

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ
ՖԻԶԻԿԱՅԻ ՖԱԿՈՒԼՏԵՏԻ

ՄԱԳԻՍՏՐԱՏՈՒՐԱՅԻ ԸՆԴՈՒՆԵԼՈՒԹՅԱՆ ՔՆՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ

Հ Ա Ր Ց Ա Շ Ա Ր

ԵՐԵՎԱՆ

2020

I. ՄԵԽԱՆԻԿԱ ԵՎ ԴՍՍԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱ

1. Նյութական կետի դինամիկա: Նյութոնի օրենքները: Գալիլեյի հարաբերականության սկզբունքը: Հաշվարկի ոչ իներցյալ համակարգեր: Համարժեքության սկզբունք, ծանր և իներտ զանգվածների հավասարությունը (Էտվեշի փորձը): Կենտրոնախույս և կորիոլիսյան ուժեր: Ֆուկոյի ճոճանակ:

2. Էներգիայի, իմպուլսի և իմպուլսի մոմենտի պահպանման օրենքները: Դրանց կապը տարածության և ժամանակի հատկությունների հետ:

3. Պինդ մարմնի դինամիկա: Իներցիայի մոմենտի թե՛նգոր: Պտտական շարժման կինետիկ էներգիա: Պինդ մարմնի իմպուլսի մոմենտ: Էյլերյան անկյուններ: Ֆիզիկական ճոճանակ:

4. Առաձգական մարմիններ: Առաձգական լարումներ: Առաձգական դեֆորմացիայի էներգիա: Իզոտրոպ մարմինների առաձգական հաստատուններ և կապը դրանց միջև: Իրական մարմինների առաձգական հատկությունները (առաձգականության սահման, պլաստիկ դեֆորմացիաներ):

5. Փոքր միաչափ տատանումներ: Հարկադրական տատանումներ: Մարող տատանումներ: Հարկադրական տատանումներ շփման առկայությամբ: Ռեզոնանս:

6. Փոքրագույն գործողության սկզբունքը մեխանիկայում: Լագրանժի հավասարումները: Ազատ մասնիկի Լագրանժի ֆունկցիան: Մասնիկների համակարգի Լագրանժի ֆունկցիան: Վիճակի նկարագրումը կոորդինատներով և իմպուլսներով:

7. Երկու մարմինների խնդիրը դասական մեխանիկայում: Բերված զանգված: Շարժում կենտրոնահամաչափ դաշտում: Կեպլերի խնդիրը:

8. Մասնիկների առաձգական և ոչ առաձգական բախումները:

II. ՍՈՒԵԿՈՒԼԱՅԻՆ ՖԻԶԻԿԱ: ԹԵՐՄՈՂԻՆԱՄԻԿԱ: ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ՖԻԶԻԿԱ

1. Վիճակագրական ֆիզիկայի հիմնական դրույթները: Փուլային տարածություն: Մակրոսկոպական համակարգի միկրոսկոպական նկարագրումը: Բաշխման ֆունկցիա: Վիճակագրական միջինացում: Վիճակագրական անկախություն: Լիուվիլի օրենքը (փուլային ծավալի պահպանման թեորեմը):

2. Միկրոկանոնական բաշխում: Գիբսի կանոնական բաշխում: Գիբսի բաշխումը փոփոխական թվով մասնիկների համակարգի համար:

3. Իդեալական գազ: Մաքսվելի բաշխում: Մասնիկների բաշխումն ըստ արագության բացարձակ արժեքների: Բոլցմանի բաշխում: Ամենահավանական, միջին քառակուսային, միջին (թվաբանական) արագություններ: Հավասարաբաշխման օրենք: Իդեալական գազն արտաքին դաշտում: Բոլցմանի օրենքը և բարոմետրական բանաձև:

4. Տեղափոխման երևույթները գազերում: Բախումների թիվ, ազատ վազքի միջին երկարություն: Ցրման արդյունարար կտրվածք: Դիֆուզիան, ներքին շփումը և ջերմահաղորդականությունը գազերում: Բրոունյան շարժում: Կապը դիֆուզիայի գործակցի և շարժունության միջև: Երևույթներ նոսր գազերում: Խոր վակուումի ստացման և չափման եղանակները:

5. Բոլցմանի կինետիկական հավասարումը և նրա պարզագույն լուծումները: Բոլցմանի “H – թեորեմը”:

6. Թերմոդինամիկա: Համակարգի ներքին էներգիա: Ջերմություն և աշխատանք: Իդեալական գազի ջերմունակության տեսությունը (միատոմ և բազմատոմ գազ): Թերմոդինամիկայի I օրենքը: Էնտրոպիա: Ադիաբատ պրոցես Ջերմունակությունը տարբեր պրոցեսների դեպքում: Էնտրոպիայի աճի օրենքը: Թերմոդինամիկայի II օրենքը (Թոմսոնի և Կլաուզիուսի ձևակերպումները): Թերմոդինամիկայի III օրենքը (Նեոնստի թեորեմ):

7. Թերմոդինամիկական պոտենցիալներ: Քիմիական պոտենցիալ: Թերմոդինամիկական մեծությունների կախումը մասնիկների թվից: Կապը ջերմունակությունների միջև: Թերմոդինամիկական անհավասարություններ: Թերմոդինամիկական համակարգի կայունության պայմանները: Լե-Շատելյե-Բրաունի սկզբունքը: Ազատ էներգիայի հաշվարկը: Իդեալական գազի թերմոդինամիկական պոտենցիալները:

8. Իրական գազ: Վան-դեր-Վաալսի հավասարումը: Ջուլ-Թոմսոնի երևույթը և գազերի հեղուկացումը: Թերմոդինամիկական մեծությունների կախումը մասնիկների թվից: Քիմիական պոտենցիալ: Ֆազերի հավասարակշռության պայմանները: Անցման ջերմություն: Կլապեյրոն-Կլաուզիուսի հավասարումը: Կրիտիկական կետ: I և II սեռի ֆազային անցումներ:

9. Ֆլուկտուացիաների տեսություն: Փոքր ֆլուկտուացիաներ: Գաուսի բաշխում: Հիմնական թերմոդինամիկական մեծությունների ֆլուկտուացիաները (ջերմաստիճան, ծավալ, ճնշում, մասնիկների թիվ և այլն):

III. ԷԼԵԿՏՐԱԴԻՆԱՄԻԿԱ

1. Էլեկտրաստատիկ դաշտ: Գաուսի թեորեմը: Էլեկտրաստատիկ պոտենցիալ: Սահմանային պայմանները հաղորդիչների մակերևույթի վրա: Էլեկտրաունակություն: Կոնդենսատորներ: Էլեկտրաստատիկ դաշտի էներգիա:

2. Դիէլեկտրիկներն էլեկտրաստատիկ դաշտում: Դիէլեկտրիկների բևեռացումը: Գաուսի թեորեմը դիէլեկտրիկների համար: Բևեռացվելիություն և դիէլեկտրական թափանցելիություն: Էլեկտրական ինդուկցիայի վեկտոր: Սահմանային պայման ինդուկցիայի նորմալ բաղադրիչի համար: Մաքսվելի IV հավասարումը: Դիէլեկտրիկների բևեռացման մեխանիզմները՝ ոչ բևեռային և բևեռային դիէլեկտրիկների բևեռացումը:

3. Հոսանքների փոխազդեցությունը: Բիո-Սավար-Լապլասի օրենքը: Հոսանքի մագնիսական դաշտ: Լորենցի ուժ:

4. Դիա-, պարա-, և ֆեռոմագնիսականություն: Ատոմների մագնիսական հատկությունները: Դիամագնիսականության “դասական” տեսությունը:

5. Էլեկտրամագնիսական մակաձման երևույթը, Ֆարադեյի օրենքը: Լենցի կանոնը: Էլեկտրամագնիսական մակաձման օրենքը դիֆերենցիալ տեսքով: Մաքսվելի II հավասարումը: Հաղորդալարերի ինդուկտիվությունը: Ինդուկտիվություն և փոխադարձ ինդուկտիվություն: Հոսանքի մագնիսական էներգիա: Մագնիսական դաշտի էներգիայի խտություն:

7. Տատանողական կոնտուրի հավասարումը: Ազատ և մարող տատանումները կոնտուրում: Բալիստիկ գավանումներ: Հարկադրական տատանումներ: Ռեզոնանս: Անցումային պրոցեսներ: Ունակային և ինդուկտիվ դիմադրություններ: Օհմի օրենքը փոփոխական հոսանքի շղթայի համար: Կիրխոֆի կանոնները փոփոխական հոսանքի համար: Ինքնատատանումներ:

8. Շեղման հոսանք: Մաքսվելի հավասարումների համակարգն ինտեգրալ և դիֆերենցիալ տեսքով: Լիցքի պահպանման օրենքը: Նյութական հավասարումներ: Սահմանային պայմաններ:

9. Ալիքային հավասարում: Հարթ էլեկտրամագնիսական ալիքներ: Շարժվող կետային լիցքի ճառագայթումը: Գաղափար չերենկովյան, անցումային և արգելակային ճառագայթումների մասին: Գաղափար էլեկտրամագնիսական ալիքի ճնշման և իմպուլսի մասին:

10. Իոնացումը և վերամիավորումը գազերում: Իոնների շարժունություն: Ինքնուրույն և ոչ ինքնուրույն պարպումներ: Էլեկտրոնա-իոնային և իոնային սարքեր, դրանց կիրառությունները:

11. Էլեկտրամագնիսական դաշտի ինվարիանտները:

IV. ՀԱՐԱՔԵՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԱՏՈՒԿ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

1. Լույսի արագությունը և նրա չափման մեթոդները: Ֆիզոյի և Մայքելսոնի փորձերը: Հարաբերականության հատուկ տեսության կանխադրությունները: Լորենցի ձևափոխություններ: Արագությունների գումարման ռելյատիվիստական օրենքը: Ինտերվալ և սեփական ժամանակ: Ֆիզիկական օրենքների ինվարիանտությունը Լորենցի ձևափոխությունների նկատմամբ:
2. Ազատ ռելյատիվիստական մասնիկի Լագրանժի և Համիլտոնի ֆունկցիաները: Ռելյատիվիստական մասնիկի իմպուլս, էներգիա և զանգված: Ռելյատիվիստական մասնիկի շարժման հավասարումը:
3. Քառաչափ պոտենցիալ: Էլեկտրամագնիսական դաշտի թենզոր և դաշտի \vec{E} և \vec{H} լարվածություններ:
4. Քառաչափ հոսանք: Լիցքի պահպանման օրենքը քառաչափ տեսքով:
5. Մաքսվելի հավասարումների ռելյատիվիստական - ինվարիանտ ձևակերպումը: Էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի ձևափոխության օրենքը:
6. Դոպլերի երևույթը:

V. ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱ

1. Ջերմային ճառագայթում: Բացարձակ սև մարմին: Ջերմային ճառագայթման օրենքները /Կիրխիհոֆ, Ստեֆան-Բոլցման/:
2. Բացարձակ սև մարմնի ճառագայթման սպեկտրային խտությունը: Վինի շեղման օրենքը: Քվանտային հիպոթեզ և Պլանկի հաստատուն: Պլանկի բանաձև:
3. Ֆոտոէֆեկտ: Ֆոտոէֆեկտի օրենքները: Էյնշտեյնի բանաձևը և ֆոտոէֆեկտի կարմիր սահմանը:
4. Հարթ և սֆերիկ ալիքներ: Էլեկտրամագնիսական ալիքի հատկությունները (լայնականություն, օրթոգոնալություն և համափուլություն):
5. Լույսի բևեռացում: Լուսային ալիքների էներգիան, հզորությունը: Ալիքների վերադրում: Կանգուն ալիքներ:
6. Ինտերֆերենցիա: Յունգի ինտերֆերաչափ: Տարածական և ժամանակային կոհերենտություն: Լույսի դիֆրակցիայի երևույթը: Ֆրենելի դիֆրակցիան: Դիֆրակցիոն ցանց:
7. Ճառագայթումը և կլանումը ֆիզիկայում: Բալմերի բանաձևը: Սպոնտան և հարկադրական անցումներ: Էյնշտեյնի գործակիցներ: Անհավասարակշիռ ճառագայթում:
8. Երկ-, եռ- և քառամակարդակ համակարգեր: Օպտիկական մոդուլ և բնակեցվածության ինվերսիա: Լույսի ուժեղացում: Օպտիկական քվանտային ուժեղացուցիչներ:
9. Լազերի ինքնագրգռման պայմանը: Լազերային ճառագայթման հատկությունները՝ մոնոքրոմատիկություն, ուղղորդվածություն և կոհերենտություն:
10. Լույսի դիսպերսիա: Լույսի դիսպերսիայի էլեկտրոնային տեսություն: Նորմալ և անոմալ դիսպերսիա:
11. Բևեռացման հարթության պտտումը: Բնական օպտիկական ակտիվություն: Բևեռացման հարթության պտտումը մագնիսական դաշտում: Ֆարադեյի երևույթը:
12. Միջավայրի իզոտրոպությունը և անիզոտրոպությունը: Միառանգք և երկառանգք բյուրեղներ: Լույսի տարածումը միառանգք բյուրեղներում: Երկբեկում: Արհեստական անիզոտրոպություն: Քերի երևույթ:
13. Լույսի բեկման և անդրադարձման երևույթները և նրանց օրենքները: Լույսի բեկման և անդրադարձման էներգետիկական բնութագրերը: Ֆրենելի բանաձևերը: Բրյուստերի օրենք: Լրիվ ներքին անդրադարձման երևույթը: Լուսատարներ:

VI. ԱՏՈՄԱՅԻՆ ՏԻՉԻԿԱ ԵՎ ՔՎԱՆՏԱՅԻՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱ

1. Ատոմի մոլորակային մոդելը: Բորի կանխադրությունները: Ֆրանկի և Հերցի փորձերը: Ատոմի իոնացման էներգիա, նրա պարբերականությունը: Գրգռված ատոմների ճառագայթումը:
2. Ալկալիական մետաղների սպեկտրային օրինաչափություններ: Սպեկտրային գծերի դուպլետականություն: Ուլենբեկի և Գաուդամիթի վարկածը, էլեկտրոնի սպին, սպինային քվանտային թիվ, նրա հնարավոր արժեքները:
3. Էլեկտրոնի ուղեծրային մագնիսական մոմենտ: Բորի մագնետոն: Մագնիսական դիպոլի վարքն անհամասեռ մագնիսական դաշտում՝ Շտերնի և Գերլախի փորձը: Մագնիսական մոմենտների չափման ժամանակակից մեթոդները:
4. Ջեմանի նորմալ երևույթ: Լորենցի տեսությունը և քվանտային տեսությամբ երևույթի մեկնաբանումը, սպեկտրային գծերի բևեռացվածությունը: Ջեմանի անոմալ երևույթ. ուժեղ և թույլ դաշտեր: Լանդեի բազմապատկիչ, այլասերման վերացումը ուժեղ և թույլ դաշտերում:
5. Պաշեն-Բաքի երևույթը: Ատոմների և մոլեկուլների բևեռացվածությունը: Շտարկի երևույթ: Էլեկտրական ռեզոնանս:
6. Ռենտգենյան ճառագայթում: Անընդհատ սպեկտր: Կարճալիքային սահման: Գծային (բնութագրական) սպեկտր, սպեկտրային սերիաներ: Մոզլիի օրենքը:
7. Ռենտգենյան ճառագայթման անցումը նյութական միջավայրով: Ռենտգենյան ճառագայթների կլանման սպեկտրներ: Կոմպտոնի երևույթ:
8. Ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակցիան: Լաուեի և Բրեգի բանաձևերը:
9. Մենդելեևի պարբերական համակարգը և դրա մեկնաբանումն ըստ քվանտային մեխանիկայի: Վիճակների թիվը s , p , d և f վիճակներում: Վիճակների թիվը գլխավոր քվանտային թվի տվյալ արժեքի դեպքում: Բացառություններ $4s-3d$, $5s-4d$ և $6s-5d$ վիճակների համար: Քիմիական տարրերի դասակարգումն ըստ էլեկտրոնային կառուցվածքի (իներտ գազեր, ալկալի մետաղներ, ազնիվ մետաղներ, հալոգեններ, անցումային մետաղներ):
10. Դը Բրոյլի ալիքը, դը Բրոյլի ալիքի երկարությունը: Դևիսոնի և Ջերմերի, Թոմսոնի և Տարտակովսկու փորձերը էլեկտրոնների դիֆրակցիայի վերաբերյալ: Գաղափար ալիքային ֆունկցիայի մասին: Վերադրման սկզբունք:
11. Ալիքային ֆունկցիայի օրթոնորմավորումը: Օպերատորներ, նրանց օգնությամբ միջինների հաշվարկը: Մեփական ֆունկցիաների և սեփական արժեքների պրոբլեմը: Ստանդարտ պայմաններ: Անորոշությունների առնչություններ: Համապատասխանության սկզբունք:
12. Շրյոդինգերի հավասարումը: Միաչափ ներդաշնակ տատանակ, էներգիայի մակարդակները և ալիքային ֆունկցիաները: Մասնիկի անցումը պոտենցիալային արգելքով: Թունելային անցում և վերաբեկյալի անդրադարձում:
13. Ջրածնանման ատոմների էներգիայի մակարդակները և ալիքային ֆունկցիաները: Այլասերում ըստ ուղեծրային ու մագնիսական թվերի և դրա պատճառները: Ջրածնի ատոմի սպեկտրի նուրբ կառուցվածքը, սպին-ուղեծրային փոխազդեցություն:
14. Հելիումանման ատոմների որակական տեսությունը: Պարա- և օրթո-հելիում:
15. Ցրման խնդրի դրվածքը քվանտային մեխանիկայում: Ցրման ամպլիտուդ, ցրման դիֆերենցիալ կտրվածք:
16. Նոյնականության սկզբունք: Միատեսակ մասնիկներից բաղկացած համակարգի ալիքային ֆունկցիայի համաչափությունը և դրա կապը մասնիկների սպինի հետ: Ֆերմիոններ և բոզոններ: Պաուլիի սկզբունք:

VII. ՄԻՋՈՒԿԱՅԻՆ ՏԻՉԻԿՍ

1. Փորձարարական տվյալներ միջուկում էլեկտրոնների գոյության անհնարինության մասին, միջուկի նեյտրոնապրոտոնային կառուցվածքը: Միջուկային ուժերի հատկությունները: π -մեզոնները որպես միջուկային փոխազդեցություն կրող քվանտներ: Միջուկի զանգված և կապի էներգիա, Վայցգեկերի կիսափորձնական բանաձևը: Միջուկի կայունության պայմանները:
2. Միջուկի կաթիլային և անկախ մասնիկային մոդելներ, դրանց առանձնահատկությունները և կիրառման տիրույթները: Միջուկի թաղանթային մոդել: Մոզական թվեր և միջուկների սպինները թաղանթային մոդելում: Ընդհանրացված թաղանթային մոդել, նուկլոնների միամասնիկ և կոլեկտիվ շարժումները:
3. Ռադիոակտիվություն: Միջուկների կայունության պայմանները α -, β -, γ -տրոհումների նկատմամբ: Ռադիոակտիվ տրոհուման վիճակագրական օրենքները: Ռադիոակտիվ տրոհումների շղթաներ, դարավոր հավասարակշռության հավասարում:
4. Ատոմային միջուկների (- ռադիոակտիվություն՝ տրոհման մեխանիզմը, թունելային անցում, (-տրոհման էներգիական սպեկտրը, երկարավազ և նուրբ սպեկտրով (-մասնիկներ: (-ռադիոակտիվություն և էլեկտրոնների k - գրավում: էներգիական սպեկտրի տեսքը: Պահպանման օրենքները (-տրոհումներում և նեյտրինոյի գոյության ապացույցը: Z^0, W^\pm միջանկյալ բոզոնների դերը (-տրոհման մեխանիզմներում: (-ճառագայթում, միջուկներում (-անցումների մուլտիպլությունը, ջոկման կանոններ:
5. Միջուկների ինքնաբերական և հարկադրական բաժանում: Բաժանման մեխանիզմը (ջեմ, կրիտիկական էներգիա, բաժանման հաշվեկշիռ, նեյտրոնների բազմացման գործակից): Շղթայական ռեակցիաներ, արագընթաց և դեկավարվող պրոցեսներ: Ռեակտորներ:
6. Միջուկային ռեակցիաներ: Պահպանման օրենքները ռեակցիաներում: Ռեակցիաների մոդելներ (Բորի, օպտիկական, Գլաուբերի, հեղեղագոլորշացման): Միներալային և տրանսուրանային տարրերի ստացման ռեակցիաներ: Ռեզոնանսային պրոցեսներ՝ Մյուսբաուերի երևույթ, Բրեյթ-Վիզների բանաձևը ռեզոնանսային պրոցեսների համար:
7. Տարրական մասնիկների հիմնական հատկությունները: Լեպտոններ և հադրոններ: Մասնիկներ և հակամասնիկներ: Սեզոնային և բարիոնային մուլտիպլիտներ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Л.Ландау, Е.Лифшиц, Механика, М., Наука, 1973
2. Голдстейн, Классическая механика, М., Наука, 1975.
3. Д.В.Сивухин, Общий курс физики, т.1, М., Наука, 1974.
4. Ա.Աբրահամյան, Մեխանիկայի ֆիզիկական հիմունքները, ԵՊՀ, Երևան, 1997:
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Статистическая физика, ч.1, т.5, М., Наука, 1976.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Статистическая физика, ч.2, (т.9).
7. Сивухин Д.В., Общий курс физики, т.2., Термодинамика и молекулярная физика, М., Наука, 1975.
8. Керзон Хуанг, Статистическая механика, М, Мир, 1966.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Физическая кинетика, т.10, М., Наука, 1979.
10. Александров А.Ф., Богданкевич Л.С., Рухадзе А.А., Основы электродинамики плазмы, М., Высшая школа, 1978.
11. Фе́йнман Р., Статистическая механика, М., Мир, 1975.
12. Չիրակոսյան Ա., Պինդ մարմնի ֆիզիկայի ներածություն, հ. I, Երևան, Հայաստանի հրատ., 1998, հ. II, Երևան, Արտագերսի հրատ., 1999:
13. Тамм И.Е., Теория электричества, М., Наука, 1966.
14. Калашников С.Г., Электричество, М., Наука, 1977.
15. Сивухин Д.В., Курс общей физики, т.3, Электричество, М., Наука, 1977.
16. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Электродинамика сплошных сред, М., Наука, 1982
17. Л.Ландау, Е.Лифшиц, Теория поля, М., Наука, 1973
18. Д.В.Сивухин, Общий курс физики, т.3, М., Наука, 1986
19. С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин. Физическая оптика. Изд. Московского университета, М: 2004.
20. Е. И. Бутиков. Оптика, М. Высшая школа, 2003.
21. Калитеевский Н. И. Волновая оптика: Учеб. пособие для вузов. — 5-е изд., М.: Высш. шк., 2007.
22. Л. В. Тарасов. Введение в квантовую оптику. М: Высшая школа, 1987.
23. Э. Вихман. Берклиевский курс физики, т. 4, Квантовая физика, М: Наука, 1974.
24. С. К. Стафеев, К. К. Боярский, Г. Л. Башнина. Основы оптики. Питер, М. 2006.
25. Л. Ландау, Е. Лифшиц, Квантовая механика, М., Наука, 1974
26. Шпольский, Атомная физика, т.1, М., Наука, 1982
27. Д.В.Сивухин, Общий курс физики, т.5, М., Наука, 1986
28. Գ.Սահակյան, Է.Չուբարյան, Քվանտային մեխանիկա, Երևան, Լույս, 1972
29. Шпольский Э.В. Атомная физика, т.1, М., Наука, 1982.

30. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т.5, ч.1, Атомная и ядерная физика, М., Наука,1986.
31. Добрецов Л.Н. Атомная физика, М., Физматгиз, 1960.
32. Вихман Э. Берклевский курс физики, т. 4, Квантовая физика, М., Наука, 1974.
33. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика, тт. 1 и 2, М., Энергоатомиздат, 1983.
34. Широков Ю.М., Юдин Н.И. Ядерная физика, М., Наука, 1980.
35. Фрауэнфельдер Г., Хенли Э. Субатомная физика, М., Мир, 1979.
36. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц, М., Наука, 1988.
37. Хелзен Ф., Мартин А. Кварки и лептоны, М., Мир, 1987.
38. Клоуз Ф. Кварки и глюоны, М., Мир, 1982.
39. Фелд Б.Т. Модели элементарных частиц, М., Мир, 1971.