O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
TA’LIM VA ILM-FAN VAZIRLIGI

FARG‘ONA DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

“TASDIQLAYMAN”
Farg‘ona davlat texnika universiteti
rektori R.R.Tojiyev
_____
“ 3 ” 11 2026-yil

01.04.10 – YARIMO‘TKAZGICHLAR FIZIKASI

ixtisosligi bo‘yicha mustaqil izlanuvchilikga qabul qilish bo‘yicha

DASTUR VA BAHOLASH MEZONLARI

Farg‘ona - 2026

01.04.10 — “Yarimo‘tkazgichlar fizikasi” ixtisosligi bo‘yicha mustaqil izlanuvchilikka kirish sinovida bilim darajasini belgilovchi mutaxassislik fani dasturi va baholash mezonlari O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2017-yil 22-maydagi 304-son qarori bilan tasdiqlangan Oliy ta’limdan keyingi ta’lim to‘g‘risidagi nizom, ixtisoslik mazmuni hamda universitetning qabul jarayoniga oid hujjatlari inobatga olingan holda ishlab chiqilgan.

Tuzuvchilar:

Axmadaliyev Bozorboy Jaboraliyevich, PhD, Fizika kafedrasi mudiri

Yuldashev Nosirjon Xaydarovich, fizika-matematika fanlari doktori, Fizika kafedrasi professori

Taqrizchilar:

Sultanov Nomanjon Akramovich, Farg‘ona davlat texnika universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, Fizika kafedrasi professori

Sulaymonov Husanboy Mannopovich, Farg‘ona davlat texnika universiteti Fizika kafedrasi katta o‘qituvchisi, fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD).

Mazkur dastur va baholash mezonlari Fizika kafedrasining 2026-yil “___” _____dagi ___-sonli yig‘ilishida muhokama qilingan hamda tasdiqlash uchun tavsiya etilgan.

Farg‘ona davlat texnika universiteti Ilmiy-texnik kengashining 2026-yil “___” _____dagi ___-sonli majlisida muhokama qilingan va tasdiqlangan.

KIRISH

Yarimo‘tkazgich materiallar va ular asosidagi tuzilmalar elektronika, mikroelektronika, optoelektronika, quyosh energetikasi hamda sensor texnologiyalarining fizik asosini tashkil etadi. Ushbu sohalarda ilmiy tadqiqot olib borish uchun materialning tuzilishi, energetik spektri va zaryad tashuvchilar harakatini o‘zaro bog‘liq holda tushunadigan, tajriba natijalarini tahlil qila oladigan mutaxassislarni tayyorlash zarur.

Yarimo‘tkazgichlar fizikasi kristall panjara va kimyoviy bog‘lanishlar, energetik zonalar, elektron va kovak holatlari, muvozanat va nomuvozanat statistikasi, elektr hamda optik hodisalarni o‘rganadi. Dastur kvant mexanikasi, statistik fizika, elektrodinamika va qattiq jism fizikasi bilimlariga tayanadi; mavzular asosiy tushunchalardan yarimo‘tkazgich tuzilmalar va asboblarda kechadigan jarayonlarga tomon izchil bayon etilgan.

01.04.10 — “Yarimo‘tkazgichlar fizikasi” ixtisosligi bo‘yicha kirish sinovi talabgorning fundamental tushunchalar, fizik qonunlar va modellarni bilishini, ularning qo‘llanish shartlarini ajrata olishini hamda ilmiy muammoni tahlil qilishga tayyorligini baholashga yo‘naltiriladi.

Mazkur dastur doirasida yarimo‘tkazgichlarning elektron tuzilishi, zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi va harakatchanligi, legirlash va nuqsonlar, generatsiya va rekombinatsiya, sirt va kontakt hodisalari bo‘yicha nazariy bilimlar tekshiriladi. Talabgor fizik kattaliklar o‘rtasidagi bog‘lanishni izohlashi, modelning farazlari va cheklovlarini tushuntirishi hamda sodda hisoblash va tahliliy masalalarni bajara olishi lozim.

Materialning tarkibi, kristall tuzilishi, kirishmalar va nuqsonlar energetik zonalar hamda lokal holatlarni belgilaydi. Bu omillar zaryad tashuvchilarning sochilishi, yashash vaqti, elektr o‘tkazuvchanlik va optik javobga ta’sir ko‘rsatadi. Ularning bog‘liqligini o‘rganish yarimo‘tkazgich xossalarini boshqarish va qurilmalardagi fizik yo‘qotishlarni aniqlashga imkon beradi.

Yarimo‘tkazgichlar fizikasi natijalari diodlar, tranzistorlar, fotodetektorlar, yorug‘lik diodlari, lazerlar va quyosh elementlarining ishlash mexanizmlarini tushuntirishda qo‘llaniladi. Dasturda asboblarni tavsiflash ularning tuzilishi, kontaktlaridagi energetik to‘siqlar va zaryad tashish jarayonlari bilan bog‘langan holda ko‘rib chiqiladi.

Dastur uch bo‘limdan iborat: yarimo‘tkazgichlarning tuzilishi va energetik holatlari; zaryad tashish, nomuvozanat va optik hodisalar; kontaktlar, yarimo‘tkazgich tuzilmalar va tadqiqot usullari. Yupqa pardalar, geterotuzilmalar, kvant o‘ralar, simlar va nuqtalar, shuningdek amorf hamda organik yarimo‘tkazgichlar haqidagi asosiy tushunchalar ham qamrab olingan.

Talabgorning nazariy bilimlari bilan birga rentgen difraksiyasi, mikroskopiya, optik spektroskopiya, Xoll o‘lchovlari, volt-amper va volt-farad tavsiflari haqidagi tasavvuri baholanadi. Usulni tadqiqot vazifasiga muvofiq

tanlash, o‘lchash natijalarini qayta ishlash, birliklar, takroriylik va noaniqlikni hisobga olish ko‘nikmalariga e’tibor qaratiladi.

Dastur 01.04.10 — “Yarimo‘tkazgichlar fizikasi” ixtisosligi bo‘yicha tayanch doktorantura (PhD), mustaqil izlanuvchilik va stajyor-tadqiqotchilikka kiruvchi talabgorlarning mutaxassislik sinoviga tayyorlanishi uchun mo‘ljallangan. Qabulning tegishli shakliga doir sinov yoki suhbat universitet tomonidan belgilangan tartibda o‘tkaziladi.

I BO‘LIM YARIMO‘TKAZGICHLARNING TUZILISHI VA ENERGETIK HOLATLARI

Yarimo‘tkazgich tushunchasi va materiallarning tasnifi. Elementar va birikmali yarimo‘tkazgichlar, qattiq eritmalar, kristall, polikristall va amorf materiallar. Kovalent va ion-kovalent bog‘lanishlar. Tarkib, tuzilish va fizik xossalar o‘rtasidagi bog‘liqlik. Xususiy va legirlangan yarimo‘tkazgichlar haqidagi asosiy tushunchalar.

Kristall panjara va simmetriya, elementar yacheyka, Brave panjaralari. Kristallografik yo‘nalishlar, tekisliklar va Miller indekslari. To‘g‘ri va teskari panjara, Brillyuen zonalari. Kremniy, germaniy hamda muhim yarimo‘tkazgich birikmalarning kristall tuzilishi. Rentgen va elektron difraksiyasi, Bregg qonuni hamda kristall anizotropiyasi.

Davriy potensial maydonda elektron harakati, Blox teoremasi va energetik zonalar. Valent zona, o‘tkazuvchanlik zonasi, taqiqlangan zona kengligi. To‘g‘ri va bilvosita zonali yarimo‘tkazgichlar. Elektron va kovak, effektiv massa, dispersiya qonuni va holatlar zichligi. Kvant holatlarning egallanishi, Pauli prinsipi va Fermi–Dirak taqsimoti.

Kristall panjara dinamikasi, akustik va optik fononlar. Elektron-fonon o‘zaro ta’siri va zaryad tashuvchilarning sochilishi. Issiqlik sig‘imining Eynshteyn va Debay modellari, issiqlik o‘tkazuvchanlik va kengayish. Harorat hamda mexanik deformatsiyaning yarimo‘tkazgich energetik spektri va fizik xossalariga ta’siri.

II BO‘LIM ZARYAD TASHISH NOMUVOZANAT VA OPTIK HODISALAR

Muvozanatdagi zaryad tashuvchilar statistikasi. Xususiy va kirishmali yarimo‘tkazgichlarda elektron va kovak konsentratsiyasi, Fermi sathi va elektroneytrallik sharti. Donor va akseptor sathlari, kompensatsiya. Kirishmalarning ionlashuvi, muzlash va xususiy o‘tkazuvchanlik sohalari. Aynigan va aynimagan yarimo‘tkazgichlar.

Yarimo‘tkazgichlarda zaryad tashish: dreyf, diffuziya, elektr o‘tkazuvchanlik va harakatchanlik. Relaksatsiya vaqti, fononlar va kirishmalarda sochilish, haroratga bog‘liqlik. Eynshteyn munosabati va uning qo‘llanish shartlari.

Xoll effekti, magnit qarshilik va ko‘p turdagi tashuvchilar ishtiroki. Termoelektrik hodisalar.

Nomuvozanat zaryad tashuvchilar, generatsiya, injeksiya va kvazi-Fermi sathlari. Uzluksizlik hamda Puasson tenglamalarining fizik mazmuni. Radiatsion, Shokli–Rid–Xoll va Oje rekombinatsiyasi. Tashuvchilarning yashash vaqti, diffuziya uzunligi, tutib qolish va relaksatsiya. Kuchli elektr maydoni va qizigan tashuvchilar haqidagi tushunchalar.

Yarimo‘tkazgichlarning optik va fotoelektrik xossalari. To‘g‘ri va fonon ishtirokidagi bilvosita optik o‘tishlar, yutilish cheti va taqiqlangan zona kengligi. Eksitonlar, kirishmalar bilan bog‘liq o‘tishlar, fotolyuminessensiya. Fotoo‘tkazuvchanlik, fotovoltaik hodisalar, spektral sezgirlik, spontan va majburiy nurlanish.

Yarimo‘tkazgichlarda kirishmalar va kristall nuqsonlari. Vakansiyalar, tugunlararo atomlar, dislokatsiyalar va nuqson komplekslari. Chuqur energetik sathlar, tutib qolish va emissiya jarayonlari. Nuqsonlar diffuziyasi, termik va radiatsion ishlovning ta’siri. Nuqsonlarning elektr, optik va rekombinatsion xossalarga ta’sirini aniqlash.

III BO‘LIM KONTAKTLAR YARIMO‘TKAZGICH TUZILMALAR VA TADQIQOT USULLARI

Yarimo‘tkazgich sirtlari va kontakt hodisalari. Sirt energetik holatlari, zonalarning egilishi, sirt rekombinatsiyasi va passivatsiya. p–n o‘tish, hajmiy zaryad sohasi, ichki potensial va to‘siq sig‘imi. Metall–yarimo‘tkazgich kontakti, Shottki to‘sig‘i va omik kontakt. Geteroo‘tishlar va zonalar uzilishi.

Yarimo‘tkazgich asboblarda zaryad tashish mexanizmlari. p–n diodning muvozanat va tashqi kuchlanishdagi holati, to‘g‘rilash, injeksiya va teskari tok. Tunnel va ko‘chkili teshilish. Bipolyar hamda maydoniy tranzistorlarning fizik ishlash prinsiplari. Metall–dielektrik–yarimo‘tkazgich tuzilmalarda boyish, kambag‘allashish va inversiya.

Fotoelektron va optoelektron tuzilmalar. Fotodiodlar, quyosh elementlari, yorug‘lik diodlari va yarimo‘tkazgich lazerlarning fizik asoslari. Fototok, salt yurish kuchlanishi, to‘ldirish koeffitsiyenti, kvant samaradorlik va foydali ish koeffitsiyenti. Optik, rekombinatsion va elektr yo‘qotishlar. Stimullangan nurlanish va optik kuchaytirish shartlari.

Yarimo‘tkazgich kristallar va yupqa pardalarni olishning fizik asoslari. Eritmadan o‘stirish, epitaksiya, vakuumda bug‘latish, magnetron changlatish va kimyoviy bug‘ fazasidan yotqizish. Diffuziyaviy legirlash, ion implantatsiyasi va termik ishlov. Qalinlik, donalar o‘lchami, tarkib, sirt morfologiyasi va nuqsonlarning material xossalariga ta’siri.

Quyi o‘lchamli yarimo‘tkazgich tuzilmalar: kvant o‘ralar, simlar, nuqtalar va o‘ta panjaralar. O‘lchamli kvantlanish, holatlar zichligi va tunnel o‘tish. Ikki o‘lchamli elektron gazi hamda kvant Xoll effekti haqidagi tushunchalar. Amorf va

organik yarimo‘tkazgichlarda lokal holatlar, tartibsizlik va zaryad ko‘chishining o‘ziga xosligi.

Yarimo‘tkazgichlarni tadqiq etish usullari. Rentgen difraksiyasi, elektron va atom-kuch mikroskopiyasi, yutilish, Raman hamda fotolyuminessensiya spektroskopiyasi. Xoll, volt-amper, volt-farad va vaqtga bog‘liq fotoelektrik o‘lchovlar. Chuqur sathlar spektroskopiyasi haqida tushuncha. Tajribani rejalashtirish, noaniqlikni baholash, natijalarni fizik model va mustaqil o‘lchovlar bilan qiyoslash.

01.04.10 – “Yarimo‘tkazgichlar fizikasi” ixtisosligiga qabul bo‘yicha mutaxassislik fanidan o‘tkaziladigan sinovlarni baholash tartibi va mezonlari

Ixtisoslik bo‘yicha talabgorlarning o‘zlashtirish ko‘rsatkichi 100 ballik tizimda butun sonlar bilan baholanadi.

Kirish sinovi ikki bosqichda o‘tkaziladi. Birinchi bosqich — mutaxassislik bo‘yicha yozma-og‘zaki suhbat, maksimal 50 ball. Savollar 01.04.10 — “Yarimo‘tkazgichlar fizikasi” ixtisosligi dasturidagi mavzularni qamrab oladi. Talabgorga to‘rtta savol beriladi: birinchi, ikkinchi va uchinchi savollar 10 balldan, to‘rtinchi savol 20 ball bilan baholanadi. To‘rtinchi savol hisoblash yoki fizik vaziyatni tahlil qilishga doir bo‘lishi mumkin. Ikkinchi bosqichda ilmiy faoliyat salohiyati, tadqiqotga tayyorlik va ilgari erishilgan natijalar bo‘yicha suhbat o‘tkaziladi; maksimal ball — 50. Ikki bosqich natijalari qo‘shilib, jami 100 ballni tashkil etadi.

1. Yozma-og‘zaki suhbatni baholash mezonlari

Yozma-og‘zaki suhbatda talabgorning yarimo‘tkazgichlar fizikasi tushunchalari, qonunlari va modellarini bilishi, fizik hodisalarni tushuntirishi hamda bilimlarini masala yoki tajriba tahliliga qo‘llay olishi aniqlanadi. Elektron va kovak statistikasi, zaryad tashish, generatsiya va rekombinatsiya, kontaktlar, optik hodisalar hamda tadqiqot usullarini bog‘liq holda izohlashga e’tibor beriladi. Har bir javob quyidagi talablarga mos bo‘lishi lozim:

1. Bayon qilingan materialning to‘liqligi va mazmunliligi.

2. Berilgan javobning imtihon biletidagi savolga mosligi.

3. Berilgan javobning mantiqiy ketma-ketligi va lo‘ndaligi.

4. Ilmiy-uslubiy tilda bayon qilinish darajasi, aniq ta’riflar va atamalardan foydalanilishi.

5. Nazariy bilimlarni yarimo‘tkazgich materiallar, tuzilmalar va asboblarning ishlash mexanizmlari bilan bog‘lay olishi.

6. Fizik modelning farazlari, amal qilish sohasi va cheklovlarini ko‘rsata olishi; hisoblashlarda birliklar va natijaning fizik ma’nosini tekshirishi.

7. Tajriba yoki tadqiqot usulini vazifaga mos tanlashi, o‘lchov natijalarining takroriyligi va noaniqligi haqida tasavvurga ega bo‘lishi.

8. O‘z fikrini bayon qila olishi, mustaqil fikrlashi, bunda nazariya va amaliyotga tanqidiy yondashilganligi.

Suhbat bo‘yicha yozma-og‘zaki javoblarni baholash unga qo‘yilgan yuqoridagi talablardan kelib chiqib, quyidagi mezonlar asosida amalga oshiriladi:

- mutaxassislik bo‘yicha fanni bilishi, berilgan variantdagi barcha savollarga yuqoridagi talablarga muvofiq to‘la javob bergan holda, unga fan uchun ajratilgan umumiy ballning 43-50 balligacha miqdorda ball qo‘yiladi;

- mutaxassislik fanini bilishi, berilgan variantdagi barcha savollarga yuqoridagi talablarga muvofiq to‘la javob berishga harakat qilgan bo‘lsa, unga umumiy ballning 35-42 balli qo‘yiladi;

- mutaxassislik fanini bilishi, berilgan variantdagi savollar mohiyatini yuzaki (yoki qisman) ochib bergan bo‘lsa, lekin ular bilan bog‘liq bo‘lgan ma’lumotlarni keltirmagan va bayonda mantiqiy yaxlitlikka erishmagan bo‘lsa, umumiy ballning 28-34 balli qo‘yiladi;

- mutaxassislik fanini bilishi, berilgan variantdagi savollar mohiyatini ocha olmagan va ularga izoh bermagan bo‘lsa, umumiy ballning 0-27 balli qo‘yiladi va talabgor ijobiy baholanmagan hisoblanadi.

2. Ilmiy faoliyati salohiyatini, qobiliyatini hamda ilmiy faoliyatida erishilgan natijalarni aniqlash bo‘yicha suhbat

Ikkinchi bosqich suhbatining maqsadi talabgorning yarimo‘tkazgichlar fizikasiga doir ilmiy muammoni belgilashi, mavjud tadqiqotlarni tahlil qilishi, maqsad va vazifalarni shakllantirishi, usullarni tanlashi hamda natijalarni mustaqil tushuntira olishini baholashdan iborat. Ilgari bajarilgan ishlar va nashrlar mavjud bo‘lsa, ularning mazmuni, talabgorning hissasi va rejalashtirilgan tadqiqot bilan bog‘liqligi ko‘rib chiqiladi.

Talabgorlarning ilmiy va ilmiy-pedagogik ishlarga qobiliyati hamda ilmiy faoliyatida erishilgan natijalarni aniqlash maqsadida tanlangan mutaxassislikka mos savollar asosida suhbat o‘tkaziladi (baholash mezoni 0 balldan 50 ballgachani tashkil etadi).

Talabgorning ilmiy va ilmiy-pedagogik faoliyatga layoqatini hamda qobiliyatini aniqlash quyidagi vazifalarni yechishga qaratilgan:

- yarimo‘tkazgichlar fizikasidagi tanlangan ilmiy muammo, uning o‘rganilganlik darajasi va hal etilmagan jihatlari haqida asosli tasavvurga ega bo‘lishi;

- tadqiqotning maqsadi, vazifalari, obyekti va predmetini aniq belgilashi, ularning ixtisoslikka mosligini tushuntirishi;

- eksperimental, nazariy yoki hisoblash usullarini tanlashi, zarur materiallar va jihozlar, ish bosqichlari hamda tadqiqotni amalga oshirish imkoniyatini asoslashi;

- kutilayotgan natijalarni ilmiy mazmunda ifodalashi, mavjud natijalardan farqini tushuntirishi, ilgari bajarilgan ishlarini tegishli dalillar va manbalar bilan izohlashi.

Suhbat to‘rtta savoldan iborat: 1) ilmiy muammo va uning dolzarbligi; 2) maqsad, vazifalar, obyekt va predmet; 3) metodologiya va tadqiqotni bajarish imkoniyati; 4) mavjud ilmiy natijalar, talabgorning hissasi va rejalashtirilayotgan tadqiqot. Dastlabki uch savol 10 balldan, to‘rtinchi savol 20 ball bilan baholanadi. Talabgordan hali bajarilmagan tadqiqotning yakuniy natijalarini taqdim etish talab qilinmaydi.

Har ikki bosqichda javoblar alohida savollar bo‘yicha baholanadi; qo‘yilgan ballning sababi qayd etiladi. Savollar ballari yig‘indisi tegishli bosqichning 50 ballidan oshmaydi. Quyidagi mezonlar ikkinchi bosqich bo‘yicha jami ballni umumiy tavsiflaydi:

Baho	Ikkinchi bosqich bo‘yicha baholash mezonlari
5 (A’lo)	Ilmiy muammo, maqsad va vazifalar aniq; tanlangan usullar va resurslar asoslangan. Talabgor mavjud yoki kutilayotgan natijalarning mazmunini, ilmiy ahamiyatini va o‘z hissasini mustaqil tushuntiradi, savollarga to‘liq hamda izchil javob beradi. Jami 43–50 ball.
4 (Yaxshi)	Muammo va tadqiqot yo‘nalishi asosan to‘g‘ri yoritilgan. Maqsad, vazifalar, usullar va natijalar o‘rtasidagi bog‘liqlik tushuntirilgan, biroq ayrim izohlar yoki dalillar yetarli emas. Savollarga javoblarda ayrim kamchiliklar bor. Jami 35–42 ball.
3 (Qoniqarli)	Ilmiy muammo va tadqiqot rejasi qisman tushuntirilgan. Usullarni tanlash, natijalarni talqin qilish yoki ilmiy ahamiyatni asoslash yuzaki; ayrim savollarga javoblar to‘liq emas. Jami 28–34 ball.
Qoniqarsiz	Ilmiy muammo, tadqiqot maqsadi yoki usullarini asoslashda jiddiy xatolar mavjud. Talabgor natijalar mazmuni va rejalashtirilgan ishni mustaqil izohlab bera olmaydi yoki savollarga mazmunli javob bermaydi. Jami 0–27 ball.

Fan bo‘yicha umumiy bahoni aniqlash tartibi

Baho	Ikki bosqich bo‘yicha jami ball va bahoni aniqlash
A’lo	Birinchi va ikkinchi bosqich ballari yig‘indisi 86–100 ball bo‘lganda qo‘yiladi.
Yaxshi	Birinchi va ikkinchi bosqich ballari yig‘indisi 71–85 ball bo‘lganda qo‘yiladi.
Qoniqarli	Birinchi va ikkinchi bosqich ballari yig‘indisi 55–70 ball bo‘lganda qo‘yiladi.
Qoniqarsiz	Birinchi va ikkinchi bosqich ballari yig‘indisi 0–54 ball bo‘lganda qo‘yiladi.

01.04.10 — “Yarimo‘tkazgichlar fizikasi” ixtisosligi bo‘yicha kirish sinovi natijalarining yig‘ma qaydnomasi

№ ___-sonli QAYDNOMA

№	Talabgorning familiyasi ismi va otasining ismi	I bosqich 0–50 ball	II bosqich 0–50 ball	Jami 0–100 ball
1				
2				
3				
4				

Har bir bosqichning savollar bo‘yicha ballari individual baholash varaqasida qayd etiladi: 1-, 2- va 3-savollar 10 balldan, 4-savol 20 ball. Yig‘ma qaydnomaga har bir bosqichning jami balli kiritiladi.

Sana: “___” _____ 2026-yil

Komissiya raisi: _____ Imzo: _____

Komissiya a’zolari: _____ Imzolar: _____

01.04.10 – “Yarimo‘tkazgichlar fizikasi” ixtisosligi bo‘yicha kirish sinovidagi namunaviy savollar ro‘yxati

1. **Yarimo‘tkazgichlarning kristall tuzilishi.** Elementar yacheyka, simmetriya, Miller indekslari, to‘g‘ri va teskari panjara. Kremniy, germaniy va yarimo‘tkazgich birikmalardagi kimyoviy bog‘lanishlar. Brillyuen zonalari va Bregg qonuni.
2. **Kristall panjara dinamikasi.** Akustik va optik fononlar, elektron-fonon o‘zaro ta’siri. Issiqlik sig‘imining Eynshteyn va Debay modellari. Issiqlik o‘tkazuvchanlik hamda harorat va deformatsiyaning yarimo‘tkazgich xossalariga ta’siri.
3. **Yarimo‘tkazgichlarning zonalar nazariyasi.** Blox teoremasi, dispersiya qonuni, effektiv massa, elektron va kovak. Valent va o‘tkazuvchanlik zonalari, taqiqlangan zona kengligi. To‘g‘ri va bilvosita zonalar, holatlar zichligi.
4. **Xususiy yarimo‘tkazgichlarda statistika.** Fermi–Dirak taqsimoti va aynimagan holat yaqinlashuvi. Elektron va kovak konsentratsiyasi, Fermi sathi, elektroneytrallik va massalar ta’siri qonuni. Haroratga bog‘liqlik.
5. **Kirishmali yarimo‘tkazgichlar.** Donor va akseptor sathlari, kompensatsiya, kirishmalarning ionlashuvi. Muzlash, kirishmaviy va xususiy o‘tkazuvchanlik sohalari. Aynigan yarimo‘tkazgichlar va kuchli legirlashning ta’siri.
6. **Kristall nuqsonlari va chuqur sathlar.** Vakansiya, tugunlararo atom, dislokatsiya va nuqson komplekslari. Tashuvchilarni tutib qolish va termik emissiya. Chuqur sathlarning rekombinatsiya va elektr xossalariga ta’siri.
7. **Dreyf va diffuziya.** Tok zichligi, harakatchanlik, diffuziya koeffitsiyenti va Eynshteyn munosabatining amal qilish shartlari. Relaksatsiya vaqti, fonon va ionlashgan kirishmalarda sochilish. Harakatchanlikning haroratga bog‘liqligi.
8. **Xoll va termoelektrik hodisalar.** Xoll koeffitsiyenti yordamida tashuvchi turi, konsentratsiyasi va harakatchanligini aniqlash. Bir va ko‘p turdagi tashuvchilar uchun talqin. Magnit qarshilik, Zeyebek va Peltye effektlari.
9. **Nomuvozanat zaryad tashuvchilar.** Optik va elektr generatsiya, injeksiya, kvazi-Fermi sathlari. Uzluksizlik va Puasson tenglamalarining fizik mazmuni, chegaraviy shartlar hamda statsionar va vaqtga bog‘liq jarayonlar.
10. **Rekombinatsiya mexanizmlari.** Radiatsion, Shokli–Rid–Xoll va Oje rekombinatsiyasi. Yashash vaqti, diffuziya uzunligi va injeksiya darajasi. Hajmiy va sirt rekombinatsiyasining farqi hamda ularni tajribada baholash.
11. **Optik yutilish va eksitonlar.** To‘g‘ri va bilvosita optik o‘tishlar, fononlarning roli, yutilish cheti. Optik spektrdan taqiqlangan zona kengligini baholash va qo‘llaniladigan modelning shartlari. Eksiton va kirishmaviy o‘tishlar.
12. **Fotoelektrik hodisalar.** Fotoo‘tkazuvchanlik, fotogeneratsiya va fotovoltaik effekt. Fotojavobning spektral va vaqt tavsiflari, tutib qolish markazlari va fotoelektrik kuchayish. O‘lchash sharoitlarining natijaga ta’siri.

13. **Yarimo‘tkazgichlarda nurlanish.** Spontan va majburiy nurlanish, fotolyuminessensiya spektri va rekombinatsiya kanallari. Optik kuchaytirish shartlari, kvazi-Fermi sathlari ajralishi va yarimo‘tkazgich lazerning fizik ishlash prinsipi.
14. **Sirt va fazalararo chegaralar.** Sirt energetik holatlari, zonalarning egilishi, sirt zaryadi va rekombinatsiya tezligi. Passivatsiya va interfeys nuqsonlarining yarimo‘tkazgich tuzilmaning elektr hamda optik xossalariga ta’siri.
15. **Muvozanatdagi p–n o‘tish.** Ichki elektr maydon va potensial, hajmiy zaryad sohasi, zaryad taqsimoti va zonalar diagrammasi. Kambag‘allashgan qatlam yaqinlashuvi va to‘siq sig‘imi. Legirlash va haroratning ta’siri.
16. **Tashqi kuchlanishdagi p–n o‘tish.** To‘g‘ri va teskari ulanish, tashuvchilar injeksiyasi va diffuzion tok. Diod volt-amper tavsifi, rekombinatsion va generatsion toklar. Tunnel va ko‘chkili teshilish. Bipolyar tranzistor prinsipi.
17. **Metall–yarimo‘tkazgich kontaktlari.** Shottki to‘sig‘i, termoelektron emissiya va tunnel o‘tish. To‘g‘rilovchi va omik kontaktlarni hosil qilish shartlari. Kontakt qarshiligi, sirt holatlari va volt-amper tavsifini talqin qilish.
18. Yarimo‘tkazgich geterotuzilmalari. Energetik zonalar uzilishi, elektron yaqinligi va zonalar moslashuvi. I, II va III tur geteroo‘tishlar. Chegarada zaryad ko‘chishi, interfeys nuqsonlari va rekombinatsiya mexanizmlari.
19. **Metall–dielektrik–yarimo‘tkazgich tuzilmalar.** Boyish, kambag‘allashish va inversiya, sirt potensiali hamda sig‘im-kuchlanish tavsifi. Interfeys holatlari va dielektrikdagi zaryadlar. Maydoniy tranzistorning fizik ishlash prinsipi.
20. **Yarimo‘tkazgich fotoelektron asboblar.** Fotodiod, quyosh elementi va yorug‘lik diodining ishlash prinsiplari. Fototok, salt yurish kuchlanishi, to‘ldirish koeffitsiyenti, tashqi kvant samaradorlik va foydali ish koeffitsiyenti. Yo‘qotish mexanizmlari.
21. **Quyi o‘lchamli tuzilmalar.** Kvant o‘ra, sim, nuqta va o‘ta panjaralarda kvantlanish. Holatlar zichligi va tunnel o‘tish. Ikki o‘lchamli elektron gazi, kvant Xoll effekti va o‘lchamlarning optik xossalarga ta’siri.
22. **Kristallar va yupqa pardalarni olish.** Eritmadan o‘stirish, epitaksiya, bug‘latish, magnetron changlatish va kimyoviy yotqizish. Diffuziya, ion implantatsiyasi va termik ishlov. Tarkib, qalinlik, morfologiya va nuqsonlarni boshqarish.
23. **Amorf va organik yarimo‘tkazgichlar.** Tartibsizlik, lokal holatlar va harakatchanlik cheti. Sakrash orqali zaryad ko‘chishi, optik yutilish va nuqsonlar. Kristall yarimo‘tkazgichlar bilan taqqoslash hamda material va kontaktlarning roli.
24. **Yarimo‘tkazgichlarni tadqiq etish.** Rentgen difraksiyasi, elektron va atom-kuch mikroskopiyasi, optik hamda chuqur sathlar spektroskopiyasi. Xoll, volt-amper va volt-farad o‘lchovlari. Usul tanlash, birliklar, noaniqlik, takroriylik va fizik model bilan qiyoslash.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

Tavsiya etilgan adabiyotlar

1. Anselm A.I. Vvedeniye v teoriyu poluprovodnikov. Moskva: Nauka, 1978.
2. Teshaboyev A., Zaynobiddinov S., Ermatov Sh. Qattiq jism fizikasi. Toshkent: Moliya, 2001.
3. Kittel Ch. Vvedeniye v fiziku tverdogo tela. Ingliz tilidan tarjima. Moskva: Nauka, 1978.
4. Yu P.Y., Cardona M. Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties. 4th ed. Springer, 2010. DOI: 10.1007/978-3-642-00710-1.
5. Sze S.M., Li Y., Ng K.K. Physics of Semiconductor Devices. 4th ed. Wiley, 2021.
6. Grundmann M. The Physics of Semiconductors: An Introduction Including Nanophysics and Applications. 3rd ed. Springer, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-23880-7.
7. Schroder D.K. Semiconductor Material and Device Characterization. 3rd ed. Wiley-IEEE Press, 2006.
8. Streetman B.G., Banerjee S.K. Solid State Electronic Devices. 7th ed. Global Edition. Pearson, 2016.
9. Davies J.H. The Physics of Low-Dimensional Semiconductors: An Introduction. Cambridge University Press, 1998.
10. Mott N.F., Devis E.A. Elektronniye protsessi v nekristallicheskikh veshchestvakh. Ingliz tilidan tarjima. Moskva: Mir, 1982.
11. Zadachi po fizike tverdogo tela. Goldsmid H.J. tahriri ostida. Ingliz tilidan tarjima. Moskva: Mir, 1976.