

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Рўйхатга олинди:
№ БД – 5140200 – 4.03
2016 йил “9” 01



Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги

2016 йил “22” 01

“КОНДЕНСИРЛАНГАН ҲОЛАТЛАР ФИЗИКАСИ”
фанининг

ЎҚУВ ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 100000 – Гуманитар соҳа
Таълим соҳаси: 140000 – Табиий фанлар
Таълим йўналиши: 5140200 – Физика

Тошкент – 2016

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 201__ йил “__” _____даги “__”-сонли буйруғининг ____-иловаси билан фан дастури рўйхати тасдиқланган.

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-ҳунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 201__ йил “__” _____даги ____ - сонли баённомаси билан маъқулланган.

Фан дастури Ўзбекистон Миллий университетида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

- Назиров Д.Э. – ЎзМУ “Яримўтказгичлар ва полимерлар физикаси”
кафедраси мудири, ф.м.ф.н., доцент;
- Холмуминов А.А. – ЎзМУ “Яримўтказгичлар ва полимерлар физикаси”
кафедраси профессори, ф.м.ф.д.

Такризчилар:

- Илиев Х.М. – ТДТУ, “Электроника ва микроэлектроника”
кафедраси мудири, ф.м.ф.д., профессор;
- Карабаева М.А. – ЎзМУ “Яримўтказгичлар ва полимерлар физикаси”
кафедраси доценти, ф.м.ф.н., доцент.

Фан дастури Ўзбекистон Миллий университети Кенгашида кўриб чиқилган ва тавсия қилинган (201__ йил “__” _____даги “__” -сонли баённома).

КИРИШ

“Конденсирланган ҳолатлар физикаси” курси бакалавриатуранинг физика йўналиши учун режалаштирилган фан ҳисобланади. Бу курсда конденсирланган ҳолатдаги моддаларнинг (каттик жисмлар, яримўтказгичлар, полимерлар) тузилиши ва тавсифлари, аморф ва кристалл ҳолатлари, электр ўтказувчанлик, яримўтказгич ва диэлектрик хоссалари, электрофизик, оптик, термодинамик, гидродинамик, механик, реологик, электромагнетик хоссалари, релаксацион жараёнлари, шунингдек, фазавий-агрегат, суюқ кристалл ва ориентирланган ҳолатлари, композицион ва наноструктуралар полимер материаллар физикасининг асоси ўрганилади.

Фаннинг мақсад ва вазифалари

Фанни ўқитишнинг мақсади – талабаларга конденсирланган ҳолатлардаги моддаларнинг (каттик жисмлар, диэлектриклар, яримўтказгичлар, полимерлар) тузилиши, тавсифлари, тизимлари, кристаллографияси, морфологияси, композитлар ва наноструктуралар физик хоссаларини ўргатишдан иборатдир.

Фанни ўқитишнинг вазифалари – конденсирланган ҳолатлардаги моддаларнинг (каттик жисмлар, диэлектриклар, яримўтказгичлар, полимерлар) тузилиши, конфигурацияси ва конформациялари, молекуляр массавий тавсифлари, аморф, поликристалл ва кристалл ҳолатлари, термодинамикаси ва фазавий диаграммалари, суюлмалари, эритмалари, релаксацион, реологик, механик, термик, оптик, электромагнетик хоссалари, композит материаллар ва наноструктуралари физикаси бўйича асосий билимлар ва кўникмаларни ўзлаштиришдан ҳамда амалий, лаборатория ва семинар машғулотлар олиб бориш асосида амалий малакаларга эга бўлишдан иборатдир.

Фан бўйича билим, кўникма ва малакага қўйиладиган талаблар

“Конденсирланган ҳолатлар физикаси” ўқув фанини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида талаба:

- конденсирланган ҳолатлардаги моддалар (каттик жисмлар, диэлектриклар, яримўтказгичлар, полимерлар) физикасининг асосий тушунчалари, қонунлари, муҳим жараёнлари ва хоссаларини ўрганади, уларни таҳлил қилишни, қатталиклар ва бирликлари ҳақида билимга эга бўлиши талаб этилади;

- лаборатория натижаларини қайта нишлаш, экспериментал ва назарий қонунларни тавсифлаш ва таҳлил қилиш кўникмасига эга бўлиши керак;

- тадқиқот қурилмаларини ўрганиш ва тажрибалар ўтказиш, ўлчаш ва ўлчов асбобларидан тўғри фойдаланиш малакасига эга бўлиши керак.

Фаннинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги ва услубий жиҳатдан узвийлиги

“Конденсирланган ҳолатлар физикаси” фанининг мазмун ва моҳияти конденсирланган ҳолатлардаги моддаларнинг (каттик жисмлар, диэлектрик-

лар, яримўтказгичлар, полимерлар) тузилиши, аморф, поликристалл ва кристалл ҳолатлари, полимерлар асосидаги тизимлар ва материалларнинг физик ва релаксацион хоссаларини ўрганишдан иборат бўлганлиги туфайли бу курс полимерлар фанлари, жумладан, “Механика”, “Молекуляр физика”, “Электр ва магнетизм”, “Оптика” каби курслар билан чамбарчас боғлангандир.

Талабаларнинг “Конденсирланган ҳолатлар физикаси” фанидан олган билимлари уларга навбатда ўқиладиган бир катор махсус курсларни ўрганишда керак бўлади ва бошқа курсларни ўрганишга асос бўлади.

Фанининг илм-фан ва ишлаб чиқаришдаги ўрни

“Конденсирланган ҳолатлар физикаси” фани ишлаб чиқариш жараёни билан бевосита боғланган бўлиб, каттик жисмларда атомлар диффузияси, яримўтказгичлар асосида асбоблар яратиш мақсадларида, технологик ишлаб чиқаришда, илмий тадқиқот марказлари, илмий ва ўқув лабораторияларида яримўтказгичларнинг электрофизик хоссаларини мақсадли бошқариш мақсадларида атомлар диффузияси жараёнлари кенг қўлланилади. Шунингдек, бундай амалиёт электрон асбоблар саноатини такомиллаштириш бўйича муқобил қарорлар қабул қилишда қўлланиладиган фундаментал, амалий ва инновацион лойиҳалар асосида илмий тадқиқотлар олиб борадиган ЎзР ОЎМТВ Олий ўқув юртларида, ЎзР ФА илмий тадқиқот институтлари, ЎзР “Фотон” ОАЖ, ЎзР “Элтехсаноат” каби катор илмий-ишлаб чиқариш ташкилотлари ва корхоналарида, Навоий ва Ангрен эркин иқтисодий зоналарида ривожланаётган, замонавий куёш энергетикасининг асосий ҳом ашёси бўлган яримўтказгичлар саноатида материалларнинг хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда асосий диффузиявий параметрлар ажратилади ва белгиланади, сўнгра яримўтказгич материалларнинг мақсадли ўзгариш қонуниятлари ва хоссаларидан фойдаланиб, физик-математик моделлар ва амалий ҳулосалар тузилади, диффузиявий жараён моделининг муҳим параметрлари аниқланиб, масаланинг мақбул ечими топилади.

Фани ўқитишда замонавий ахборот ва педагогик технологиялар

“Конденсирланган ҳолатлар физикаси” фанини ўқитишда конденсирланган ҳолатлардаги моддалар: каттик жисмлар, диэлектриклар, яримўтказгичлар, полимерларнинг структураси ва физик хоссалари, қонуниятлари ва жараёнларни намоён қилиш, компьютер мультимедиялар, тажриба жараёнлари ва натижаларини анимацион дастурлар ёрдамида кўрсатиб бериш, шунингдек, натижаларни қайта ишлаш ва графиклар тузиш, мавжуд мультимедиялардан, слайдлардан фойдаланиш, интернет тармоғидан, кўргазмалардан материаллардан.

Фани ўзлаштиришда дарслик, ўқув ва услубий қўлланмалар, маъруза матнлари, ўқув услубий мажмуалар, электрон материаллар, виртуал стендлар ва макетлардан, маъруза, амалий ва семинар, лаборатория дарслари ва машгулотларида мос равишдаги педагогик ва ахборот технологияларидан фойдаланилади.

АСОСИЙ ҚИСМ

Фаннинг назарий машғулотлари мазмуни

Кириш

Замонавий фан ва техникада яримўтказгич материаллар, полимерлар ва каттик жисмларнинг ўрни. Конденсирланган ҳолатлар физикаси асослари.

Каттик жисмлар физикаси асослари

Табиатда каттик жисмларнинг тарқалиши. Фан ва техникада каттик жисмлар. Кристалл ва аморф жисмлар. Элементар ячейка. Кристалл панжаралар. Миллер индекслари. Браве панжараси. Механик панжараларда боғланиш турлари. Ички механик кучланганлик. Кристалл панжара энергияси. Каттик жисмларнинг механик хоссалари. Эластик кучлар. Ички механик кучлар ва кучланганлик. Каттик жисмлар деформацияси. Пластик деформация. Чўзилиш ва сикилиш. Чўзилиш диаграммаси. Бурилиш. Деформациянинг потенциал энергияси. Каттик жисмларда эластик уйғонишнинг тарқалиши. Суперпозиция принципи. Каттик жисмларнинг термодинамик хоссалари. Каттик жисмларда иссиқлик ҳаракати. Каттик жисмларда иссиқликдан кенгайиши. Каттик жисмларнинг иссиқлик сигими. Атом ва моляр иссиқлик сигими. Каттик жисмларнинг иссиқлик узатиши ҳодисаси. Каттик жисмларнинг потенциал энергияси. Каттик жисмларда деформациянинг температурага боғлиқлиги. Каттик жисмларнинг эриши ва буғланиши. Газларнинг каттик жисмларда ютилиши. Каттик жисмларнинг электр хусусиятлари. Электр ўтказувчанлик. Қўзғалувчи заряд ташувчилар. Турли хил кристалл панжарали каттик жисмларда заряд ташиш механизмлари. Каттик жисмларнинг магнит хоссалари. Магнит доменлари. Каттик жисмларнинг магнитланиши. Ферромагнетиклар. Парамагнетиклар. Диамагнетиклар. Гистерезис ҳодисалари.

Яримўтказгичлар физикаси асослари

Кристалл панжара. Яримўтказгичларда нуксонлар турлари. Киришмавий ва хусусий яримўтказгичлар. Яримўтказгичларда электр ўтказувчанликнинг элементар назарияси. Ферми сатҳи. Энергетик сатҳлар. Такикланган зона. Яримўтказгичларда электрон ва коваклар статистикаси асослари. Узлуксизлик тенгламаси. Диффузиявий ва дрейф тоқлар. Эйнштейн формуласи. Яримўтказгичларда кинетик ҳодисалар. Яримўтказгичларда гальваномагнит ҳодисалар. Яримўтказгичларда термоэлектрик ҳодисалар. Яримўтказгичларда термомагнит ҳодисалар. Яримўтказгичларда фотоэлектрик ҳодисалар. Яримўтказгичларда оптик ҳодисалар. Яримўтказгич асбоблар. p - n (электрон-ковак) ўтиш. Яримўтказгичларда гетероўтишлар ва улар асосидаги асбоблар. Яримўтказгичларда сиртий ҳодисалар. Яримўтказгичларнинг қўлланиши. Яримўтказгич материалларнинг ҳозирги замон микро- ва наноэлектроникасида қўлланиши.

Полимерлар физикаси асослари

Макромолекулалар. Аморф полимерлар физикаси. Аморф полимерлар тузилиши ва хоссалари. Термомеханик хоссалар. Кристалл полимерлар физикаси. Кристалл полимерлар тузилиши ва хоссалари. Суюкланиш ва кристалланиш, суёқ кристаллар, кристалланиш шартлари ва кинетикаси, ориентацион кристалланиш. Полимерлар термодинамикаси ва статистик физикаси. Термодинамик функциялар. Гиббс озод энергияси, энтальпия ва энтропия. Эритмалар термодинамикаси, фазавий диаграммалар, полиэлектрон-литик хоссалар, геллар, ҳолат тенгламаси, идеал эритувчи, чизикли макромолекула статистик термодинамикаси. Полимер аралашмалар термодинамикаси. Полимер-полимер тизим мойиллиги ва кинетик барқарор тизим. Полимер-полимер ва полимер-полимер-эритувчи фазавий диаграммалари. Полимер аралашмаларнинг физик хоссалари ва уларнинг тадқиқот қилиш усуллари. Полимер эритмалар гидродинамикаси. Полимерларни суюлтирилган ва концентрилланган эритмалари гидродинамик хоссалари. Хаггинс ва Дебай критериялари. Макромолекуларнинг илгариланма ва айланма ҳаракатлари. Марк-Кунн-Хаувинк ва Штокмайер тенгламалари. Полимерларда релаксацион жараёнлар. Структуравий, механик, электрик, магнитик релаксациялар ва релаксация вақтлари. Кучли ва кучсиз деформацияланган макромолекула релаксацияси. Гистерезис эффекти. Эгилувчан оқувчан эритма ва гелларда релаксация жараёнлари. Аморф ва аморф-кристалл тузилишли полимерларда релаксация. Судралувчанлик. Полимерлар фазавий – агрегат ва физик ҳолатлари. Фазавий-агрегат, физик ва релаксацион ҳолатлар. Фазавий ўтишлар турлари. Устмолекуляр тузилишлар. Суюлтмалар, эритмалар ва гелларда полимернинг фазавий ва физик ҳолатлари. “Эритма-гель” фазавий ўтиш. Гелларда фазавий ажралишлар. Синерезис. Суёқлик-суёқлик ва суёқлик-кристалл ажралишлар. Полимерларнинг деформацион хоссалари ва механик мустақкамлиги. Аморф ва аморф-кристалл полимерлар деформацияси. Механик мустақкамлик ва узок муддатлилик. Молекуляр ориентациянинг механик мустақкамликга таъсири. Полимерларнинг реологик хоссалари. Қайтар ва қайтмас деформациялар. Полимерлар оқувчанлиги ва эффектив қовушоклиги. Бўйлама ва силжиш майдонларида оқим. Ньютон ва ноньютон оқимлар. Гистерезис эффекти. Эйринг-Френкель тенгламаси. Қовушок оқим фаоллик энергияси. Полимерларнинг электр ва магнит хоссалари. Полимерлар электрик хоссалари ва электр ўтказувчанлик механизмлари. Ионларнинг полимер эритмалар, геллар ва пленкалар электр ўтказувчанлигига таъсири. Ион легириш ва электр ўтказувчанлик. Полимер изоляторлар. Полимерларнинг магнит хоссалари ва магнитланиши. Полимерларнинг суёқ кристалл ҳолатлари. Полимерларнинг мезоморф ҳолатлари. Флори критерияси. Лиотроп ва термотроп полимер суёқ кристаллар. Суёқ кристаллар фазавий диаграммаси. Суёқ кристалл ҳолат текстуралари. Полимерларнинг ориентирланган ҳолатлари. Полимерларнинг ориентацион ҳолатга ўтиш механизмлари. Полимер молекулалари

каттикчилигини (эгиловчанлигини) ориентацион тартибланишга таъсири. Гидродинамик майдонда ориентация. Ориентация фактори.

Лаборатория ишлари

Ушбу машгулотлар ўқув дастуридаги бўлимларга тегишли лаборатория ишларини бажариш, тажриба қурилмалари билан бевосита танишиш, юқори аниқликда натижалар олиш, тажриба натижаларини ҳисоблаш, графиклар чизиш ва тегишли хулосалар чиқариш орқали амалга оширилади.

Лаборатория ишларининг тавсия этиладиган тахминий мавзулари:

1. Полимерлар молекуляр массаси ва конформацион ҳолатини вискозиметрия усулида аниқлаш.
2. Пленка ва толаларда макролекулаларни ориентация факторини қўш нурни синиши усулида аниқлаш.
3. Полимер эритманинг сирт таранглик коэффициентини Ребиндер усулида аниқлаш.
4. Ион тутган полимер эритманинг электр ўтказувчанлиги аниқлаш.
5. Полимер концентрациясини синдириш кўрсаткичи бўйича аниқлаш.
6. Полиэтилен гранулаларининг зичлигини аниқлаш.
7. Механик чўзишда полимернинг деформацион хоссаларини аниқлаш.
8. Полимер эритманинг эффектив ва динамик ковушоклиги аниқлаш.
9. Полимер эритманинг электрокинетик (дзета) потенциалини аниқлаш
10. Полимер молекуляр массасини осмометрия усулида аниқлаш.
11. Яримўтказгич материалларнинг солиштирма қаршилигини тўрт зондди усул билан ўлчаш.
12. Яримўтказгич материалларнинг солиштирма қаршилигини Ван-Дер-Пау усули билан ўлчаш.
13. Яримўтказгичларнинг параметрларини Холл эффекти ёрдамида аниқлаш.
14. Диэлектрик йўқотишлар бурчагининг тангенсини аниқлаш.
15. Яримўтказгич диодларнинг вольт-ампер характеристикасини ўрганиш.
16. Диэлектрикнинг солиштирма ҳажмининг қаршилигини аниқлаш.
17. Куёш элементлари ва батареяларининг параметрларини ва ишлашини ўрганиш.

Изоҳ: Ишчи фан дастурини шакллантириш жараёнида ишчи ўқув режада мазкур машгулот турига ажратилган соат ҳажмига мос равишда мавзулар ўзгартирилиши мумкин.

Семинар машгулотларни ташкил этиш бўйича кўрсатмалар

Семинар машгулотлари фанга тегишли бўлимлар бўйича маърузалар қилиш ва рефератлар ёзиш орқали амалга оширилади.

Семинар машғулотларнинг тахминий тавсия этиладиган мавзулари:

1. Табиий ва синтетик полимерларнинг тузилиши ва физик хоссалари ўрганишнинг замонавий усуллари.
2. Макромолекулалар занжир тузилиши моделлари. Звено, сегмент ва контур узунликлар.
3. Полимер занжирларининг сегментал тузилишини. Гаусс тақсимооти.
4. Молекуляр массалар ва молекуляр массавий тақсимоот, полидисперслик.
5. Аморф полимерларда шишланиш, юкори эластиклик ва ковушок оқувчанлик ҳолатлари.
6. Анизотропик эффектлар ва уларни бошқариш имкониятлари.
7. Деформацион чўзиш тезлигининг мустақамликга таъсири.
8. Бўйлама ва силжиш майдонларида гелларни структуравий шаклланиши.
9. Температуравий - вақтлик суперпозиция принципи.
10. Полимерлар физикасининг полимерлар индустриясини ривождаги ўрни.
11. Яримўтказгич материалларнинг кристалл панжараси.
12. Яримўтказгичларда контакт ходисалар (металл-металл, металл-яримўтказгич, яримўтказгич-яримўтказгич).
13. Яримўтказгичлар параметрларини ўлчаш усуллари.
14. Яримўтказгич материалларни олиш усуллари.
15. Бор ва фосфор билан легирланган кремнийнинг ҳаракатчанлигини ҳисоблаш.
16. Яримўтказгичлар хоссаларини бошқаришнинг диффузиявий усулларига оид масалалар ечиш.
17. p - n ўтишнинг x чегараси чуқурлигини аниқлашга оид масала ечиш.
18. Яримўтказгичларда заряд ташувчилар концентрацияси ва ҳаракатчанлигини аниқлашга оид масалалар ечиш.
19. Яримўтказгичлар сирти сифатини назорат қилиш ва химоялаш.
20. Ўтаўтказгичларнинг амалий аҳамияти ва қўллалиши.
21. Квант ўралар, иплар ва нукталар, наноструктуралар ва наноматериалларнинг Амалий аҳамияти, қўлланилиш соҳалари.
22. Қуёш элементлари ва батареялари, қуёш электр станцияларининг параметрлари, қўлланилиши ва ишлаши.

Изоҳ: Ишчи фан дастурини шакллантириш жараёнида ишчи ўқув режада мазкур машғулот турига ажратилган соат ҳажмига мос равишда мавзулар ўзгартирилиши мумкин.

Мустақил таълимни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Мустақил таълим ўқитувчини талабаларга аввалдан бериб қўйиладиган фаннинг мавзулари асосида ташкил этилади.

Мустақил таълим учун қуйидаги тахминий топшириқларни бажариш тавсия этилади:

1. Полимерларнинг конфигурацияси ва конформацион ҳолатлари: “ғужанак”, “глобула”, “таёкча”, α -спираль, β -структура, фибриллалар ҳақида тушунчалар.

2. Полимерларнинг суюкланиши ва эриши қонуниятлари. Полимер геллар “тугунлари” ва кристалл “ячейкаси” ҳамда кристалланиш даражаси ҳақида тушунчалар.

3. Полимер занжирлар моделлари ҳамда улар ёрдамида полимерларнинг молекуляр тузилиши ва деформацион ҳолатларини ифодаланиши.

4. Полимерларнинг фазавий диаграммалари турлари. Улар ёрдамида I ва II – тур фазавий ўтишларни баҳоланиши.

5. Полимерларга механик таъсир эттирилганда Юнг модули, судралиш, узок муддатлилик, парчаланиш каби параметрларни аниқлаш.

6. Полимер эритмаларда ноньютон оқимни чегаралари ва гистерезис эффектини аниқлаш.

7. Полимерларни суёқ кристалл ҳолатига ўтишида Флори параметрлари, текстуралар ва фазавий диаграммаси ҳақида тушунчалар бериш.

8. Полимерлар сорбцияси ва реологияси усуллари бўйича аниқланадиган термодинамик функциялар.

9. Полимер наноструктуралар ҳосил бўлиши ва уларнинг физик хоссалари.

10. Полимерларни саноатда қайта ишлашда физиканинг роли.

11. Гидродинамик ва реологик усулларнинг полимерлар хоссаларини аниқлашдаги қўлланиши.

12. Полимер-эритувчи таъсирлашишини баҳолашда Флори –Хаггинс параметри, Хаггинс ва Дебай критериялари.

13. Полимер эритмани гелъ ва суёқ кристалл ҳолатига ўтишини реооптиметрик усулда баҳолаш.

14. Полимерларнинг механик мустаҳкамлиги, судралувчанлиги, узок муддатлиги.

15. Полимер занжирларининг эгилувчанлигини реологик хоссаларга таъсири.

16. Оқимда полимерларнинг структуравий ва фазавий алмашишлар.

17. Бўйлама ва силжиш майдонларининг ўхшаш жиҳатлари ва фарқлари.

18. Ноньютон оқим ва гистерезис эффекти.

19. Занжирларни ёйилган ҳолатга ўтишининг критик тезлик градиенти.

20. Ёйилган полимер занжирларнинг релаксация вақти.

21. Қаттик жисмларда энергетик зоналар.

22. Киришмаларнинг яримўтказгичлар ва диэлектриклар электр ўтказувчанлигига таъсири.

23. Кристалл панжараларнинг турлари.

24. Кристалл панжарада атомларнинг тебраниши. Фононлар.

25. Яримўтказгичларда сиртий ходисалар.

26. Суяқ ва газсимон диэлектриклар.
27. Кучли электр майдонида яримўтказгичларнинг хусусиятлари.
28. Ҳозирги замон наноэлектроникасида яримўтказгичлар ва диэлектрикларни тутган ўрни.
29. Ўтаўтказгичларнинг амалий аҳамияти ва қўлланилиши.
30. Қуёш энергетикасида яримўтказгичларнинг амалий аҳамияти қўлланилиши.
31. Квант ўралар, иглар ва нуқталар, наноструктуралар ва наноматериалларнинг амалий аҳамияти, қўлланилиш соҳалари.

Фойдаланиладиган адабиётлар рўйхати

Асосий адабиётлар:

1. Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. Л.: Химия, 1990. - 432 с.
2. Мамадалимов А.Т., Рашидова С.Ш., Холмунинов А.А. Полимер тоғалар физикаси. – Тошкент. :Университет. – 2009. -124 б.
3. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Химия, 2007. - 536 с.
4. Тешабоев А., Зайнобидинов С., Эрматов Ш. Қаттиқ жисм физикаси. Т.: 2001.
5. Юнусов М.С., Власов С.И., Назиров Д.Э., Толипов Д.О. Электрон асбоблар. Т. ЎЗМУ. 2003.

Қўшимча адабиётлар:

1. Перепечко И.И. Введение в физику полимеров. М.: Химия, 1978.
2. Сулягунов В.М., Бондалетова Л.И. Химия и физика полимеров. Томск: ТПУ, 2003.
3. Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология полимеров, М.: Наука, 1977. -560 с,
4. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М.: Высшая школа. 1988.
5. Рашидова С.Ш., Милушева Р.Ю. Хитин и хитозан *Bombyx mori*: синтез, свойства и применение. –Ташкент. Фан, 2009.
6. Вшивков С.А., Русинова Е.В. Фазовые переходы в полимерных системах, вызванные механическим полем. - Екатеринбург, 2001. - с.172.
7. Элиас Г.Г. Мегамолекулы /Пер. с англ. под ред. С.Я. Френкеля. Л. Химия. 1990.
8. Аскадский А.А. Деформация полимеров, М.: Химия, 1973.
9. Аверко-Антонович И.Ю. Метода исследования структуры и свойств полимеров. Казань.: КГТУ, 2002.
10. Тугов И.И., Кострыкина Г.И. Химия и физика полимеров. М.: Химия, 1989.

11. Nazirov E.N., Nazirov D.E., Teshaboev A.T. Yarimo'tkazgichlar fizikasi lug'ati. T.: «Universitet». 2008.

12. Кленин В.И. Термодинамика систем с гибкоцепными полимерами. Саратов.: СарГУ, 1995. – 736 с.

13. Кабанов В.А. Практикум по высокомолекулярным соединениям. М.: Химия. 1985. – 402 с.

14. Цветков В.Н. Жесткоцепные полимерные молекулы. Л.: Наука, 1986. -380с.

15. Тешабоев А., Зайнобиддинов С., Мусаев Э.А. Яримўтказгичлар ва яримўтказгичли асбоблар технологияси. Т. «Ўзбекистон». 2005; 2006 йй. (кирилл ва лотин алифболарида).

16. Гросберг А.Ю., Хохлов А.Р. Статистическая физика макромолекул. М.: Наука, 1989. – 344 с.

17. Акромов Х., Зайнабиддинов С., Тешабоев А. Яримўтказгичларда фотозлектрик ходисалар. Тошкент. 1994.

18. Аввакумова Н.И. и др. Практикум по химии и физике полимеров. М.: Химия, 1990. – 304 с.

19. Маматкаримов О.О., Власов С.И., Назиров Д.Э. «Яримўтказгич материаллар ва асбоблар физикаси практикуми». Т. ЎзМУ. 2007.

20. Зайнобиддинов С., Тешабоев А. Ярим ўтказгичлар физикаси. Тошкент., Ўқитувчи. 1999.

21. Тешабоев А., Зайнобиддинов С., Каримов И., Рахимов Р., Алиев Р. Яримўтказгичли асбоблар физикаси. Андижон. 2002.

Интернет сайтлари:

1. www.macro.ru

2. www.nanometer.ru/

3. www.photocor.ru/theory/

4. Chemnet.ru/books/2001-2010/

5. www.polymerbranch.com

6. info@nabond.com

7. www.mno.ru