

Zagadnienia do egzaminu magisterskiego z fizyki (od 2022/2023)

Fizyka Teoretyczna

Fizyka statystyczna II

1. Metody perturbacyjne w fizyce statystycznej na przykładzie rozwinięcia wirialnego dla równania stanu; wiodąca poprawka dla sztywnych kul wraz z interpretacją.
2. Przybliżenie średniego pola dla układów klasycznych i kwantowych; założenia; przykład.
3. Teoria Landaua przejść fazowych; założenia, podstawowe scenariusze i ograniczenia. Rola fluktuacji.

Matematyka współczesna I

1. Grupy jako symetrie: działanie grup na zbiorach, reprezentacje grup i ich zastosowania w fizyce.
2. Grupy Liego i algebry Liego: definicje, przykłady i podstawowe własności.
3. Widmo operatora liniowego na przestrzeni Hilberta (własności, rozkład).

Matematyka współczesna II

1. Proszę podać definicje przestrzeni topologicznej, odwzorowania ciągłego pomiędzy przestrzeniami topologicznymi i homeomorfizmu.
2. Czym jest pierwsza grupa homotopii (inaczej grupa fundamentalna) przestrzeni topologicznej X ?
3. Co to jest pochodna kowariantna?

Ogólna Teoria względności

1. Opis grawitacji w OTW, działanie i równania Hilberta-Einsteina, z krótką charakterystyką ich zawartości.
2. Rozwiązanie Schwarzschilda i co ono opisuje, krótka charakterystyka czym jest czarna dziura i jakie parametry całkowicie charakteryzują czarne dziury w 4 wymiarach.
3. Model kosmologiczny FLRW - podstawowe założenia i charakterystyka rozwiązań.

Chromodynamika kwantowa

1. Sformułowanie chromodynamiki kwantowej, gęstość Lagrange'a, symetrie klasyczne.
2. Niskoenergetyczne przybliżenie dla QCD oparte o symetrię chiralną, nieliniowa realizacja symetrii chiralnej.
3. Renormalizacja w chromodynamice kwantowej, funkcja beta, asymptotyczna swoboda i uwięzienie.

Teoria pola

1. Kanoniczne kwantowanie pól.
2. Symetrie i prawa zachowania w teorii pola.
3. Diagramy i reguły Feynmana na przykładzie wybranej teorii.
4. Funkcje Greena w podejściu funkcjonalnym lub operatorowym.
5. Renormalizacja; grupa renormalizacji.
6. Podstawy sformułowania elektrodynamiki kwantowej.

Kosmologia teoretyczna

1. Postulaty standardowego modelu kosmologicznego. Krótki przegląd faktów obserwacyjnych zgodnych ze standardowym modelem kosmologicznym.
2. Stała kosmologiczna – wszechświat de Sittera. Czasoprzestrzeń Friedmana-Lemaitre'a-Robertsona-Walkera ze stałą kosmologiczną. W jaki sposób stała kosmologiczna wpływa na ekspansję wszechświata?
3. Prawa Hubble'a a parametry kosmologiczne.

Relatywistyczne zderzenia ciężkich jonów

1. Koncepcja modelu standardowego dla relatywistycznych zderzeń ciężkich jonów.
2. Hydrodynamika relatywistyczna płynu doskonałego i lepkiego.
3. Wymrożenie chemiczne i kinetyczne.

Fizyka zimnych atomów

1. Kondensacja Bosego-Einsteina.
2. Zderzenia ultra-zimnych atomów.
3. Nadprzewodnictwo.

Oddziaływania elektroślabe i rozszerzenia Modelu Standardowego

1. Dlaczego opis klasyczny (przybliżenie klasyczne) teorii kwantowej zawodzi w przypadku nieabelowych teorii cechowania?
2. W jaki sposób oscylacje neutrin wiążą się z faktem, że neutrina mają masę?
3. Na czym polega relacja pomiędzy fermionowymi a bozonowymi stopniami swobody w supersymetrycznym modelu standardowym?

Nierelatywistyczna mechanika kwantowa wielu ciał

1. Opisz fizyczne podstawy i podstawowe wyniki teorii BCS, wyjaśnij rolę par Coopera oraz jak zmieniają się stany elektronowe w pobliżu temperatury krytycznej T_c .
2. Wyjaśnij mechanizm lokalizacji w modelu Hubbarda z silnymi odpychającymi oddziaływaniami U oraz procesy opisywane poprzez model t - J w domieszkowanym izolatorze Motta (wymiana antyferromagnetyczna i skorelowane tunelowanie/przeskoki).
3. Wyjaśnij rolę oddziaływań kulombowskich U i J w zdegenerowanym modelu Hubbarda oraz strukturę spinowo-orbitalnej superwymiany w modelu Kugla-Khomskiego dla silnie skorelowanych jonów d^9 w $KCuF_3$.

Fizyka Doświadczalna

Fizyka materii skondensowanej

1. Jakie znasz techniki dyfrakcyjne badania materiałów, z podziałem na techniki powierzchniowo czułe oraz pozostałe (objętościowe)?
2. Wyznaczanie struktury elektronowej ciał stałych przy pomocy spektroskopii fotoelektronów XPS/UPS.
3. Omów zasadę działania mikroskopii bliskich oddziaływań (SPM) oraz mikroskopii elektronowej (SEM/TEM).

Fizyka jądrowa

1. Twierdzenie Noether w mechanice kwantowej.
2. Symetrie cechowania dla QED, QCD i konsekwencje dla oddziaływań.
3. Ewidencje na istnienie kwarków i gluonów wynikające z rozpraszania elektron-proton, anihilacji e^+e^- w hadrony.

Fizyka cząstek elementarnych

1. Struktura Modelu Standardowego: cząstki materii, cząstki oddziaływania, grupy cechowania.
2. Na przykładzie detektora ATLAS w akceleratorze LHC, omów podstawowe systemy współczesnego detektora fizyki wysokich energii. W jaki sposób i które cząstki są rejestrowane?
3. Podaj przykład pomiaru eksperymentalnego który był odkryciem nowej cząstki lub oddziaływania w fizyce wysokich energii w ostatnich dziesięcioleciach.

Fizyka atomowa

1. Nieliniowe zjawiska optyczne – ich źródła fizyczne, opis ilościowy oraz przykłady i zastosowania zjawisk nieliniowych drugiego i trzeciego rzędu.
2. Laser – zasada działania i warunki powstawania oscylacji laserowych. Czasowe i spektralne właściwości promieniowania laserowego ciągłego i impulsowego. Metody generacji krótkich i ultrakrótkich impulsów światła.
3. Techniki spektroskopii wysokiej rozdzielczości.

Mechanika kwantowa III

1. Rozwiązanie swobodnego równania Diraca w postaci fal płaskich.
2. Hamiltonian elektrodynamiki kwantowej w cechowaniu coulombowskim.
3. Markowskie równanie master dla atomu dwupoziomowego i jego rozwiązania.

Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej I

1. Podstawowy wzór na przekrój czynny w elektrodynamice kwantowej na przykładzie elastycznego rozpraszania elektron-mion, kinematyka relatywistyczna dla procesu dwuciałowego.
2. Rozpraszanie elastyczne elektron-nukleon, relatywistyczny operator prądu elektromagnetycznego pojedynczego nukleonu, formfaktory F_1 i F_2 oraz GE i GM , rozkład Gordona prądu, nierelatywistyczna redukcja prądu pojedynczego nukleonu.
3. Opis rozpraszania elektronu na jądrze atomowym na przykładzie elastycznego rozpraszania elektron-deuteron, elementy formalizmu w przestrzeni pędowej.

Wybrane zagadnienia fizyki teoretycznej II

1. Stany koherentne jednomodowego pola elektromagnetycznego.
2. Stany ubrane atomu.
3. Ewolucja stanu wzbudzonego atomu.