

ՄԻԿՐՈԱՇԽԱՐՀՈՒՄ ՏԱՐԱԾՈՒԹՅԱՆ ՈՒ ԺԱՄԱՆԱԿԻ ՔՎԱՆՏԱՑՄԱՆ
ՊՐՈՐԱՆՄԻ ՄԱՍԻՆ

2. 2. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

Տարածության ու ժամանակի քվանտացման պրոբլեմը ծագել է էլեկտրոնի էներգիայի (մասսայի) անսահման մեծանալու հետ կապված դժվարությունների հետևանքով: Էլեկտրոնի էներգիայի էլեկտրադինամիկական հաշվումները լոկալ (կետի) վիճակում հասնում են անսահմանության, որը ֆիզիկական իմաստ չունի: Էներգիայի (մասսայի) անսահման մեծացումը վերացնելու համար մտցվել է, այսպես կոչված, վերանորմավորման գաղափարը (հաշվումների ժամանակ անտեսվում է մասնիկի լրացուցիչ էներգիան): Նշված դժվարություններից առաջացան նաև տարածության ու ժամանակի քվանտացման և տարածության ու ժամանակի նվազագույն բաժինը (քվանտը) գտնելու հարցերը:

1930 թ. վ. Համբարձումյանը և է. Իվանենկոն առաջ քաշեցին այն վարկածը, որ էլեկտրոնի ինքնագործունեությունը անսահման մեծացնող էներգիան կարելի է հասցնել վերջավորի, եթե ընդունենք, որ տարածությունն ու ժամանակը ընդհատ են¹:

Սնայգերը 1947 թ. անդրադարձավ տարածության ու ժամանակի քվանտացմանը և գտավ, որ դրանց կոորդինատները կարող են ընդունել միայն դիսկրետ արժեքներ $(x, y, z + 10)$, որտեղ 10 -ն ինչ-որ էլեմենտար երկարություն է, որի դեպքում հնարավոր չէ միանգամից (միասին) որոշել մասնիկի երեք կոորդինատները: Մի կոորդինատի (x) ճիշտ հաշվումը խանգարում է մյուսների (y, z) ճիշտ հաշվելուն: Նմանապես ճշտությամբ չի կարելի հաշվել ժամանակը երեք կոորդինատներում միաժամանակ²:

1959 թ. Կոիշը և Շապիրոն առաջ քաշեցին տարածության և ժամանակի վերջավոր լինելու գաղափարը, ըստ որի՝ դրանք կազմված են բազմաթիվ բայց վերջավոր թվով կետերից: Այդ հիպոթեզի մեջ անսահմանության գաղափարը բացակայում է, քանի որ բոլոր ինտեգրալները վեր են ածվում վերջավոր գումարի³: Կոիշի և Շապիրոյի հիպոթեզի համաձայն, տարածությունը դիտվում է նվազագույն՝ 10^{-13} սմ երկարությամբ մաքուր ընդհատություն:

Հեյզենբերգը և նրա հետևորդները նույնպես գտնում են, որ տարածության նվազագույն երկարությունը տարածության քվանտն է՝ բնության կարևոր հատկությունը: Հեյզենբերգը զարգացնում է ունիվերսալ երկարության գաղափարը և c (լույսի արագություն) h (Պլանկի հաստատուն) ունիվերսալների հետ առանձնացնում նաև երկարության ունիվերսալը՝ քվանտը (10^{-13}) :

¹ V. Ambartzumian und D. D. Iwanenko, Zur Frage nach Verweildung der unendlichen Selbstzurückwerkung der Elektrons, „Zeitschrift für Physik“, B., 64, 1930, S. 533.

² «Философские проблемы физики и элементарных частиц», М., 1963, стр. 140.

³ Шапиро, О квантовании пространства, М., 1963, стр. 169.

Հեյզենբերգի կարծիքով՝ ունիվերսալ երկարություն մտցնելով հնարավոր կլինի հաղթահարել քվանտային էլեկտրադինամիկայում գոյություն ունեցող հակասությունը: Նա փորձում է այդ ունիվերսալ (10^{-13} սմ) երկարությունը ստանալ ալիքալին դաշտի քվանտային տեսության հիմնական դրույթներից, նկատի ունենալով, որ այդ տեսությունը կազմելու է ապագա միկրոմասնիկների տեսության մասը: Հեյզենբերգին չափազանց հավանական է թվում, որ միկրոկոսմիկական մասշտաբներով տարածությունը դիսկրետ է⁴:

Մարիսը և Ֆարադորը առաջ քաշեցին այն կարծիքը, որ միկրոտարածությունն ունի հատկային կառուցվածք, որի մեջ չափումը տալիս է ինչ-որ երկարություն:

Բազմաթիվ օրինակներով և տեսականորեն հաստատվել է, որ փորձերում դիտվող ամենափոքր երկարությունը 10^{-13} սմ է, իսկ տեղությունը՝ 10^{-23} վրկ սակայն մասնիկների կառուցվածքի հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ կարող են գոյություն ունենալ երկարության և տեղության նշված մեծություններից ավելի փոքր մեծություններ: Օրինակ, Մարկովը գտնում է, որ այդպիսի երկարությունը կարող է լինել 10^{-17} սմ, իսկ եթե հաշվի առնենք էլեկտրոնի զրավիտացիոն շառավիղը, ապա այն կարող է դառնալ 10^{-58} սմ⁵:

Վերը նշված տեսակետներից պարզ չէ, թե նվազագույն տարածությունն ու ժամանակը ինչին են վերաբերում՝ միկրոմասնիկին, նրա տեղին (կոորդինատներին), թե՞ միկրոմասնիկների միջև փոխազդեցության հեռավորությանն ու տեղությունը: Բոլոր տեսակետներն իրար նման են, քանի որ նրանցում առաջ են քաշվում մի կողմից միկրոաշխարհում տարածության ու ժամանակի դիսկրետության, մյուս կողմից՝ նվազագույն տարածության ու ժամանակի գոյության հարցերը: Դրանք, ըստ էության, իրարից տարբերվում են միայն մեկնաբանություններով:

Միկրոաշխարհի և տիեզերքի օբյեկտներն ինքնուրույն, իրարից տարբեր մատերիական ձևեր են: Որպես այդպիսին, նրանք տարբերվում են տարածության ու ժամանակի հատկություններով՝ տարածականությամբ, ժավալով, սահմանով, մակերեսով և այլն: Մատերիան տրոհված է, բաժանված մեծ ու փոքր մատերիական անսահման ձևերի, կազմելով մակրոաշխարհն ու տիեզերքը, որոնց օբյեկտները, մեկը մյուսից բաժանված լինելով, բացարձակ իմաստով մեկուսացած չեն: Իրականության մեջ մեկուսացած օբյեկտներ չկան: Նրանք բազմաթիվ ձևերով կապված են իրար հետ կամ որպես համակարգի կառուցվածքի տարրեր, կամ փոխազդում են իրար վրա՝ չմանելով մեկը մյուսի մեջ: Այս ընդհանուր կապակցությունը կազմում է մատերիայի անընդհատությունը: Օբյեկտների միջև ընդհատություն առաջանում է այն բանի հետևանքով, որ նրանք իրարից բաժանվում են հատվածներով (հեռավորություններով), իսկ հատվածներով բաժանվել չեն կարող, եթե որակապես տարրեր, սահմանափակված, կոնկրետացած ու ձևավորված չլինեն: Հատվածն ընդհատության բնորոշ հատկությունն է: Այն կամ օբյեկտների միջև եղած հեռավորությունն իմաստ է ստանում երկու օբյեկտների առկայության դեպքում միայն: Ամեն մի օբյեկտ կարող է տարբեր մեծությամբ հատվածներով բաժանվել այլ օբյեկտներից: Այսպես, երկու օբյեկտ առաջացնում են հատված կամ գտնվում են իրարից որոշ հեռավորության վրա: Հատվածը երկու օբյեկտների

⁴ В. Гейзенберг, Нелинейные квантовые поля, М., 1959, стр. 31.

⁵ М. А. Марков, Гипероны и к-мезоны, М., 1958, стр. 316.

միջոցով հերոսը օբյեկտի (ինչպես նաև գրավիտացիոն, էլեկտրամագնիսական և այլ դաշտերի) տրոհված, բաժանված բաժինն է: Ընդհատությունն առաջանում է այն ժամանակ երբ օբյեկտների միջոցով անընդհատությունը խզվում է, տրոհվում, սակայն այդ դեպքում էլ անընդհատության հետ միասին անխզելիորեն գոյություն ունի նաև ընդհատությունը: Եթե օբյեկտները մի կողմից իրարից բաժանված են նյութական հատկություններով (խտություն, հարաբերական անթափանցելիություն, դադարի մասսա, էներգիա և այլն), ապա մյուս կողմից՝ կապված են դաշտերով: Այս դեպքում նրանք հանդես են գալիս որպես ընդհատություն և դառնում են համաշխարհային անընդհատության տարրերը:

Ելնելով խնդրի պահանջներից, մարդ մի դեպքում վերանում է իրականության անընդհատությունից, ուշադրությունը կենտրոնացնում ընդհատության վրա, մի այլ դեպքում՝ հակառակը:

Մակրոաշխարհի և տիեզերքի տրոհվածությունը տրոհում է առաջացնում նաև տարածության ու ժամանակի հատկությունների միջև, իսկ նրանց օբյեկտների ընդհատությունն առաջացնում է տարածության ու ժամանակի անընդհատություն: Ուստի տարածության ու ժամանակի հատկությունների ընդհատությունն ու անընդհատությունը առանց մատերիական ձևերի ընդհատության ու անընդհատության չեն առաջանում և առանց գոյություն չունեն:

Տարածությունն ու ժամանակը որպես մատերիայի ատրիբուտներ դրսևավորվում են մատերիական օբյեկտների մեջ ոչ թե որպես տարածություն ու ժամանակ, այլ իրենց տարածականությամբ, ծավալով, սահմանով, ձևով և այլն: Օբյեկտներն օժտված են տարածության ու ժամանակի հատկություններով: Այսպիսով, մատերիան ունի տարածություն ու ժամանակ, իսկ նրա ձևվերն օժտված են տարածության ու ժամանակի բազմաթիվ հատկություններով:

Միկրոաշխարհը մատերիայի կառուցվածքի մի մակարդակ է, որտեղ գործում են նրան հատուկ օրենքներ, կան յուրատեսակ շարժումներ: Այդ աշխարհին նույնպես հատուկ են ընդհատությունն ու անընդհատությունը, որոնք դրսևորվում են նաև տարածության ու ժամանակի ընդհատության հատկությունների ձևով:

Միկրոաշխարհում ընդհատությունն ու անընդհատությունը առաջանում են էլեկտրոնների, պրոտոնների, նեյտրոնների և այլ տարրական մասնիկների որոշակիությամբ, անհատականությամբ, կառուցվածքով: Միկրոմասնիկները, որպես որոշակիություններ, օժտված են տարածականությամբ, ծավալով, տեղությունամբ և այլն: Այսպիսով, մասնիկների մեջ բյուրեղացած են տարածության ու ժամանակի հատկությունները: Միկրոօբյեկտները անխզելիորեն կապված են, որը առաջանում է դաշտերի և մասնիկների փոխազդեցության հետևանքով: Մասնիկների անընդհատ կապի շնորհիվ առաջանում է նաև տարածության ու ժամանակի հատկությունը՝ անընդհատությունը:

Այսպիսով, տարրական մասնիկների մեջ տարածության ու ժամանակի հատկությունները բյուրեղացած և դրսևորված են որպես նրանց յուրատեսակ հատկություններ: Անշուշտ, տարածության ու ժամանակի հատկությունների դրսևորումները մակրո և միկրո աշխարհներում ունեն միանգամայն այլ բնույթ, որոնց երեք չի կարելի նույնացնել: Նրանց առանձնահատկությունները պայմանավորված են այդ աշխարհների օբյեկտների կառուցվածքով, ալիքային ու կորպուսկուլյար և այլ հատկություններով:

Ինչպես մակրոաշխարհում, այնպես էլ միկրոաշխարհում օբյեկտների անընդհատության շնորհիվ դիսկրետ են դառնում ոչ թե տարածությունն ու ժամանակը, այլ դրանց հատկությունները: Դրանք, որպես մատերիայի գոյության ձևեր, բնորոշում են մատերիան ամբողջությամբ: Այսպիսով, տարածությունն ու ժամանակը լինելով մատերիայի ատրիբուտներ, չեն կարող բաժանվել. բաժանվում են մատերիական օբյեկտների հետ կապված նրանց հատկությունները՝ տարածականությունը և տեղությունը: Միկրոաշխարհում այժմ բարձրացվել է տարածության ու ժամանակի «քվանտացման» պրոբլեմը և տարածության ու ժամանակի նվազագույն քվանտի գոյության ու այն գրտնելու հարցը:

Ֆիզիկայում քվանտ ասելով հասկացվում է էներգիայի նվազագույն բաժին: Նույն ձևով տարածությունն ու ժամանակը կարող են քվանտանալ. կարծում ենք, որ ոչ, նկատի ունենալով, որ նրանք հանդիսանում են մատերիայի ատրիբուտներ: Խոսքը վերաբերում է տարածության ու ժամանակի հատկությունների տրոհվածությանը և բաժանվածությանը, որոնք անխզելիորեն կապված են մատերիական օբյեկտների հետ: Տարածության ու ժամանակի հատկությունների տրոհվածության հետ կապված է դրանց նվազագույն հատիկի՝ քվանտի խնդիրը: Սրան զուգընթաց առաջ է գալիս մի այլ հարց. այն է՝ դրանց հատիկայնությունը պետք է վերագրել տարրական մասնիկին, մասնիկի զբաղեցրած տեղին, թե՞ մասնիկների միջև եղած հատվածին: Այս հարցի ճիշտ լուծման համար պետք է նկատի ունենալ, որ դրանք, ինչպես ասացինք, անխզելիորեն կապված են որևէ օբյեկտի հետ որպես նրանց կրողի: Առանց մատերիական օբյեկտի չի կարող լինել ո՛չ տարածականություն, ո՛չ ժամանակ, ո՛չ տեղություն. ուստի, խոսք չի կարող լինել նաև դրանց նվազագույն բաժինների մասին:

Տարածականությունը օբյեկտը բնորոշում է դրանց տարածվածության, կառուցվածքի ծավալի առումով, իսկ տեղությունը՝ պրոցես լինելու: Տարածականության ու տարբեր տեղություն բաժինները՝ հատիկները չեն կարող լինել ո՛չ վերացական, ո՛չ էլ մասնատիկական. դրանք միանգամայն ռեալ օբյեկտների հատկություններ են: Այս իմաստով պետք է ընթանա նվազագույն տեղություն ու տարածականության որոնումը: Տարրական երկարության գոյությունը կարող է հիմնավորվել սոսկ տարրական մասնիկների կառուցվածքով⁶:

Անորոշության սկզբունքի համաձայն, տարրական մասնիկները միաժամանակ չունեն ճիշտ կոորդինատներ և իմպուլս, այսինքն՝ հնարավոր չէ միաժամանակ ճշտությամբ որոշել մասնիկի թե՛ տեղը և թե՛ իմպուլսը: Մասնիկների նշված հատկությունների անորոշության պատճառը նրանց ալիք-կորպուսկուլ բնույթն է, որը հնարավորություն չի տալիս միևնույն տեղում միաժամանակ ճիշտ որոշելու ի՞նչ կոորդինատները և իմպուլսը: Հասկանալի է, որ հարցը չի վերաբերում մասնիկի տարածականության ու տեղության միասնությանը, այլ՝ տեղը և իմպուլսը միաժամանակ ճիշտ որոշելուն: Մասնիկը այլ օբյեկտի տարածականության մեջ իր տարածականությունը համապատասխան առաջացնում է տեղ: Ուստի, մասնիկի միջոցով առաջացած տեղը և ինքը մասնիկը (որ գտնվում է այդ տեղում) որոշվում են նույն կոորդինատ-

⁶ В. И. Свидерский, Конечность и бесконечность, М., 1966, стр. 151.

ներով: Տեղը և մասնիկը իրենց տարածականությունը համընկնում են: Տեղը դոյություն ունի այնքան ժամանակ, որքան մասնիկը գտնվում է այդ տեղում: Մասնիկի տեղափոխությունը այդ տեղը վերանում է և առաջանում է նորը: Այսպիսով, մասնիկը ընդհատ է դարձնում նաև օբյեկտների տարածականությունը, որի մեջ ինքը գտնվում է, և միաժամանակ առաջացնում տեղի տեղությունը: Եթե դիտությունը հաջողվի գտնել նվազագույն տարրական օբյեկտը, ապա կգտնվի նաև նվազագույն տեղը: Միկրոաշխարհում հայտնի 10^{-13} սմ և 10^{-23} վրկ. մեծությունները վերաբերում են մասնիկների միջև փոխազդեցության հատվածին (հեռավորությունը) և փոխազդեցության տեղությունը:

Հատվածն առաջանում է այն ժամանակ, երբ առկա են երկու մատերիական օբյեկտներ, այսինքն՝ երբ օբյեկտները բաժանում են երրորդ օբյեկտը, որի մեջ նրանք գտնվում են: Երրորդ օբյեկտի տարածականության այն մասը, որը տրոհվում է երկու օբյեկտների միջոցով, կազմում է նրանց միջև եղած հեռավորությունը կամ հատվածը: Այդ հատվածի մեծությունը կախված է նրանց փոխազդեցությունից, փոխկապակցությունից և այլ կապերից: Հատվածն օբյեկտների բնույթից կախված ֆունկցիա է: Նրա տեղությունն այնքան է, որքան հատվածն առաջացնող օբյեկտները գոյություն ունեն, գտնվում են իրար կողքի, փոխազդում են իրար վրա կամ ինչ-որ ձևով կապված են միմյանց հետ: Եթե նրանցից մեկը ոչնչանում է, ապա վերանում է ինչպես հատվածը, այնպես էլ նրա հետ կապված տեղությունը: Քանի որ հատվածի և նրա տեղության միջև գոյություն ունի անխզելի կապ, ապա հատվածը գոյություն ունի հենց այդ տեղությունում: Մատերիական հատվածն ունի նաև մի այլ տեղություն: Դա այն օբյեկտի տեղությունն է, որին հատվածը պատկանում է և որն ավելի մեծ է հատվածի տեղությունից: Եթե այդ օբյեկտը չլինի, հասկանալի է, հատվածն առաջանալ չէր կարող, չէր առաջանա նաև հատվածի տեղությունը: Այսպես, օրինակ, երկրագունդն ունի իր գոյության տեղությունը: Հատվածը հանդիսանում է մատերիական օբյեկտի բաժինը, ուստի՝ նրա տարածականության տարրը:

Օբյեկտներում գոյություն ունեն նաև միկրոօբյեկտները, հետևաբար դրանք այդ օբյեկտները բաժանում են հատվածների: Օրինակ՝ նեյտրոնները ու պրոտոնները կազմելով ատոմի միջուկը, որը դրանցից տարրեր օբյեկտ է, այն տրոհում են հատվածների: Այդ հատվածները գոյություն ունեն այնքան ժամանակ, որքան գոյություն ունեն այդ հատվածն առաջացնող մասնիկները: Եթե միջուկից հեռանում է որևէ մասնիկ, ապա վերանում են այն հատվածները, որոնք առաջացել են այդ և մյուս մասնիկների միջոցով: Մասնիկների միջև առաջացած հատվածն ունի իր տեղությունը, որն անխզելիորեն կապված է հատվածի հետ: Նրա վերանալու հետ միասին վերանում է նաև վերջինիս տեղությունը: Բայց քանի որ հատվածը ատոմի միջուկի մասն է, ուստի այն ունի վերջինիս գոյության տեղությունը:

Այսպիսով, հատվածներն ու տեղություններն առաջանում և վերանում են, իսկ միջուկը և նրա գոյության տեղությունը՝ մնում:

Միջուկի մասնիկների միջև փոխազդեցության հեռավորությունն է 10^{-13} սմ, իսկ փոխազդման տեղությունը 10^{-23} վրկ.: Առաջին մեծությունը բնութագրում է մասնիկների փոխազդեցության հեռավորությունը, իսկ երկրորդը՝ տեղությունը: Այսինքն՝ այդ դեպքում նույնիսկ կլանում և արձակում են վիրտուալ պի-մեզոններ:

Միկրոաշխարհում հաստատվել են փոխազդեցության երեք տեսակներ, որոնք իրարից տարբերվում են փոխազդեցության տեղողությամբ: Հասկանալի է, որ դրանց էլ համապատասխանում են հատվածներ, որոնց մեջ ընթանում են պրոցեսները: Փոխազդեցության ճշված տեսակները հաստատում են մի կողմից մասնիկների ընդհատվածությունը, մյուս կողմից՝ պրոցեսների: Հետևաբար, տարածականության ու տեղողության հատկությունների ընդհատվածությունը գտնվում է փոխադարձ անխզելի կապի մեջ:

ПРОБЛЕМА КВАНТОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ В МИКРОМИРЕ

Г. А. СААҚЯՆ

Резюме

Возникновение проблемы квантования пространства и времени в микромире в теории элементарных частиц связано с трудностями безграничного увеличения энергии электрона.

Как в макромире, так и в микромире благодаря дискретности материальных объектов дискретными становятся также свойства пространства и времени (но не пространство и время как атрибуты материи).

С дискретностью пространства и времени (протяженность и длительность) связан вопрос нахождения их элементарных квантов, которые неразрывно связаны с материальным объектом.

Кванты протяженности и длительности не могут существовать без материального носителя. Следовательно, обнаружение квантов повлечет за собой нахождение материального носителя и обратно.