

## **Ա.04.10 – ԿԻՍԱՀԱՂՈՐԴԻՉՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱ**

### **1. Բյուրեղագիտության և բյուրեղաֆիզիկայի հիմունքները**

Բյուրեղական կառուցվածքներ: Բրավեի ցանցեր: Համաչափության առաջին սեռի գործողություններ և ձևափոխություններ: Մինգոնիաներ, կատեգորիաներ: Ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակցիա: Բրեգի օրենքը: Լաուեի հավասարումները: Հակադարձ ցանց: Միլերի ցուցիչներ: Յրման ատոմային գործոն: Կառուցվածքային գործոն: Բյուրեղների կառուցվածքի հետազոտման ռենտգենյան մեթոդներ: Կապի տեսակները բյուրեղներում (իոնային, կովալենտ, մետաղական, վանդերվաալյան և ջրածնային): Կապի էներգիա: Բյուրեղային կառուցվածքներ (ալմաստի, գրաֆիտի, կերակրի աղի, սֆալերիտի, վյուրցիտի): Կոորդինացիոն թիվ: Իոնային շառավիղ:

### **2. Բյուրեղների առաձգական և ջերմային հատկությունները**

Բյուրեղական ցանցի դինամիկան: Տատանումները և ալիքները պարզ և բարդ միաչափ ցանցերում: Տատանումների ձայնային և օպտիկական ճյուղեր: Նորմալ տատանումներ: Ֆոնոններ: Տեղայնացված տատանումները ոչ իդեալական բյուրեղներում: Բյուրեղների ջերմունակությունը: Ջերմունակության դասական տեսությունը, Այնշտայնի տեսությունը, Դեբայի տեսությունը: Մեկուսիչների ջերմահաղորդականությունը: Ջերմային ընդարձակում:

### **3. Պինդ մարմնի գոտիական տեսության տարրերը**

Գոտիական տեսության հիմնական ենթադրությունները (ադիաբատային մոտավորություն, ինքնահամաձայնեցված դաշտի մեթոդ): Էլեկտրոնի ալիքային ֆունկցիան պարբերական դաշտում (Բլոխի թեորեմը): Բրիլյուենի զոնաներ: Քվազիմալոն: Էներգիական գոտիներ: Թույլ կապի մեթոդ: Ուժեղ կապի մեթոդ: Պսևդոպոտենցիալի մեթոդ: Դիսպերսային

օրենք: Հավասարաէներգիական մակերևույթներ: Մետաղներ և կիսահաղորդիչներ: Արդյունարար զանգված: Կիսահաղորդիչների գոտիական կառուցվածքը: Բյուրեղներն արտաքին դաշտերում: Էլեկտրոնի արագության և արագացման միջին արժեքները բյուրեղային ցանցում: Էլեկտրոններ և խոռոչներ: Ազատ լիցքակիրների շարժումը հաստատուն և համասեռ մագնիսական դաշտում (դասական տեսություն): Տիկլոտրոնային ռեզոնանս: Արդյունարար զանգվածի մեթոդը: Լիցքակիրների էներգիական սպեկտրը հաստատուն և համասեռ մագնիսական դաշտում (քվանտային տեսություն): Լանդաուի քվանտացում: Լիցքակիրների շարժումը և դրանց էներգիական սպեկտրը հաստատուն էլեկտրական դաշտում: Ծանծաղ խառնուկային մակարդակները համաքնեռ բյուրեղներում: Գոտիական տեսության հիմնավորման խնդիրը: Այդ տեսության շրջանակներից բխող խնդիրները: Էլեկտրոնները և խոռոչները որպես կիսահաղորդիչներում բազմաէլեկտրոնային համակարգի գրգռումներ: Վանյե-Մոտի և Ֆրենկելի էքսիտոններ: Պոլարոն: Մեծ և փոքր շառավղով պոլարոններ:

#### **4. Էլեկտրոնների և խոռոչների վիճակագրությունը կիսահաղորդիչներում**

Քվանտային վիճակների խտությունը գոտիներում: Ֆերմի-Դիրակի բաշխում: Գոտիներում էլեկտրոնների և խոռոչների կոնցենտրացիաները: Չայլասերված կիսահաղորդիչներ: Ուժեղ այլասերման դեպքը: Վիճակների խտության արդյունարար զանգված: Էլեկտրոնների և խոռոչների կոնցենտրացիան խառնուկային մակարդակներում: Պարզ կենտրոններ: Բազմալիցք կենտրոններ: Գիքսի բաշխումը: Մասնավոր դեպքեր: Ֆերմիի մակարդակի դիրքի որոշումը: Ֆերմիի մակարդակը սեփական կիսահաղորդիչներում: Էլեկտրոնների կոնցենտրացիայի և Ֆերմիի մակարդակի ջերմաստիճանային կախումները մեկ տեսակի խառնուրդ պարունակող կիսահաղորդչում: Համակշռված կիսահաղորդիչներ:

#### **5. Կինետիկական տեսության տարրեր**

Բուլցմանի կինետիկական հավասարումն էլեկտրոնների համար պինդ մարմնում: Բուլցմանի հավասարման գծայնացումը: Բուլցմանի հավասարման լուծումը ռելաքսացիայի ժամանակի մոտավորությամբ: Չայլասերված կիսահաղորդչի էլեկտրահաղորդականությունը: Ջերմաէլեկտրական երևույթներ (ջերմաէլեկտր, Թոմսոնի երևույթ, Պելտիեի երևույթ): Գալվանամագնիսական երևույթներ (Հոլի երևույթ, մագնիսադիմադրություն): Էլեկտրոնների ցրումը ցանցի տատանումների և խառնուկների վրա: Լիցքակիրների շարժունությունը: Էլեկտրոնների մղում ֆոնոններով: Ազատ լիցքակիրների գազի ջերմունակությունը և ջերմահաղորդականության գործակիցը: Վիդեման-Ֆրանցի օրենքը: Երևույթներ ուժեղ էլեկտրական դաշտում. տաք էլեկտրոններ, դոմենային անկայունություն, Գանի երևույթ: Հարվածային իոնացում: Ուժեղ լեգիրված կիսահաղորդիչներ: Խառնուկային մակարդակներ և խառնուկային գոտիներ: Ուժեղ լեգիրված կիսահաղորդիչների առանձնահատկությունները: Վիճակների խտություն: Վիճակների խտության «պոչերը»: Ոչ բյուրեղային կիսահաղորդիչներ: Թռիչքային հաղորդականություն: Բարձրջերմաստիճանային գերհաղորդականությունը կիսահաղորդիչներում: Հոլի քվանտային երևույթը:

## **6. Անհավասարակշիռ լիցքակիրներ և հպակային երևույթները կիսահաղորդիչներում**

Անհավասարակշիռ էլեկտրոններ և խոռոչներ: Անհավասարակշիռ լիցքակիրների կյանքի տևողություն: Անխզելիության հավասարում: Ֆոտոհաղորդականություն: Ֆերմիի քվազիմակարդակներ: Շրջակային դիֆուզիա և դրեյֆ: Դիֆուզային և դրեյֆային երկարություններ: Էլեկտրոնների և խոռոչների վերամիավորման վիճակագրությունը: Տարբեր տեսակի վերամիավորման պրոցեսներ: «Գոտի-գոտի» վերամիավորման արագությունը: ճառագայթային վերամիավորման կյանքի տևողությունը: Շոկի-Ռիդի վիճակագրություն: Ոչ ստացիոնար պրոցեսներ: Ստացիոնար վիճակներ: Բազմալիցք թակարդներ: Մակերևութային էլեկտրոնային վիճակներ: Մակերևութային վիճակների առաջացումը: Մակերևութային

պոտենցիալի ազդեցությունն էլեկտրահաղորդականության վրա: Դաշտի երևույթ: Մակերևութային վերամիավորման արագություն: Մակերևութային վերամիավորման ազդեցությունը ֆոտոհաղորդականության վրա: Մակերևութային վերամիավորման արագության կախումը մակերևութային պոտենցիալից: Հպակային երևույթներ: Պոտենցիալային արգելքներ: Հոսանքի խտություն: Այնշտայնի առնչությունը: Հպված մարմինների հավասարակշռության պայմանները: Ջերմաէլեկտրոնային ելքի աշխատանք: Հպակային պոտենցիալների տարբերություն: Էլեկտրական դաշտի պոտենցիալի և էլեկտրոնների կոնցենտրացիայի բաշխումը տարածական լիցքի շերտում: Էկրանավորման երկարություն: Հարստացված և աղքատացած հպակային շերտեր: Տարածական լիցքով սահմանափակված հոսանքներ: Ներարկման երևույթները կիսահաղորդիչներում: Ուղղում մետաղ-կիսահաղորդիչ հպակում: Ուղղման դիֆուզային և դիոդային տեսությունները: Էլեկտրոնա-խոռոչային անցումներ: Բ-ո անցումը հավասարակշռության մեջ: Բ-ո անցման ստատիկ վոլտամպերային բնութագիրը: Թունելային երևույթը Բ-ո անցումում: Թունելային դիոդ: Հետերոանցումներ: Բացասական դիֆերենցիալ հաղորդականություն և բացասական դիֆերենցիալ դիմադրության տիրույթներով վոլտամպերային բնութագրերով կիսահաղորդչային սարքեր: Հոսանքի քուլավորումը: Տ-դիոդներ և դրանց կիրառությունները:

## **7. Կիսահաղորդիչների օպտիկական հատկությունները**

Լույսի կլանումը, անդրադարձումը և արձակումը կիսահաղորդիչներում: Կլանման գործակիցը և դիելեկտրական թափանցելիության կեղծ մասը: Պինդ մարմինների՝ միջգոտիական ուղիղ և ոչ ուղիղ անցումներով պայմանավորված օպտիկական հատկություններ: Վիճակների համակցված խտություն: Կրիտիկական կետեր: Էքսիտոնային կլանում: Գունավորման կենտրոնների և բյուրեղական ցանցի իոնների տատանումների հետ կապված օպտիկական անցումներ: Մնացորդային ճառագայթների շերտ: Լույսի կլանումն ազատ լիցքակիրներով: Միջգոտիական օպտիկա-

կան անցումներն ուժեղ լեգիրացված կիսահաղորդիչներում: Բուրշտեյն-Մոսի և Ֆրանց-Կելդիշի երևույթները: Բյուրեղների լուսարձակումը: Ջերմային ճառագայթման բնույթը և դրա օրինաչափությունները: Ֆոտոլուսարձակում, էլեկտրալուսարձակում. հիմնական մեխանիզմները և օրինաչափությունները: Ինքնաբեր և ստիպողական ճառագայթում: Ճառագայթային անցումներ: Վան Ռուբրեկ-Շոկլիի առնչությունը: Ճառագայթման արդյունավետություն: Հարկադրական ճառագայթում: Կապն ինքնաբեր և հարկադրական ճառագայթումների միջև: Լազերային ճառագայթման առաջացման չափանիշերը կիսահաղորդիչներում: Կիսահաղորդչային սարքեր՝ լուսատարր, լուսադիոդ, լուսատրանզիստոր, լուսադիմադրություն, հեղեղային լուսադիոդ: Օպտիկական քվանտային գեներատորների տարբեր տեսակները և դրանց գործողության սկզբունքը: Ներարկումային լազեր: Հետերոանցումներով և քվանտային փոսերով լազերներ: Լուսադիոդներ. աշխատանքի սկզբունքը, պատրաստման նյութերը, հատկությունները: Մագնիսաօպտիկական երևույթներ, Ֆարադեյի և Ֆոյգտի երևույթները: Էլեկտրաօպտիկական երևույթներ: Պոկելսի, Կեռի երևույթները: Պիեզոօպտիկական երևույթներ, երկբեկումը դեֆորմացիայի ժամանակ: Ֆոտոէլեկտրաշարժ ուժեր: Անհավասարակշիռ լիցքակիրների դերը: Ֆոտո-էլշու: Լուսաէլեկտրամագնիսական երևույթ: Ինտեգրալային միկրոսխեմաներում տարրերի մեկուսացման եղանակները:

### **8. Հարթ էպիտաքսային երկբեկ տրանզիստորներ**

Շոտկիի արգելքով երկբեկ տրանզիստորներ: Բազմաէմիտերային և բազմակղելկտորային տրանզիստորներ:

### **9. Երկբեկ տրանզիստոր**

Երկբեկ տրանզիստորի գործողության սկզբունքը: Տրանզիստորում հաստատուն և փոփոխական հոսանքների արտահայտությունների ստացումը, հոսանքի փոխանցման գործակից: Ըստ հոսանքի ուժեղացման սահմանային հաճախություն: Տրանզիստորի համարժեք սխեմա:

### **10. Դաշտային տրանզիստորներ**

Կառավարվող p-n անցումով դաշտային տրանզիստորներ: Մեկուսացված փականով դաշտային տրանզիստորներ: ՄԴԿ տրանզիստորների կառուցվածքային տեխնոլոգիական տարատեսակները: Լիցքային կապով սարքեր:

### **11. Կիսահաղորդչային տրամաբանական տարրերի դասակարգումը**

Տրամաբանական տարրերի հիմնական բնութագրերը և պարամետրերը: Տրանզիստորա-տրանզիստորային տրամաբանական տարրեր: Ինտեգրալային ներարկումային տրամաբանություն և ներարկումային դաշտային տրամաբանություն: Տրամաբանական ինտեգրալային տարրեր դաշտային տրանզիստորի հենքի վրա: Փոխլրացնող տրամաբանություն (CIMOS): Հիշասարքեր:

### **12. Պոտենցիալային արգելքներով և քվանտային փոսերով էլեկտրոնային քվանտաչափային կառուցվածքներ**

Քվանտաչափային ինտեգրալային կառուցվածքների դասակարգումը: Լիցքակրի էներգիական սպեկտրներն ուղղանկյուն և եռանկյուն քվանտային փոսերում: Չափային քվանտացումը կիսահաղորդիչներում: Ցածր չափայնությամբ կիսահաղորդչային համակարգեր. վիճակների խտությունը և լիցքակիրների կոնցենտրացիան: Էլեկտրոնների ռեզոնանսային թունելավորումը պոտենցիալային արգելքների համակարգով: Քվանտաչափային երևույթների հիման վրա աշխատող տարրերի բազմաֆունկցիոնալությունը: Գերցանցեր, դրանց օգտագործումը:

## **ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

1. Е.П. Чупрунов, А.Ф. Хохлов, М.А. Фаддеев. Основы кристаллографии. М., 2004.
2. Վ.Լ. Բոնչ-Բրուկիչ, Ա.Գ. Կալաշնիկով. Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա, ԵՊՀ, Ե., 1988:
3. П.С. Киреев. Физика полупроводников, М., Высшая школа, 1975.
4. Т. Мосс, Г. Баррел, Б. Эллис. Полупроводниковая оптоэлектроника, М., Мир, 1976.
5. Ю.Р. Носов. Оптоэлектроника, Радио и связь. 1989.

6. Г.Е. Пикус. Основы теории полупроводниковых приборов. Физматгиз., М., 1967.
7. Ж. Панков. Оптические процессы в полупроводниках. М., Мир, 1973.
8. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры. М., Мир, 1989.
9. G. Grosso, G. Parravicini. Solid State Physics. Academic Press, .Y.2000.
10. Վ.Մ. Հարությունյան: Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆիզիկական հիմունքները, ԵՊՀ, Ե., 2009:
11. Ա.Ա. Կիրակոսյան: Պինդ մարմնի ֆիզիկայի ներածություն, I, II հ., ԵՊՀ, Ե., 2015:
12. Վ.Մ. Հարությունյան, Ֆ.Վ. Գասպարյան, Զ.Ն. Աղամյան. Ֆոտոդիոդներ, Հայաստան, Ե., 1986:
13. Վ.Մ. Հարությունյան, Ֆ.Վ. Գասպարյան: Ժամանակակից միկրոէլեկտրոնիկայի պրբլեմներ: Լիցքային կապով սարքեր: ՀՀ ԳԱԱ հրատ, Երևան, 1986, 160 էջ:
14. Ֆ.Վ. Գասպարյան: Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա և պինդմարմնային էլեկտրոնիկայի հիմունքներ. ԵՊՀ հրատ., 2011:
15. Ֆ.Վ. Գասպարյան: Դիէլեկտրիկների ֆիզիկա: ԵՊՀ հրատ., 2013:
16. Ս.Վ. Մելքոնյան: Կիսահաղորդիչների օպտիկայի հիմունքներ: ԵՊՀ հրատ., 2015:
17. Կ.Մ. Ղամբարյան: Կիսահաղորդչային նանոկառուցվածքների աճեցման տեխնոլոգիական մեթոդները: ԼԱԶԵՐՔՈՓԻ ՍՊԸ, Ե., 2015: