

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

“Tasdiqlayman”
Ilmiy ishlar va innovatsiyalar
bo'yicha prorektor
I.Bekpulatov



28 10

01.04.04.- Fizik elektronika

IXTISOSLIGI BO'YICHA KIRISH IMTIXONI DASTURI

Tuzuvchilar:

f.-m.f.d., prof.M.Normuradov

f.-m.f.d., prof. A.Tashatov

f.-m.f.f.d., dots.D.Normurodov

Dastur Qarshi davlat universitetining 30.10.25y dagi Kengashida
tasdiqlangan. (Bayonnoma № 2)

Qarshi-2025

01.04.04 – Fizik elektronika yo‘nalishi bo‘yicha malaka dasturi

Mazkur **minimum dastur** fizik elektronika sohasining hozirgi zamon holatini aks ettiradi hamda bu yo‘nalishning eng muhim bo‘limlarini o‘z ichiga oladi. Ushbu bilimlar yuqori malakali mutaxassis uchun zarur hisoblanadi.

Imtihon topshiruvchi shaxs quyidagi malakalarga ega ekanligini namoyish etishi kerak:

- nazariy va kasbiy tayyorgarlikning yuqori darajasi;
- fizik elektronikaning umumiy konsepsiyalari va metodologik masalalarini bilish;
- ushbu fan sohasining shakllanishi va rivojlanish tarixini tushunish;
- fizik elektronikaning asosiy bo‘limlarini chuqur bilish;
- ilmiy-tadqiqot hamda amaliy vazifalarni hal etishda o‘z bilimlarini qo‘llay olish.

Dastur uch qismdan iborat:

1. **Qattiq jism elektronika.**
2. **Fizikaviy elektronika.**
3. **Yupqa plyonkalar va nanookcham strukturalar elektronika.**

Mazkur dastur **Oliy attestatsiya komissiyasining fizika bo‘yicha ekspert kengashi tomonidan tasdiqlash uchun tavsiya etilgan.**

1. QATTIQ JISM ELEKTRONIKASI

1.1. Qattiq jismlarning turlari va simmetriyasi

Kristall panjaralarning asosiy turlari. Kristallardagi tekisliklarning holati va yo'nalishi. Oddiy va murakkab kristall tuzilmalar. Teskari panjaralar va Brilluen zonalari. Kristallardagi bog'lanish turlari: ionli, kovalent, metallik va molekulyar bog'lanishlar. Nuqta nuqsonlar, dislokatsiyalar — haqiqiy qattiq jismlardagi tuzilma kamchiliklari. Korpuskulyar nurlanish ta'sirida hosil bo'ladigan radiatsion nuqsonlar. Kristallarda diffuziya va nuqsonlarni qayta tiklash (otjig). Radiatsion buzilishlar kaskadi.

1.2. Qattiq jismning elektron nazariyasi elementlari

Qattiq jismdagi elektronlar tizimining holati. Erkin, zaif va kuchli bog'langan elektronlar yaqinlashuvi. Blox teoremasi. Elektron-fonon o'zaro ta'siri. Kronig-Penni modeli. Qattiq jismlarda elektronlarning energiya bo'yicha taqsimlanishi. Elektronlarning energetik spektri va zonalar nazariyasi. Brilluen zonalari.

Metallarning elektron spektrini hisoblash usullari: ortogonal tekis to'lqinlar usuli, psevdopotensial usuli. Yarim o'tkazgichlar, yarim metall va izolyatorlarning zonalar tuzilishi. Aralashmali (begona atom) energetik holatlari, ularning kvant nazariyasi. Kimyoviy va elektroximik potensial, Fermi sathi. Qattiq jism chegarasidagi potensial to'siq.

1.3. Elektron o'zaro ta'sirlari

Aynigan va aynimagan elektron gazlari. Bolsman, Fermi–Dirak va Boze–Eynshteyn taqsimotlari. Fermi–Dirak taqsimot funksiyasining haroratga bog'liqligi. Fermi energiyasi. Fermi suyuqligi. Kvazizarralar: plazmonlar, fononlar, eksitonlar, magnonlar, solitonlar. Ekranlanish va plazma tebranishlari. Elektron-elektron to'qnashuvlari. Zaryadlangan zarracha energiyasining yo'qotilishi. Yarimo'tkazgich tizimlaridagi elektronlar. Polaronlar. Elektronning effektiv massasi.

1.4. Qattiq jismlarning optik xossalari

Metallarda yorug'likning o'tishi. Dispersiya va yutilish hodisalari. Fotoelektron emissiyasi. Foton-foton o'tishlar. Elektron va fotonlarning o'zaro ta'siri. Yarimo'tkazgichlarda yorug'lik o'tkazuvchanlik. Kristallarning ranglanishi, rang markazlari va ishqoriy-galoid kristallardagi rang markazlari. Fazoviy zaryad va qutblanish effektlari. Lyuminesentsiya hodisasi.

1.5. O'ta o'tkazuvchanlik

O'ta o'tkazuvchanlik nazariyasi. Kuoper juftlari. Bardin–Kuoper–Shriffer (BCS) nazariyasi. Yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchi materiallar. Yuqori haroratli o'ta o'tkazuvchilarni tadqiq qilish usullari.

1.6. O'tkazuvchanlik hodisalari

Kristallarda, qattiq elektrolitlarda, metalllarda, dielektrlarda va yarim o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlik. O'z-o'zidan diffuziya va diffuziya mexanizmlari. Diffuziya asosiy tenglamalari. Kristallardagi diffuziya mexanizmi.

1.7. Qattiq jism sirtining fizikasi

Sirtning geometrik va energetik tuzilmasi. Sirt nuqsonlari, sirt relaksatsiyasi. Sirt tebranishlari. Qattiq jism sirtining optik xossalari. Adsorbsiya — fizik adsorbsiya va ximiyoviy adsorbsiya; adsorbsiya izotermalari, kataliz jarayonlari. Oddiy gaz atomlari va murakkab molekulalarning adsorbsiyasi. Sirt diffuziyasi, migratsiya. Sirtning qayta tuzilishi (rekonstruksiya). Haqiqiy qattiq jism sirtining fizik tasavvuri.

2. FIZIKAVIY ELEKTRONIKA

2.1. Vakuumdagi elektron hodisalari

Emissiya elektronikasi. Elektronlarning vakuumda hajmiy zaryad rejimida harakatlanishi. Elektrovakuum asboblari. Elektron optikasi va elektron nurli qurilmalar.

2.2. Metallarda termoelektron emissiya

Termoelektron emissiyaning asosiy qonuniyatlari, termoemissiya toki kattaligining haroratga bog'liqligi. Zaif elektr maydonlarida termoemissiya hodisasi. Termoelektronlarning energiyalar bo'yicha taqsimlanishi. Termoelektron chiqish ishi. Bir jinsli bo'lmagan sirtlardan termoemissiya. "Dog'lar maydoni" (yoki "spot field") hodisasi. Shotkki effekti. Termoelektron chiqish ishini o'lchash usullari. Chiqish ishi bilan sirtning kristall tuzilishi o'rtasidagi bog'liqlik. Adsorbsiya va desorbsiya jarayonlarining chiqish ishiga ta'siri. Metall-plyonkali tizimlarga asoslangan samarali emitterlar. Monokristalli va polikristalli namunalar sirtidan termoelektron emissiya.

2.3. Metallmas moddalarda termoelektron emissiyaning asosiy qonuniyatlari

Oksid katodining ishlashi. Chiqish ishini minimallashtirish va samarali termokatodlarni olish. Kuchli elektr maydonlarida termoelektron emissiya. Elektr maydonining yarimo'tkazgichlarda termoelektron emissiyaga ta'siri. Plyonkali tizimlarda termoemissiya. Termoelektron emissiyaning qo'llanilishi. Samarali termokatodlar. Emissiyani kamaytiruvchi metallmas qoplamalar (antiemission qoplamalar).

2.4. Avtoelektron emissiya (kuchli maydonlardagi emissiya)

Metallarning avtoelektron emissiyasi. Sirt potensial to'sig'i. Fauler-Nordgeym nazariyasi. Elektron proyektor (elektron mikroskop). Monokristall va turli kristall qirralaridan avtoelektron emissiya. Avtoelektron tok zichligining taqsimlanishi. Avtoelektronlarning energiyaviy taqsimoti. Kuchli maydonlarda

adsorbsiya, desorbsiya, sirt diffuziyasi va migratsiya jarayonlarini tadqiq etish. Avtomikroskopik sirt tadqiqotlari. Elektron proyektorning ajrata olish qobiliyati. Yarimo'tkazgichlarning avtoelektron emissiyasi. Sirt holatlaridan avtoelektron emissiya. Avtofotoelektron emissiya. Isitilmaydigan "sovuq" katodlar. Portlovchi elektron emissiya. Avtoelektron katodlarning xususiyatlari. Avtoelektron emissiyaning qo'llanilishi. Termo-avtoelektron emissiya. Avtoelektron emissiyani eksperimental tadqiq etish usullari. "Issiq" elektronlarning emissiyasi.

2.5. Fotoelektron emissiya

Fotoeffektning asosiy qonuniyatlari. Spektral xarakteristika. Kvant chiqishi (kvant samaradorligi). Fotoelektronlarning energiya bo'yicha taqsimlanishi. Fotoelektronlarning g'alayonlanishi va chiqishi. Hajmiy va sirt fotoeffekti. Yorug'lik kvantlari energiyasi o'zgarganda va adsorbsiya jarayonida o'tkazuvchanlik zonasining energiya tuzilishini kuzatish. Spayser nazariyasi bo'yicha fotoeffekt. Fotoeffektning "qizil chegarasi". Fotoelektron chiqish ishi. Tashqi fotoeffekt. Ko'p fotonli fotoeffekt.

Metallarning fotoelektron emissiyasi. Yarimo'tkazgichlar va dielektriklarning fotoelektron emissiyasi. Yarimo'tkazgichlarda aralashmalar (primeslar)ning fotoelektron emissiyaga ta'siri. Fotoemitter sirtiga adsorbsiyalangan plyonkalarning fotoemissiyaga ta'siri. Samarali fotokatodlar. Fotoelementlar va fotoko'paytirgichlar.

2.6. Ikkilamchi elektron emissiya (IEE)

Ikkilamchi elektron emissiyaning asosiy qonuniyatlari. Ikkilamchi elektronlarning energiya spektri. Elastik va noelastik qaytgan elektronlar. Xarakterli yo'qotishlar (energiya yo'qotish chiziqlari). Ikkilamchi elektron emissiyani tadqiq etish usullari. Haqiqiy ikkilamchi elektronlar. Tushish burchagi va sirt sharoitlarining IEE ga ta'siri. Chiqish ishining IEE ga ta'siri. IEE chiqish chuqurligi. Past energiya sohasidagi IEE. Yarimo'tkazgichlar, metallar va dielektriklar uchun IEE koeffitsientlari. Poli va monokristallarda IEE xususiyatlari.

2.7. Sirt ionlanishi

Atomlarning sirt ionlanishi (SI). Saxa–Lengmyur tenglamasi. Bir jinsli va bir jinsli bo'lmagan emitterlar uchun sirt ionlanishining chiqish ishi. Elektr maydonining ion hosil bo'lishga ta'siri. Molekulalarning, jumladan ko'p atomli molekulalarning sirt ionlanishi. Nostatsionar (vaqt bo'yicha o'zgaruvchan) sirt ionlanish jarayonlari. Elektr maydonlari ta'sirida avtoelektron va boshqa turdagi emissiyalar. Sirt ionlanishli massa-spektrometriya.

Sirt ionlanish usullari — sirt xossalarini, ionlanayotgan zarralarni va qattiq jism sirtida zarrachalarning o'zaro ta'sir jarayonlarini tadqiq etishning muhim usullari hisoblanadi.

2.8. Qattiq jism sirtida ion nurlaring sochilishi

Katod sochilishining turlari tasnifi. Sochilish jarayonlarini tadqiq etish usullari. Katod sochilish koeffitsienti. Polikristall va monokristall materiallar uchun sochilish koeffitsientlari. Sochilishdagi yo'nalish (orientatsiya) effektlari. Sochilishning fazoviy va energiyaviy taqsimlanishi. Qotishmalar va murakkab tarkibli moddalarning sochilishi. Kimyoviy sochilish. Molekulyar (klasterli) bombardimon natijasida qattiq jismlarning noxiziqli (noadditiv) sochilish effektlari. Sochilish jarayonlarining kompyuter modellash usullari.

2.9. Ikkilamchi ion–ion emissiya (IIIE) va mass-spektrometriya

Ikkilamchi ionlarning massa-spektroskopik tarkibi. Ikkilamchi ionlarning fazoviy va energiyaviy taqsimlanishi. Metallarning toza sirlari uchun IIIE koeffitsientlari. Turli omillarning IIIE koeffitsientlariga ta'siri: birlamchi ionning energiyasi va massasi, sirt holati, qoldiq gaz bosimi va namuna harorati. Klaster ionlarning ikkilamchi emissiyasi va turli omillarning klaster ionlar chiqishiga ta'siri. Klaster ionlar hosil bo'lish mexanizmlari va modellari IIIE jarayonida. Dinamik va statik mass-spektrometrlar. Mass-spektrometrlar uchun (musbat, manfiy, ko'p zaryadli va ko'p atomli) ion manbalari.

2.10. Ionlar va atomlarning qattiq jism sirtida sochilishi. Zarralarning modda orqali o'tishi

Atomlarning sochilishini klassik tavsiflash chegaralari. Atomlararo potentsiallarning turlari. Elastik va noelastik energiya yo'qotishlar. Differensial va to'liq sochilish kesimi tushunchalari. Past va o'rta energiyali ionlarning sochilishi. Rezerfordcha teskari sochilish. Qattiq jism sirtidagi atomlarning bog'lanish energiyasining ionlar sochilish jarayoniga ta'siri. Juft va guruh to'qnashuvlar. Bir martalik sochilish. Ikki martalik sochilish effektlari va monokristall sirtida ionlarning atom zanjirlari bilan o'zaro ta'siri. "Zanjir modeli" (string model). Sirt bo'ylab yarim kanallarda ionlarning sochilishi. Ionlarning fokuslanishi. Sirt giperkanallanishi. Sochilgan zarrachalarning energiyaviy va fazoviy taqsimlanishi. Ularni tahlil qilish usullari. Neytral atomlarni aniqlash (deteksiya) usullari. Atomlarning sochilishini kompyuter yordamida o'rganish usullari. Nomukammal (notekis) sirtlarda atomlarning sochilishi. Ionlarning modda ichida tormozlanishi va sochilishi, ularning yurish masofasi (probegi) va taqsimlanishi. Zarralarning modda orqali o'tishi. Kanallanish effekti. Qattiq jismni tark etayotgan yengil va og'ir zarralarning zaryad tarkibi. Modda ichida va qattiq jism sirtida zarralarning harakatini kinetik tenglamani yechishga asoslangan ko'p martalik sochilish nazariyasi.

2.11. Ionlar va atomlarning qattiq jism sirtida o'zaro ta'siri natijasida elektron va foton emissiyasi

Ion-elektron emissiya. Kinetik emissiya. Potensial emissiya. Ko'p zaryadli ionlar ta'sirida elektron emissiyasi. Dielektriklardan elektron emissiyaning o'ziga xos xususiyatlari. Stimullangan potensial emissiya. Chiqarilgan (emissiya qilingan) elektronlarning energiya spektrlari. Oje jarayonlari (Auger-processlar). Metastabil ionlar va atomlarning metall sirtida relaksatsiyasi (Oje-relaksatsiya). Ion-foton emissiya, ya'ni sochilgan va sochilib chiqqan zarrachalardan yorug'lik nurlanishi. Tadqiqot usullari. Optik spektrograflar. Sochilgan zarrachalar nurlanishining qutblanishi.

Qattiq jism sirtining ion bombardimoni vaqtida kuzatiladigan uzluksiz nurlanishning tabiati.

2.12. Elektron optika asoslari

Doimiy elektr va magnit maydonlarining fokuslovchi ta'sir nazariyasi. Lorens kuchi. Traektoriyaning egilish radiusi. Bush teoremasi. Liuvill teoremasi. Paraksial nurlar tenglamasi. Zaryadlangan zarralarning o'zgaruvchan (vaqt bo'yicha o'zgaradigan) maydonlardagi harakati. Zarralar traektoriyalarini qurishning grafik usullari. Elektrolit vannasi usuli. Elektrostatik va magnit linzalar. Zarralar oqimini fokuslovchi va shakllantiruvchi tizimlarning turlari. Statik va dinamik analizatorlarning fokuslovchi ta'siri. Ajrata olish qobiliyati (rezolyutsiya). Yorug'lik kuchi, o'tkazuvchanlik koeffitsienti, sezgirlik va analizatorlarning boshqa xususiyatlari. Turli elektron-optik tizimlar va ularning eksperimental tadqiqotlarda qo'llanilishi.

2.13. Plazma fizikasi asoslari

Plazmaning hosil bo'lishi. Debay radiusi. Plazmadagi elementar jarayonlar: qo'zg'alish, ionlanish, elektronlarning tutib olinishi va ajralib chiqishi, zaryadlangan zarrachalarning konversiyasi, rekombinatsiya, fotonlarning nurlanishi va yutilishi. Elementar jarayonlarning kesimlari va ularning tezlik konstantalari. Saxa tenglamalari. Boltsman kinetik tenglamalari. Zaryadlangan zarrachalarning energiya bo'yicha taqsimlanish funksiyalari. Plazmadagi o'tkazuvchanlik hodisalari: diffuziya, atom zarrachalarining drift harakati, energiya uzatilishi. Atom zarrachalarining o'tish tenglamasi. Plazmaning sirt bilan o'zaro ta'siri. Elektrod atrofidagi jarayonlar. Gazlardagi elektr razryadlarining turlari. Magnit maydondagi plazma.

Turli tipdagi razryadlarning ilm-fan va texnikadagi qo'llanilishi.

Zaryadlangan va neytral zarrachalarning intensiv oqimlarini razryadlar yordamida olish.

Kuchli razryadlardagi plazmokimyoviy reaksiyalar va ularning texnologiyadagi qo'llanilishi.

Metallar va qotishmalarni o'lchamli ishlov berish (elektr uchqun bilan teshik ochish).

Yoy razryadlaridan texnologiyada foydalanish.

2.14. Lazer nurlanishining modda bilan o'zaro ta'siri asoslari

Gaz, qattiq jismli, kimyoviy va yarimo'tkazgichli lazerlar. Bo'yoqli (krasitel) lazerlar. Lazer nurlanishi yordamida metallarni bug'lantirish. Nishon sirtida gazlarning past chegarali yorilishi (proboyi). Suyuq muhitda lazer yordamida tovush hosil bo'lishi (lazer akustikasi). Lazer termokimyosi.

Shaffof dielektrlarning lazer nurlanishi ta'sirida buzilishi. Ko'chkisimon (lavinaviy) ionlanish mexanizmi. Aralashmalar va nuqsonlarning roli.

Ultrabinafsha (UV), ko'rinadigan va infraqizil (IK) diapazonlaridagi lazer nurlanishining xususiyatlari.

2.15. Fotoelektrik hodisa va uning amaliy jihatlari

Yarimo'tkazuvchi materiallar haqida umumiy tushunchalar. p - va n-tipdagi o'tkazuvchanlikka ega yarimo'tkazuvchilar. p-n o'tish zonaviy diagrammasi. Yarimo'tkazuvchilarning asosiy fizik parametrlar: xususiy elektr qarshilik, zaryad tashuvchilarning harakatchanligi, umr davomiyligi va diffuziya uzunligi. Quyosh elementlari (QE). Yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish prinsipi. Elektron-kovak juftliklari hosil bo'lishi; p-n o'tish orqali zaryad tashuvchilarni ajratish; rekombinatsiya jarayonlari. Quyosh elementlarining asosiy fotoelektrik parametrlari: qisqa tutashuv toki, ochiq zanjir kuchlanishi, foydali ish koeffitsienti (FIK). Yuklama ostidagi volt-amper va spektral xarakteristikalar. Quyosh nurlanishi spektri. Kosmik sharoitdagi quyosh elementlarining termooptik va fotoelektrik xossalari. Quyosh batareyasi (QB) — qayta tiklanuvchi energiya manbai sifatida. QB tuzilmasi haqida umumiy ma'lumot. QE va QB'larni

joylashtirish (kompanovka) usullari. QB chiqish parametrlarini (ishchi kuchlanish, optimal yuklama nuqtasidagi tok, chiqish quvvati) belgilangan qiymatlarga keltirish usullari. Yer usti va kosmik sohalarda qo'llanilishi; ularning o'ziga xos xususiyatlari va farqlari. Quyosh fotoelektrik stansiyalari haqida umumiy ma'lumot. Quyosh nurlarini to'plovchi (konsentrator) tizimlar va ularning fotoelektrik stansiyalarda ishlatilish xususiyatlari, afzallik va kamchiliklari.

3. YARIM O'TKAZGICH ELEKTRONIKA

3.1. Kvant mexanikasi asoslari

Kvant mexanikasining asosiy tushunchalari va qonunlari. Nanoobyektlarning korpuskulyar-to'liqlik dualizmi. Shryodinger tenglamasi. Statsionar bir o'lchamli Shryodinger tenglamasining yechimlari. Kvant o'lchamli effektlar. Kvant nuqtalari, simlari va tekisliklari. Fullerenlar, endofullerenlar, uglerod nanonaychalari va ularni olish usullari.

3.2. Yupqa plyonkalar va superpanjaralar

Yupqa plyonkalarining tuzilishi. Epitaksiya jarayoni. Nanoplyonkalar, nanoo'tkazgichlar, nanonuqtalar va nanozarrachalar. O'lcham (razmer) effektlari. Qatlamli strukturalar va superpanjaralar (sverxreshetkalar). Geterostrukturalar, ularning turlari. Orolli (klasterli) metall plyonkalar. Orolli metall plyonkalar sirtida kuzatiladigan fotoelektrik hodisalar. Shubnikov–Tamm nazariyasi. Sirt elektron holatlari. Kontakt tizimlarda tunnel emissiyasi. Ko'p qatlamli MDP va PDP strukturalar. Nanosharli materiallarning elektron tuzilishi. O'lchamlarning kamayishi materiallarning elektron-zona parametrlariga ko'rsatadigan ta'siri.

3.3. Asosiy olish usullari

Molekulyar nurlanishli epitaksiya. Qattiq fazali, gaz fazali va suyuq fazali epitaksiya. Ion implantatsiya. Ion-plazmali va ion-molekulyar usulda plyonkalarni o'tqazish. Elektron, ion va optik litografiya. Nanosozlash (nanoassambler) va nanofabrika texnologiyalari.

3.4. Sirt va nanomasshtabli tuzilmalarni tahlil qilish usullari

Sirtni tozalash usullari. Yuqori va o'ta yuqori vakuumni hosil qilish usullari. Sirtni tahlil qilishning spektroskopik usullari. Termodesorbsion spektroskopiya usuli.

Elektronlar yordamida zondlashga asoslangan usullar:
– sekin va tez elektronlar difraksiyasi, – elektron Oje-spektroskopiyasi, – elektron bilan stimulyatsiyalangan desorbsiya, – xarakterli nurlanish spektroskopiyasi, – potentsiallar chegarasi (porog) spektroskopiyasi.

Ionlar yordamida zondlashga asoslangan usullar: – ionli sochilish spektroskopiyasi, – qaytuvchi atomlar spektroskopiyasi, – ikkilamchi ion massa-spektrometriyasi, ion-elektron Oje-spektroskopiyasi, – ion neytrallanish spektroskopiyasi va boshqalar.

Fotonlar yordamida zondlash usullari;

akustik to'lqinlar ta'sirida desorbsiyalash usuli.

Nanomasshtabli zondlardan foydalanishga asoslangan usullar:

– skanerlovchi tunnel mikroskopi (STM), – atom-kuch mikroskopi (AKM).

3.5. Foton kristallari

Foton kristallari. Foton kristallarining o'lchamlari (o'lchov darajalari). Foton ta'qiqlangan zonalar. Foton kristallarini shakllantirish (yaratish) usullari.

- 2 1. Данилин Б.С. Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок. М. -Энергоиздат, 1989.
22. Нормурадов М.Т., Умирзаков Б.Е, Парманкулов И.П. Электрон техника материаллари ва қурилмалари технологияси. Т. -Меҳнат, 2004. 382 б.
23. Умирзаков Б.Е., Нормурадов М.Т., Ташмухамедова Д.А., Ташатов А.К. Нанозэпитаксиальные пленки и гетероструктуры на основе кремния. Ташкент: MERIEUS, 2012-184 с.
24. Лютович А.С. “Ионно-активированная кристаллизация пленок”. Т. ФАН, 1982.
25. Абдурахманов Б.М., Байдаков С.Г., Соловейчик В.И., Чирва В.П. Модули и элементы солнечных фотоэлектрических станций с концентрацией излучения. Т. -ФАН, 1993.
25. Ченг. Л., Плог К. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры. Изд-во «МИР» 1989.
26. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин. Основы нанoeлектроники. Учебное пособие. М: Логос. 2006.
27. Бехштедт Ф., Энндерлайн. Поверхности и границы раздела полупроводников. М: Изд-во «МИР» 1990.
28. Ханнинка Р., Хилл А. Наноструктурные материалы. М: Техосфера. 2009.
29. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы. М: Физматлит. 2010.
30. Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности: Пер. с англ. — М., Мир, 1989. — 564 с. Ил.
31. Светцов В.И. Вакуумная и плазменная электроника. Учебное пособие. Изд-во «Иванова» 2003.

Baholash mezonlari

Kirish imtihoni yozma shaklda o'tkaziladi va **100 ballik tizim** asosida baholanadi.

Variantlarda **5 ta savol** bo'ladi, talabalar ularga javob berishlari kerak. Savollar **mutaxassislikning asosiy fanlariga** — *fizik elektronika, qattiq jism fizikasi, kondensatsiyalangan muhitlar spektroskopiyasi, yarim o'tkazgichlar va dielektriklar fizikasi* — asoslanadi. Har bir savol uchun **maksimal 20 ball** ajratiladi.

Sizning har bir savolga javobingiz quyidagicha baholanadi:

- Fan bo'yicha **nazariy va metodik tushunchalarni to'liq egallash**;
- O'rganilgan materialdan **foydalana bilish ko'nikmasi**;
- **Mustaqil tahlil qilish va doktorantura kirish imtihoni topshiriqlarini bajarish qobiliyati**.

Ball (oralig'i)	Yozma javobga qo'yiladigan talablar
17,0 – 20,0	Savolga to'liq javob berilgan . Nazariy jihatlar izohida xatolik va chalkashliklar yo'q . Javob mustaqil kuzatish asosida yozilgan. Amaliy misollar bilan tushuntirilgan. To'g'ri xulosa chiqarilgan. Fikrlar erkin va aniq ifodalangan.
13,9 – 16,9	Savolning mohiyatini to'g'ri tushungan . Javobni tushuntira olgan. Amaliy misollar keltirilgan. Ijodkorlik namoyon etilgan. Javob qisqa bayon qilingan, ammo fikrlar soddaroq ifodalangan.
10,7 – 13,8	Savolning mohiyatini qisman tushungan . Javob qisqacha yoritilgan , ammo misollar bilan asoslanmagan . Xulosa mavjud, lekin yuzaki.
0 – 10,6	Savolning ba'zi qismlari yoki umuman javob berilmagan . Talaba mavzu haqida aniq tushunchaga ega emas .