evolution of Cosmic Structure' Wiley (2002).

PRZEDMIOT: *Analiza izotopowa, geochemia izotopów
i geochronometria*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: zaliczenie

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. S. Hałas

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. S. Hałas

MINIMA PROGRAMOWE: brak wskazań

TREŚCI REALIZOWANE: spektrometr mas pojedynczo i podwójnie ogniskujący, źródła jonów stosowane w analizie izotopowej, rozcieńczenie izotopowe, akceleratorowa spektrometria mas, izotopy stabilne (trwałe) pierwiastków lekkich, frakcjonowanie izotopowe, izotopy promieniotwórcze - długożyciowe i krótkożyciowe - w przyrodzie, metody datowania izotopowego.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia są przewidziane dla studentów I lub II roku studiów uzupełniających pragnących uzupełnić swoją wiedzę nt. zastosowań fizyki w badaniach środowiska przyrodniczego. Celem wykładu jest zapoznanie studentów z metodami badania składu izotopowego pierwiastków (analiza izotopowa) za pomocą spektrometrii mas i rozmaitych zastosowań analizy izotopowej:

- (1) w chemii analitycznej (metoda rozcieńczenia izotopowego),
- (2) w badaniach środowiska (atmosfera, hydrosfera, pedosfera),
- (3) w geochronometrii (datowanie minerałów i skał w oparciu o rozpad promieniotwórczy izotopów długożyciowych, datowania radiowęglowe (^{14}C) szczątków organicznych i osadów węglanowych),
- (4) w geologii i hydrogeologii (określanie paleotemperatur utworów geologicznych i genezy złóż, badanie zbiorników wód podziemnych).

Student wcześniej powinien zaliczyć wykład z fizyki jądrowej.

LITERATURA:

1. W. Żuk (red.), Spektrometria mas i elektromagnetyczna separacja izotopów, PWN, Warszawa 1980.
2. C. J. Allegre, Isotope Geology, Cambridge University Press, Cambridge 2008.

3. J. Hoefs, *Stable Isotope Geochemistry*, Springer-Verlag, Berlin 2009.
4. A. Zuber (red.) *Metody znacznikowe w badaniach hydrogeologicznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007.

PRZEDMIOT: *Próżnia, emisja elektronowa i jonowa*

LICZBA GODZIN: 30WY

FORMA ZALICZENIA: egzamin ustny

GRUPA PRZEDMIOTÓW: specjalistyczne

PROWADZĄCY: prof. S. Hałas

OPRACOWANIE PRZYGOTOWAŁ: prof. S. Hałas

MINIMA PROGRAMOWE: brak wskazań

TREŚCI REALIZOWANE: Otrzymywanie i pomiary próżni, praca wyjścia – metale, stopy, klastery (C₆₀), termoemisja, fotoemisja, zimna emisja, opis matematyczny tych zjawisk (fizyka statystyczna), jonizacja termiczna atomów, termiczna dysocjacja molekuł, pomiary pracy wyjścia i elektroujemności, źródła jonów, elementy optyki jonowej.

OPIS ZAJĘĆ: Zajęcia są przewidziane dla studentów II (lub I) roku studiów uzupełniających pragnących uzupełnić swoją wiedzę nt. metod uzyskiwania wiązek elektronowych i jonowych, wybranych zagadnień fizyki powierzchni oraz klastrów. Celem wykładu jest zapoznanie studentów z elementami fizyki powierzchni i technikami badawczymi prowadzonymi w warunkach ultra wysokiej próżni. Wykład jest przeznaczony dla magistrantów wykonujących prace magisterskie z użyciem aparatury próżniowej.

Student wcześniej powinien zaliczyć wykład z fizyki ciała stałego.

LITERATURA:

1. W. Żuk (red.), Spektrometria mas i elektromagnetyczna separacja izotopów, PWN, Warszawa 1980.
2. S. Hałas, Technologia wysokiej próżni, PWN, Warszawa 1980 (nowe wydanie przygotowane do druku).
3. Artykuły oryginalne i przeglądowe w języku angielskim (będą podawane słuchaczom w trakcie prowadzenia wykładu).