

Ա.04.10 «Կիսահաղորդիչների ֆիզիկա» մասնագիտության քննության հարցաշար

I. Բյուրեղագիտության և բյուրեղաֆիզիկայի հիմունքները

1. Բյուրեղական կառուցվածքներ: Բրավեի ցանց: Համաչափության տարրեր. համաչափության ձևափոխություններ: Միագոնիաներ: կատեգորիաներ:
2. Ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակցիան: Բրեգի օրենքը: Լաուեի հավասարումները: Հակադարձ ցանց: Միլերի ցուցիչներ (ինդեքսներ): Ցրման ատոմական գործոն (ֆորմ-ֆակտոր): Կառուցվածքային գործոն: Բյուրեղների կառուցվածքի հետազոտման ռենտգենյան մեթոդներ:
3. Բյուրեղներում կապի տեսակները (իոնային, կովալենտ, մետաղական, վանդերվալսյան և ջրածնային): Կապի էներգիա: Բյուրեղի կառուցվածքի կապը քիմիական կապի բնույթի հետ: Կոորդինացիոն թիվ: Իոնային շառավիղ:

II. Բյուրեղների առաձգական և ջերմային հատկությունները

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

III. Պինդ մարմնի գոտիական տեսության տարրերը

1. Գոտիական տեսության հիմնական ենթադրությունները (ադիաբատային մոտավորություն, ինքնահամաձայնեցված դաշտի մեթոդ): Էլեկտրոնների ալիքային ֆունկցիան պարբերական դաշտում (Բլոխի թեորեմ): Բրիլյուենի գոնաներ: Քվազիիմպուլս: Էներգետիկական գոտիներ:
2. Թույլ կապի մեթոդ: Ուժեղ կապի մեթոդ: Պսևդոպոտենցիալի մեթոդ: Դիսպերսիայի օրենք: Հավասարաէներգիական մակերևույթներ: Մետաղներ և կիսահաղորդիչներ: Արդյունաբար զանգված: Կիսահաղորդիչների գոտիական կառուցվածքը:

3. Բյուրեղներն արտաքին դաշտերում: Էլեկտրոնի արագության և արագացման միջին արժեքները բյուրեղական ցանցում: Էլեկտրոններ եւ խոռոչներ: Ազատ լիցքակիրների շարժումը հաստատուն և համասեռ մագնիսական դաշտում (դասական տեսություն): Ցիկլոտրոնային ռեզոնանս:

4. Արդյունաբար զանգվածի մեթոդը: Լիցքակիրների էներգիական սպեկտրը հաստատուն և համասեռ մագնիսական դաշտում (քվանտային տեսություն): Լանդաուի քվանտացում: Լիցքակիրների շարժումը և նրանց էներգետիկական սպեկտրը հաստատուն էլեկտրական դաշտում: Ծանծաղ խառնուրդային մակարդակները նույնաբևեռային (հոմոպոլյար) բյուրեղներում:

5. Գոտիական տեսության հիմնավորման պրոբլեմը և այդ տեսության շրջանակներից դուրս եկող խնդիրները: Էլեկտրոնները և խոռոչները որպես կիսահաղորդիչներում բազմաէլեկտրոնային համակարգի գրգռումներ: Վանյե-Մոտի և Ֆրենկելի էքսիտոններ: Պոլյարոն: Մեծ և փոքր շառավղով պոլյարոններ:

IV. Էլեկտրոնների և խոռոչների վիճակագրությունը կիսահաղորդիչներում

1. Քվանտային վիճակների խտությունը գոտիներում: Ֆերմի-Դիրակի բաշխումը: Գոտիներում էլեկտրոնների և խոռոչների կոնցենտրացիաները: Չայլասերված կիսահաղորդիչներ: Ուժեղ այլասերման դեպքը: Վիճակների խտության արդյունաբար զանգվածը:

2. Էլեկտրոնների և խոռոչների կոնցենտրացիան խառնուկային մակարդակներում: Պարզ կենտրոններ: Բազմալիցք կենտրոններ: Գիբսի բաշխում: Մասնավոր դեպքեր:

3. Ֆերմի մակարդակի դիրքի որոշումը: Ֆերմի մակարդակը սեփական կիսահաղորդչում: Էլեկտրոնների կոնցենտրացիայի և Ֆերմի մակարդակի ջերմաստիճանային կախվածությունը մեկ տիպի խառնուկ պարունակող կիսահաղորդչում: Համակշռված (կոմպենսացված) կիսահաղորդիչներ:

V. Կինետիկական տեսության տարրերը

1. Բոլցմանի կինետիկական հավասարումն էլեկտրոնների համար պինդ մարմնում: Բոլցմանի հավասարման գծայնացումը: Բոլցմանի հավասարման լուծումը ռելաքսացիայի ժամանակի մոտավորությամբ:

2. Չայլասերված կիսահաղորդչի էլեկտրահաղորդականությունը: Ջերմաէլեկտրական երևույթներ (ջերմոէլշու, Թոմսոնի երևույթ, Պելտյեի երևույթ): Գալվանոմագնիսական երևույթներ (Հուլի երևույթ, մագնիսադիմադրություն): Էլեկտրոնների ցրումը ցանցի տատանումների և խառնուկների վրա: Լիցքակիրների շարժունությունը կիսահաղորդիչներում: Էլեկտրոնների տարվելը ֆոնոնների կողմից: Ազատ լիցքակիրների գազի ջերմունակությունը և ջերմահաղորդականության գործակիցը: Վիդեման-Ֆրանցի օրենքը:

3. Ուժեղ էլեկտրական դաշտերում դիտարկվող երևույթներ՝ տաք էլեկտրոններ, դոմենային անկայունություն, Գանի երևույթ: Հարվածային իոնացում:

4. Ուժեղ լեզիրացված կիսահաղորդիչներ: Խառնուկային մակարդակներ և խառնուկային գոտիներ: Ուժեղ լեզիրացված կիսահաղորդիչների առանձնահատկությունները: Վիճակների խտություն: Վիճակների խտության «պոչերը»: Ոչ բյուրեղային կիսահաղորդիչներ: Թռիչքային հաղորդականություն:

5. Մետաղների և կիսահաղորդիչների գերհաղորդականությունը: Բարձրջերմաստիճանային գերհաղորդականություն:

6. Հուլի քվանտային երևույթ և մագնիսադիմադրություն:

VI. Անհավասարակշիռ լիցքակիրներ և հպումային (կոնտակտային) երևույթները դիէլեկտրիկներում և կիսահաղորդիչներում

1. Անհավասարակշիռ էլեկտրոններ և խոռոչներ: Անհավասարակշիռ լիցքակիրների կյանքի տևողությունը: Անխզելիության հավասարումը: Ֆոտոհաղորդականություն: Ֆերմիի քվազիմակարդակներ: Շրջաբևեռային (ամբիպոլյար) դիֆուզիա և հոսընթաց (դրեյֆ): Դիֆուզային և հասընթացային երկարություններ:

2. Էլեկտրոնների և խոռոչների վերամիավորման վիճակագրությունը: Տարբեր տեսակի վերամիավորման պրոցեսներ: Գոտի-գոտի վերամիավորման արագություն: Կյանքի տևողությունը ճառագայթային վերամիավորման ժամանակ: Շոկլի-Ռեդի վիճակագրությունը: Ոչ ստացիոնար պրոցեսներ: Ստացիոնար վիճակներ: Բազմալիցք թակարդներ:

3. Մակերևութային էլեկտրոնային վիճակներ: Մակերևութային վիճակների առաջացումը: Մակերևութային պոտենցիալի ազդեցությունը էլեկտրահաղորդականության վրա: Դաշտի երևույթը: Մակերևութային վերամիավորման արագությունը: Մակերևութային վերամիավորման ազդեցությունը ֆոտոհաղորդականության վրա: Մակերևութային վերամիավորման արագության կախվածությունը մակերևութային պոտենցիալից:

4. Հպումներում տեղի ունեցող երևույթներ: Պոտենցիալ արգելքներ: Հոսանքի խտություն: Այնշտայնի առնչությունը: Հպման մեջ գտնվող մարմինների հավասարակշռության պայմանները: Ջերմաէլեկտրոնային էլքի աշխատանք: Հպումային պոտենցիալների տարբերությունը: Էլեկտրական դաշտի պոտենցիալի և էլեկտրոնների կոնցենտրացիայի բաշխումը տարածական լիցքի շերտում: Էկրանավորման երկարություն: Հարստացված և աղքատացած հպումային շերտեր: Տարածական լիցքով սահմանափակված հոսանքներ: Ներարկման (ինժեկցիոն) երևույթներ կիսահաղորդչում:

5. Ուղղումը մետաղ-կիսահաղորդիչ հպման վրա: Ուղղման դիֆուզային և դիոդային տեսություններ: Էլեկտրոնա-խոռոչային անցումներ: p-n անցումը հավասարակշռության մեջ: p-n անցման ստատիկ վոլտ-ամպերային բնութագիրը: Թունելային երևույթը p-n անցումներում: Թունելային դիոդ: Հետերոանցումներ: Բացասական դիֆերենցիալ հաղորդականության և բացասական դիֆերենցիալ դիմադրության տիրույթներով վոլտ-ամպերային բնութագրեր ունեցող կիսահաղորդչային սարքեր: Հոսանքի քուղավորումը: S-դիոդներ և նրանց կիրառությունը:

VII. Կիսահաղորդիչների օպտիկական հատկությունները

1. Լույսի կլանումը, անդրադարձումը և արձակումը կիսահաղորդիչների կողմից: Կլանման գործակիցը և դիէլեկտրական թափանցելիության կեղծ մասը: Պինդ մարմինների միջգոտիական ուղիղ և ոչ ուղիղ անցումներով պայմանավորված օպտիկական հատկությունները: Վիճակների համակցված խտություն: Կրիտիկական կետեր: Էքսիտոնային կլանում: Գունավորման կենտրոնների բյուրեղական ցանցի իոնների տատանումների հետ կապված օպտիկական անցումներ: Մնացորդային ճառագայթների շերտ: Կիսահաղորդիչներում լույսի կլանումն ազատ լիցքակիրների կողմից, պլազմային անդրադարձման սպեկտրերը: Միջգոտիական օպտիկական անցումներն ուժեղ լեզիրացված կիսահաղորդիչներում: Բուրշտեյն-Մոսի եւ Ֆրանց-Կելդիշի երևույթներ:

2. Բյուրեղների լուսարձակումը (Լյումինեսցենսումը): Ջերմային ճառագայթման բնույթը և դրա օրինաչափությունները: Ֆոտոլուսարձակում (ֆոտոլյումինեսցենսում), էլեկտրալուսարձակում (էլեկտրալյումինեսցենսում), հիմնական մեխանիզմները և օրինաչափությունները: Ինքնաբերական և ստիպողական ճառագայթում:

3. Ճառագայթային անցումներ: Վան Ռուսբրեկ-Շոկլիի առնչությունը: Ճառագայթման արդյունավետություն: Հարկադրական ճառագայթում: Կապը ինքնական եւ հարկադրական ճառագայթումների միջեւ: Լազերային ճառագայթման առաջացման չափանիշերը կիսահաղորդիչներում: Կիսահաղորդչային սարքեր՝ ֆոտոէլեմենտ, ֆոտոտրանզիստոր, ֆոտոդիմադրություն, հեղեղային ֆոտոդիոդ: Օպտիկական քվանտային գեներատորների տարբեր տեսակներ եւ դրանց գործողության սկզբունքը: Ներարկային լազեր, լազերներ հետերոանցումների եւ քվանտային փոսերի հիման վրա: Ֆոտոդիոդներ, դրանց աշխատանքի սկզբունքը, հասկությունները եւ պատրաստման համար անհրաժեշտ նյութերը:

4. Մագնիսաօպտիկական երևույթներ, Ֆարադեյի և Ֆոյխտի երևույթները: Էլեկտրաօպտիկական երևույթներ: Պոկելսի, Կեռի և Ֆրանց-Կելդիշի երևույթները: Պյեզոօպտիկական երևույթներ, կրկնակի ճառագայթաբեկումը դեֆորմացիայի ժամանակ:

5. Ֆոտոէլեկտրաշարժ ուժեր: Անհավասարակշիռ լիցքակիրների դերը: Ֆոտոէլեկտրամագնիսական երևույթ:

VIII. Ինտեգրալային միկրոսխեմաներում տարրերի մեկուսացման եղանակներ

IX. Հարթ նստեցմամբ երկբեւեռ տրանզիստորներ

1. Շոտկիի արգելքով երկբեւեռ տրանզիստորներ (Շոտկիի երկբեւեռ տրանզիստորներ):

2. Բազմաէմիտերային եւ բազմակոլեկտորային տրանզիստորներ:

X. Դաշտային տրանզիստորներ

1. Կառավարվող p-n անցումով դաշտային տրանզիստորներ:

2. Մեկուսացված փականով դաշտային տրանզիստորներ:

3. ՄԴԿՍ-երի կառուցվածքային-տեխնոլոգիական տարատեսակներ:

4. Լիցքային կապով սարքեր:

XI. Երկբեւեռ տրանզիստոր

Երկբեւեռ տրանզիստորի աշխատանքի սկզբունքը: Տրանզիստորում հաստատուն եւ փոփոխական հոսանքների համար արտահայտությունների ստացումը, հոսանքի փոխանցման գործակից, ըստ հոսանքի ուժեղացման սահմանային հաճախություն: Տրանզիստորի համարժեք սխեման:

XII. Կիսահաղորդչային տրամաբանական էլեմենտների դասակարգումը

1. Տրամաբանական էլեմենտների հիմնական բնութագրերը եւ պարամետրերը:

2. Տրանզիստոր-տրանզիստորային տրամաբանական էլեմենտներ:

3. Ինտեգրալաներարկային տրամաբանություն եւ ներարկային դաշտային տրամաբանություն:

4. Տրամաբանական ինտեգրալային տարրեր դաշտային տրանզիստորի հենքի վրա:

5. Կոմպլեմենտարային տրամաբանություն (CMOS):

6. Հիշողության սարքեր:

XIII. Պոտենցիալային արգելքներ եւ քվանտային փոսեր ունեցող միկրոէլեկտրոնային քվանտաչափային կառուցվածքներ

1. Ինտեգրալային սխեմաների որոշ պարամետրերի բարելավման հնարավորություններ՝ սիլիցիումը A_3B_5 խմբի նյութերով փոխարինելու դեպքում:

2. Քվանտաչափային ինտեգրալային կառուցվածքների դասակարգում: Քվանտային փոսով կամ եռանկյուն արգելապատերով կիսահաղորդչային կառուցվածքի էներգիական սպեկտրը: Չափային քվանտացումը կիսահաղորդիչներում: Ցածր չափայնության կիսահաղորդչային համակարգեր: Ցածր չափայնության համակարգերում վիճակների խտությունը եւ լիցքակիրների կոնցենտրացիան: Քվանտային փոսեր եւ գերցանցեր:

3. Էլեկտրոնների ռեզոնանսային թունելավորումը պոտենցիալ արգելապատերի միջով:

4. Քվանտաչափային երևույթների հիման աշխատող տարրերի բազմագործառնությունը: Գերցանցերը եւ դրանց կիրառությունը:

Գրականություն

1. Дж. Займан. Принципы теории твердого тела., Мир, М. 1971
2. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела, М., Наука, 1978
3. А. И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников. Физматгиз., М., 1978
4. Վ. Լ. Բոնչ-Բրունիչ, Ս. Գ. Շալաշնիկով: Շիսահաղորդիչների ֆիզիկա, Երևան, ԵՊՀ հրատ., 1988
5. П. С. Киреев. Физика полупроводников. М., Высшая школа, 1975
6. Э. Конуэлл. Кинетические свойства полупроводников в сильных электрических полях, М., Мир, 1970
7. Т. Мосс, Г. Баррел, Б. Эллис. Полупроводниковая оптоэлектроника, М., Мир, 1976
8. Ю.Р. Носов. Оптоэлектроника, Радио и связь, 1989
9. Г.А. Смоленский и др. Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики, М., Наука, 1971
10. Г.Е. Пикус. Основы теории полупроводниковых приборов, Физматгиз, М. 1987
11. И.Л. Богородитский и др. Теория диэлектриков, Энергия, Лит, 1965
12. Ю.И. Уханов. Оптические свойства полупроводников, Наука, М. 1977
13. Ф. Блатт. Физика электронной проводимости в твердых телах, М. Мир 1971
14. В.Ф. Гантмахер, И.Б. Левинсон. Рассеяние носителей тока в металлах и полупроводниках, М.м Наука, 1984
15. Ф. Бассон, Дь. Пастори-Парравичини. Электронные состояния и оптические переходы в твердых телах, М. Наука. 1982
16. Ж. Панков. Оптические процессы в полупроводниках, М. Мир, 1973
17. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры, М. Мир. 1989
18. Т. Андо, А. Фаулер, Ф. Стерн. Электронные свойства двумерных систем. М. Мир, 1985
19. Ю. К. Пожела, Физика быстродействующих транзисторов, Вильнюс, Моколас, 1989
20. Վ. Ս. Հարությունյան. Միկրոէլեկտրոնիկայի ֆիզիկական հիմունքները, ԵՊՀ, Երևան, 1995
21. Ա. Ա. Շիրակոսյան: Պինդ մարմնի ֆիզիկայի ներածություն, ԵՊՀ, 1977
22. Է. Ս. Ղազարյան, Ա. Լ. Վարդանյան. Պինդ մարմնի քվանտային տեսություն, I մաս, Բյուրեղական ցանցի դինամիկան, ԵՊՀ, 1996

ԵՊՀ պինդ մարմնի ֆիզիկայի ամբիոն

2020թ. Դեկտեմբերի 11