

Bərk cisimlər fizikası ixtisası üzrə doktoranturaya qəbul proqramı

Klassik mexanika.

Hamiltonun ən kiçik təsir prinsipi. Laqranj tənlikləri. Laqranj funksiyası. Laqranj funksiyasının xassələri. Enerjinin, impulsun və impuls momentinin saxlanması qanunları. Mərkəzi simmetrik sahədə hərəkət. Hərəkət qanunu və trayektoriyanın tənliyi. Kepler məsələsi. Zərrəciklərin toqquşması. Elastiki toqquşma. Zərrəciklərin səpilməsi. Səpilmənin effektiv kəsiyi. Kiçik rəqslər. Sərbəst və məcburi rəqslər. Rezonans hadisəsi. Sönən kiçik rəqslər. Çox sərbəstlik dərəcəsinə malik olan sistemlərin kiçik rəqsləri. Normal koordinatlar. Bərk cismin ətalət tenzoru və ətalət momenti. Ətalət tenzorunun məxsusi qiyməti. Baş ətalət oxları. Bərk cismin impuls momenti. Hamilton metodu. Hamilton tənlikləri.

Elektrodinamika.

Koordinat və zaman lorens çevrilmələri. Məxsusi zaman. Sərbəst relyativistik zərrəcik üçün enerji və impuls. Laqranj funksiyası. Yükün xarici elektromaqnit sahəsində 3- ölçülü hərəkət tənliyi, Lorens qüvvəsi, sahənin \vec{E} və \vec{H} intensivlikləri. 4-ölçülü cərəyan sıxlığı. Yükün saxlanması qanunu və kəsilməzlik tənliyi. Birinci və ikinci növ Maksvel tənlikləri, onların diferensial, integral və 4-ölçülü şəkilləri. Mühitdə Maksvell tənlikləri. Mikroelektrodinamikada elektromaqnit sahəsinin enerjisinin saxlanması qanunu. Umov – Poyntinq vektoru. Sabit elektrik sahəsi. Laplas- Puasson tənliyi və onun həlli. Yüklər sisteminin dipol momenti və onun elektrostatik sahəsi. Yüklər sisteminin kvadrupol momenti və onun sahəsi. Elektrostatik sahənin enerjisi. Elektronun klassik radiusu. Dielektriklər üçün maddi münasibətlər. Maqnetiklər üçün hal tənlikləri (maddi münasibətlər). Om qanununun differensial şəkli. Skin effekti.

Kvant mexanikası.

Operatorlar və onların xassələri. Kvant mexanikasında fiziki kəmiyyətin orta qiyməti. Operatorun məxsusi qiyməti və məxsusi funksiyaları. Hamilton operatoru. Şredinger tənliyi.

Uyğunluq prinsipi. Hərəkət tənliyi. Kvant mexanikasında fiziki kəmiyyətin saxlanması şərti. Koordinat , impuls və hərəkət miqdarı operatorları. Onların məxsusi qiymətləri və məxsusi funksiyaları. Heyzenbergin qeyri – müəyyənlik münasibəti. Ehtimal sıxlığı. Ehtimal sıxlığının vahid zamanda dəyişməsi. Ehtimal seli sıxlığının Şredinger tənliyindən istifadə etməklə alınması. Kəsilməzlik tənliyi. Stasionar hallar. Stasionar hallar üçün Şredinger tənliyi. Kvant tənliklərindən klassik tənliklərə keçid. Təsvir nəzəriyyəsinin elementləri. Düzbucaqlı potensial çəpər. Düzbucaqlı potensial çuxurda hərəkət. Xətti harmonik ossilyator. Sferik – simmetrik (mərkəzi) sahədə hərəkət. Rotator. Bor maqnetonu. Atomun maqit momenti ilə orbital momenti arasında əlaqə. Elektronun spini. Spin anlayışı. Spini nəzərə almaqla yazılmış Şredinger tənliyi (Pauli tənliyi). Həyacanlanma nəzəriyyəsi və onun bəzi tətbiqləri. Ştark effekti. Ştark effektinin tərfi. Xətti və kvadratik Ştark effektləri. Zeyeman effekti. Zeyeman effektinin tərfi. Normal və anomal Zeyeman effektləri. Seçilməzlik prinsipi.

Termodinamika və statistik fizika

Klassik və kvant sistemlərinin mikroskopik təsviri. Mikroskopik hal. Faza fəzası. Faza trayektoriyası. Klassik və kvant sistemlərinin statistik təsviri. Paylanma funksiyaları və onun xassələri. Liuvill teoremi. Kvant sistemlərinin statistik təsviri. Təmiz və qarışıq kvant halları. Sıxlıq matrisi. Liuvill tənliyi. Tam izolə olunmuş sistemlər. Statistik fizikanın əsas postulatı. Tam izolə olunmuş klassik və kvant sistemləri üçün mikrokanonik paylanma. Statistik çəki. Entropiya və onun xüsusiyyətləri. Entropiyanın artması qanunu. Dönən və dönməyə poseslər. Adiobatik proses – dönən prosesdir. Entropiyanın artması qanunundan mütləq temperatur, təzyiq anlayışlarının təyini və bunların xüsusiyyətləri. Əsas termodinamik münasibət. Termodinamikanın qanunları. Termodinamikanın əsasları. Görülən iş və istilik miqdarı. Termodinamikanın I qanunu – ümumi

şəkildə enerjinin saxlanması qanunudur. Dairəvi proseslər. Termodinamikanın II qanunu – entropiyanın artması qanunudur. İkinci qanunun Klauzius və Kelvin tərifləri. Karno tsikli və teoremləri. Termodinamikanın III qanunu – Nernst prinsipi. Nernst prinsipi və ondan çıxan nəticələr. Aşağı temperaturlarda entropiyanın temperatur asılılığı. Mütləq sıfır temperaturunun alınmasının mümkünlüyü. Termodinamik funksiyalar və potensiallar. Qapalı sistemlər üçün termodinamik funksiyalar. Daxli enerji. Entalpiya və ya istilik funksiyası. Termodinamik potensiallar. Gibbsin termodinamik potensialı. Termodinamik əmsallar və onlar arasında ümumi əlaqə. Bircins sistemlərin tarazlıq halının dayanıqlığı. Termodinamik bərabərsizliklər. Dielektriklərin və maqnetiklərin termodinamikası. Maqnitokalorik effekt. Zərrəciklərin sayı. Dəyişən – açıq sistemlər. Açıq sistemlər üçün termodinamik münasibətlər. Böyük termodinamik və kimyəvi potensiallar. Açıq sistemlərin tarazlıq şərti. Faza. Faza keçidləri. Faza keçidlərinin Erenfest təsnifatı. Birkomponentli və çoxfazlı sistemlərin termodinamik tarazlıq şərtləri. Çoxkomponentli və çoxfazlı sistemlərin tarazlıq şərti. Gibbsin fazalar qaydası. Birinci növ faza keçidləri. Klapeyron – Klauzius tənliyi. İkinci növ faza keçidləri. Erenfest tənliyi. İfratkeçirici – normal metal faza keçidi. Rutgers düsturu. Gibbsin kanonik paylamaları. Qapalı sistemlər üçün Gibbsin kanonik paylanması. Statistik cəm və statistik inteqral. Sərbəst enerji və hal tənliyi. Gibbs metodu və onun tətbiq olunma obyektləri. Zərrəciklərin sayı dəyişən – açıq sistemlər üçün böyük kanonik paylanma. Böyük statistik cəm , statistik inteqral. Böyük termodinamik potensialın hesablanma metodu. Qapalı sistemlər üçün Gibbsin kanonik paylanmasından Maksvell və Maksvell – Bolsman paylanmalarının alınması. Barometrik düstur. Perren təcrübəsi. Gibbs metodunun ideal qazlara tətbiqi. İdeal qazların sərbəst enerjisi, entropiyası və hal tənliyi. Gibbs paradoksu. İdeal qazlarda enerjinin sərbəstlik dərəcələrinə görə bərabər paylanması teoremi. İkiatomlu qazın istilik tutumunun kvant nəzəriyyəsi. İkiatomlu molekulun fırlanma və rəqsi hərəkətlərinin kvantlanması istilik tutumuna təsiri. Gibbs metodunun real qazlara tətbiqi. Real qazın virial əmsallarla verilmiş hal tənliyi. İkinci virial əmsalın hesablanması. Van – der – Waals tənliyi. Van – der – Waals

qazının enerjisi və istilik tutumu. Boyl temperaturu. Gibbs metodunun bərk cisimlərə tətbiqi. Bərk cisimlərin istilik tutumunun klassik nəzəriyyəsi. Dyülonq – Pti qanunu. Bərk cisimlərin istilik tutumunun kvant nəzəriyyəsi. Eynşteyn modeli. Eynşteyn temperaturu. Debay modeli. Debaytemperaturu. Flüktuasiyalar nəzəriyyəsi. Flüktuasiya. Orta kvadratik və nisbi flüktuasiya. Puasson düsturu. Kiçik flüktuasiyalar. Qaus paylaması. Əsas termodinamik kəmiyyətlərin: temperaturun, təzyiqin və həcmnin flüktuasiyaları. Broun hərəkəti. Broun hərəkətinin əsas xassələri və elementar nəzəriyyəsi. Eynşteyn münasibəti. Klassik statistikasını. Bolsman paylanma funksiyası. İdeal kvant qazı. Klassik statistikanın çətinlikləri. Zərrəciklərin seçilməzlik prinsipi. Fermionlar və bozonlar. Fermi – Dirak və Boze – Eynşteyn paylanma funksiyaları. Klassik Bolsman statistikasına keçid. Cırlaşma temperaturu. Fermi və Boze – qazlarının ümumiləşmiş hal tənliyi. Zəif cırlaşmış Fermi və Boze qazlarının termodinamikası. Cırlaşmış Boze qazı. Boze – Eynşteyn kondensasiyası. Aşağı temperaturlarda Fermi qazı. Metallarda elektron qazı. Foton qazının termodinamikası. Qara cismin şüalanması. Plank düsturu. Mənfi mütləq temperatur. Enerji spektri yuxarıdan məhdudlanmış sistemlər ə mənfi mütləq temperatur.

Bərk cisimlər fizikası

Kristallik bərk cisimlərin fəza quruluşu. Kristalların simmetriya elementləri. Qəfəs, krstallik quruluş, sadə və mürəkkəb qəfəslər. Brave qəfəsi. Sinqoniyalar. Düz və tərs qəfəslər. Kristallik bərk cisimlərdə simmetriya müstəvilərinin vəziyyəti və oxların istiqaməti. Miller indeksləri. Rentgen şüalarının difraksiyası. Breqq – Vulf qanunu. Kristallik bərk cisimlərdə atomlar və ionlar arasındakı kimyəvi rabitə növləri və onların təbiətə: ion rabitəsi, kovalent rabitə, Van – der – Vaals rabitəsi, metallik rabitə. Qarışıq rabitə. Koordinasiya ədədləri. Kristal qəfəsin dinamikası. Birölçülü sadə qəfəsdə rəqslər və dalğalar. Akustik və optik rəqslər. İon rabitəli kristallarda infraqırmızı udulma. Üçölçülü qəfəsdə rəqslər və dalğalar. Normal rəqslər – nmodlar. Kristalın Hamilton funksiyası. Kristal qəfəsin rəqslərinin kvantlanması. Fonon qazı. Bərk cisimlərin istilik xassələri. Kristallik qəfəsin istilik

tutumu. Kristalın istilik keçiriciliyi. İstidən genişlənmə. Bərk cisimlərin zona nəzəriyyəsi. Metal, yarımkeçirici və dielektriklər. Kristallik bərk cisimlərin maqnit xassələri. Diamagnetiklər. Paramagnetiklər. Ferromagnetlər. Antiferromagnetiklər. Paramaqnit rezonans. Kristallik bərk cisimlərin optik xassələri. Qəfəs udulması. Eksiton anlayışı və onların növləri. Fotokeçiricilik. Lüminessensiya.

Bərk cisimlərin kvant nəzəriyyəsi.

Metalların istilik tutumu. Kristal qəfəsdə elektronların hərəkəti. Adiabatik yaxınlaşma. İdeal kristallik qəfəsdə elektronun hərəkətinin ümumi xassələri. Blox teoremi. Zəif əlaqəli elektron yaxınlaşması. Brilliyüen zonası. Güclü əlaqəli elektron yaxınlaşması. Yükdaşıyıcıların effektiv kütləsi. Bərk cisimlərdə deşik anlayışı. Yarımkeçiricilərdə yükdaşıyıcıların statistikasısı. Fermi səviyyəsi və yükdaşıyıcıların konsentrasiyasısı. Məxsusi yarımkeçiricilərin statistikasısı. Aşqarlı yarımkeçiricilərin statistikasısı. Sabit maqnit sahəsində elektronun hərəkəti. Landau səviyyələri. Kvantlayıcı maqnit sahəsində halların sıxlığı. Kvantlayıcı maqnit sahəsində elektron qazının statistikasısı. Tsiklotron resonansı. Effektiv kütlənin təyini. Qeyri – taraz paylanma funksiyası üçün tənlik. Bolsüman kinetik tənliyi. Relaksasiya hədlili kinetik tənlik və onun sadə tətbiqləri. Kinetik tənliyin tətbiq olunma sərhədləri. Maqnit sahəsi olmadıqda kinetik tənliyin relaksasiya müddəti yaxınlaşmasında həlli. Relaksasiya müddəti. Qəfəsin rəqslərindən elektronların səpilməsi. İon kristallarında keçirici elektronların relaksasiya müddəti. Keçirici elektronların yüklü və neytral aşqarlardan səpilməsi. Köçürmə hadisələrinin klassik nəzəriyyəsi. Sferik – simmetrik zonalar üçün kinetik tənliyin həlli. Termoelektrik hərəkət qüvvəsinin hesablanması. Elektron istillik keçiriciliyi. Qalvanomaqnit hadisələri. Termomaqnit hadisələri. Köçürmə hadisələrinin kvant nəzəriyyəsi. Termoelektrik hərəkət qüvvəsinin kvant nəzəriyyəsi.

Bərk cisimlərin optik xassələri.

İşığın mühitdə yayılması. Maksvell tənlikləri. Bərk cisimlərin optik sabitləri. İki ühitin sərhəddində işığın qayıtması və sınması. Dispersiyanın klasik nəzəriyyəsi. Ossilyator modeli. Dieletrik nüfuzluğunun real və xəyali hissələri arasında əlaqə. (Kramers – Kroninq münasibətləri). Qayıdan şüanın amplitudu və fazası arasında münasibət. Sərbəst yükdaşıyıcıların işığı udması. Drude nəzəriyyəsi. Plazma qayıtmasından yarımkeçiricinin parametrlərinin təyini. İşığın sərbəst yükdaşıyıcılardan asılı dispersiyası. Faradey effekti. Bərk cisimlərdə qəfəs udulması. Uzununa və eninə optik fononlar. Polyariton. Sərbəst yükdaşıyıcıların işığı udmasının kvant nəzəriyyəsi. Düz və çəp keçidlər. Mümkün və qadağan keçidlər. Yarımkeçiricilərdə işığın zonalararası udulmasının kvant nəzəriyyəsi. Eksitonlar. Eksiton effekti nəzərə alındıqda işığın udulması. Spontan və məcburi şüalanma. Yarımkeçirici lazerlər. Kristalların qeyri – xətti optik xassələri. İkinci harmonikanın generasiyası. Pokkels və Kerr effektləri. İşığın ikifotonlu udulması. İşığın qeyri – elastiki səpilməsi. Raman səpilməsi.

İfratkeçiricilik və maqnetizm.

Maqnetizmin klassik nəzəriyyəsi. Atom və ionların maqnetizmi. Sərbəst elektron qazının maqnetizmi. Ferromaqnetizm. Molekulyar sahə nəzəriyyəsi. Mübadilə enerjisi. Antiferromaqnetizm. Zəif maqnetiklər. Ferromaqnetizm. Neel nəzəriyyəsi. Maqnit – rezonans hadisələri. Əsas təcrubi faktlar. Normal metalların müqavimətinin temperatur asılılığı. İfratkeçiriciliyin kəşfi. Böhran parametrləri. Sönməyən cərəyanlar və maqnit selinin kvantlanması. Meyner – Oksenfeld effekti. Cozefson effekti. Stasionar və qeyri stasionar Cozefson effektləri. İfratkeçiricilərin maqnit xassələri. İfratkeçiricilərin iki növü. Aralıq hal. İfratkeçiricilərin termodinamikası. Həcmi materialın böhran sahəsi. İfratkeçiricinin entropiyası. İstilik tutumu. Londonlar nəzəriyyəsi. Ginzburq – Landaunun fenomenoloji nəzəriyyəsi. Bardin – Kuper – Şriffər (BKŞ) nəzəriyyəsi. Abrikosovun II növ ifratkeçiricilər nəzəriyyəsi.