

4. *А. П. Прудников, Ю. А. Брычов, О. И. Марицев*, Интегралы и ряды // М., Наука, 1981
 5. *А. В. Астахов*, Курс физики -1 // Наука, М., 1977

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

К. И. Караханян

В классической механике состояние системы частиц описывается их радиус-векторами и скоростями в заданный момент времени. В работе отмечается, что все величины, характеризующие свойства любой системы частиц, являются функциями состояния, т.е. зависят от положений и скоростей этих частиц. Такими величинами являются ускорение, сила и импульс.

DEFINITION OF THE STATE OF THE MECHANICAL SYSTEM

K. I. Gharakhanyan

In the classical mechanics the state of the system of parts is defined by their radius-vector and speed at the given moment of time. In this work it is mentioned that all the quantities, characterizing the peculiarities of any system of parts, are considered to be functions of state, that is to say, they depend on the position and speed of these parts. Such quantities are said to be acceleration, force and impulse.

ՀԻՄՆԱՐԱՐ ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՄԻՋՆՈՐԴՆԵՐԸ

Կ. Ի. ՂԱՐԱԽԱՆՅԱՆ

*Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու,
 ԳԴՀ պրոֆեսոր*

Բոլոր տիպի փոխազդեցությունները, տարրական մասնիկների միջև, ժամանակակից ֆիզիկայում դասվում են հետևյալ չորս տիպի փոխազդեցությունների շարքում՝ գրավիտացիոն կամ ձգողական, էլեկտրամագնիսական, ուժեղ կամ միջուկային և թույլ, որոնք կոչվում են հիմնարար:

Գրավիտացիոն փոխազդեցությունը գործում է բնության մեջ գտնվող բոլոր մասնիկների միջև: Այն նկարագրվում է Նյուտոնի տիեզերական ձգողության օրենքով՝

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1)$$

Այստեղ F -ը ձգողական ուժն է m_1 և m_2 զանգվածներով նյութական կետերի միջև, որոնք իրարից գտնվում են r հեռավորության վրա: $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Նմ}^2/\text{կգ}^2$

գրավիտացիոն հաստատունն է: Ամենամեծ հեռավորությունը, որի սահմաններում գործում է այս փոխազդեցությունը, կոչվում է գործողության շառավիղ: Գրավիտացիոն փոխազդեցության համար այդ շառավիղը՝ $r = \infty$: « $r = \infty$ » նշանակում է, որ այդ փոխազդեցությունը գործում է նաև անսահման մեծ հեռավորությունների դեպքում: Այս ուժերով է պայմանավորված տիեզերքի գոյությունը, իսկ տարրական մասնիկների աշխարհում, շատ թույլ լինելու պատճառով, դրանք էական դեր չեն կատարում:

Էլեկտրամագնիսական փոխազդեցությունը հանդես է գալիս միայն լիցքավորված մասնիկների միջև: Նրա դրսևորման ամենահայտնի օրենքը Կուլոնի օրենքն է՝

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (2)$$

Այստեղ F -ը փոխազդեցության ուժն է q_1 և q_2 լիցքերի միջև, որոնք իրարից գտնվում են r հեռավորության վրա, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ ֆ/մ մեծությունը կոչվում է էլեկտրական հաստատուն:

Այս փոխազդեցությամբ է պայմանավորված ինչպես առանձին ատոմների, այնպես էլ մակրոսկոպիկ մարմինների գոյությունը: Նրա գործողության շառավիղը նույնպես անսահման մեծ է՝ $r = \infty$:

Ուժեղ փոխազդեցությունը հանդես է գալիս հադրոնների միջև, որոնց թվին են պատկանում միջուկային մասնիկները՝ դրանցով պայմանավորված միջուկային ուժերի առաջացումը, որոնց գործողության շառավիղը որոշվում է միջուկի շառավիղով 10^{-15} մ: Այդ պաճառով էլ հանդիսանում են կաճազդու ուժեր:

Թույլ փոխազդեցությունը հանդես է գալիս միջուկների, տարրական մասնիկների տրոհման (փոխակերպման) դեպքերում: Այն հատուկ է բոլոր մասնիկներին, բացի ֆոտոնից: Նրա գործողության շառավիղը՝ $r \approx 10^{-18}$ մ: Այս փոխազդեցությամբ է պայմանավորված նեյտրոնի և մի շարք ատոմների միջուկների՝ J – տրոհումը, ինչպես նաև տարրական մասնիկների միջև տեղի ունեցող ռեակցիաներն ու փոխակերպումները:

Այս փոխազդեցություններից ամենաթույլը գրավիտացիոնն է. այն թույլ է ուժեղ փոխազդեցություններից 10^{40} , էլեկտրամագնիսականից՝ 10^{37} , իսկ թույլից՝ 10^{25} անգամ:

Փոխազդեցությունների գործողության շառավիղների արժեքներից հետևում է, որ մակրոաշխարհում գործում են միայն գրավիտացիոն և էլեկտրամագնիսական փոխազդեցությունները: Ելնելով մակրոաշխարհում էլեկտրամագնիսական փոխազդեցության կարևոր դերից, այն քննարկենք ավելի մանրամասն:

Էլեկտրամագնիսական դաշտի հասկացությունը ֆիզիկայում մտցվել է Ֆարադեյի (1791-1867) և Մաքսվելի (1831-1879) կողմից՝ էլեկտրական և մագնիսական ուժերի ազդեցության մեխանիզմը բացատրելու համար: 1785թ. Կուլոնը, Նյուտոնի տիեզերական ձգողության օրենքի (1667թ.) անմիջական ազդեցության տակ, սահմանել է էլեկտրական լիցքերի փոխազդեցության (2) օրենքը: Սակայն տիեզերական ձգողության և Կուլոնի օրենքների հայտնագործումով չբացատրվեց, թե ինչ մեխանիզմով են փոխազդում մարմինները հեռավորու-

թյան վրա, այսինքն՝ ինչպես է ուժը փոխանցվում մեկ մարմնից (լիցքից) մյուսին:

Տիեզերական ծգողության օրենքի երևան գալուց հետո գոյություն ունեւ հեռավորության վրա փոխազդեցության մեխանիզմը բացատրելու երկու սկզբունք՝ հեռազդեցության և մոտազդեցության: Հեռազդեցության սկզբունքի համաձայն՝ ազդեցությունը հեռավորության վրա տեղի է ունեւում անմիջականորեն դատարկության միջոցով. մարմինները «ունակ» են անմիջականորեն «զգալու» միմյանց ներկայությունը: Դա նշանակում է, որ տարածության տվյալ կետում գտնվող որևէ մարմին նույն ակնթարթում ազդում է տարածության այլ կետում գտնվող այլ մարմնի վրա:

Մոտազդեցության սկզբունքի համաձայն՝ փոխազդեցությունը հեռավորության վրա տեղի է ունեւում միջանկյալ ագենտի՝ դաշտի միջոցով: Երկու լիցքերի կուլոնյան փոխազդեցությունը, համաձայն այդ սկզբունքի, բացատրվում է այսպես. առաջին լիցքը ստեղծում է էլեկտրական դաշտ, իսկ երկրորդ լիցքը մտնում է փոխազդեցության մեջ այդ դաշտի հետ որոշակի ուժով: Այլ խոսքով՝ դաշտը այստեղ կատարում է միջնորդի դեր այդ լիցքերի միջև՝ ազդեցությունը մեկ լիցքից հաղորդելով մյուսին:

Եվ այսպես, ամեն մի էլեկտրական լիցքի շուրջը գոյություն ունի իր էլեկտրական դաշտը:

Դաշտը հանդես է գալիս որպես մատերիայի ինքնուրույն ձև, դա նշանակում է, որ դաշտն ստեղծող լիցքի չեզոքացնելուց հետո դաշտը միանգամից չի վերանում, այլ ինքնուրույն ձևով պահպանում է իր գոյությունը՝ տարածվելով տարածության մեջ վերջավոր արագությամբ: Մեկ լիցքի դաշտը գոյություն ունի՝ անկախ այն բանից՝ գոյություն ունի արդյոք մյուս լիցքը, թե ոչ: Դաշտն օժտված է էներգիայով և այն պատկանում է դաշտին և ոչ թե լիցքին:

Դաշտի հասկացությունը պարզաբանելուց հետո էլեկտրական լիցքը կարելի է սահմանել որպես մարմինների էլեկտրական դաշտ ստեղծելու բնութագիր:

Ֆիզիկայի զարգացմանը զուգընթաց փոխվեց պատկերացումը ազդեցության և, հետևաբար, «էլեկտրական լիցք» հասկացության վերաբերյալ: Երկու ազատ և անշարժ լիցքերի փոխազդեցությունը ժամանակակից ֆիզիկայի պատկերացմամբ տեղի է ունեւում այդ լիցքերի միջև, այսպես կոչված, վիրտուալ մասնիկների փոխանակման միջոցով: Համաձայն այս տեսության, ամեն մի լիցք ճառագայթում է ինչ-որ մասնիկ, որը կլանվում է մյուսի կողմից և այդ եղանակով առաջանում է փոխազդեցությունը այդ լիցքերի միջև: Այս դեպքում կարելի է պատկերացնել, որ լիցքերն իրար հետ վոլտեյոլ են խաղում, իսկ զնդակի դերը կատարում է վիրտուալ մասնիկը:

Իրոք, պատկերացմենք երկու երեխաների, որոնք վոլտեյոլ են խաղում: Խաղի ընթացքում նրանք զնդակը փոխանցում են իրար, ինչը ստիպում է երեխաներին գնտվելու իրարից որոշակի հեռավորությունների վրա՝ առաջացնելով յուրատեսակ փոխազդեցություն նրանց միջև:

Ֆիզիկայում վիրտուալ են անվանում այն պրոցեսները, որոնք հնարավոր չէ դիտել փորձերի ընթացքում՝ ի տարբերություն իրականների, որոնք դիտելի են և որոնց դեպքում տեղի է ունեւում էներգիայի պահպանման օրենքը: Վիրտուալ պրոցեսների դեպքում էներգիան չի պահպանվում: Որպես օրինակ՝ դիտարկենք բերված երկու անշարժ և ազատ լիցքերի փոխազդեցության օրինակը: Երբ

լիցքն անշարժ է, նրա կիներտիկ էներգիան զրո է: Սակայն նա ճառագայթում է վիրտուալ մասնիկ՝ առանց դրսից էներգիա ստանալու, որն անհրաժեշտ է այդ մասնիկի առաջացման համար: Ուրեմն՝ այս հակասեց էներգիայի պահպանման օրենքին: Նույն հակասությունն է տեղի ունենում նաև հակառակ պրոցեսի դեպքում. մյուս ազատ և անշարժ լիցքը կլանում է վիրտուալ մասնիկի և նորից մնում անշարժ:

Փոխանակվող մասնիկները կոչվում են դաշտի քվանտներ: Էլեկտրամագնիսական (մասնավորապես՝ անշարժ լիցքերի) փոխազդեցության դեպքում այդ մասնիկները լույսի քվանտներն են՝ ֆոտոնները: «Առաջին լիցքը ստեղծում է էլեկտրական դաշտ» արտահայտությունը այս դեպքում փոխարինվում է «լիցքը ճառագայթում է վիրտուալ ֆոտոն» արտահայտությամբ:

Հայտնի է, որ ինչքան մեծ է էլեկտրական լիցքը, այնքան ուժեղ է նրա ազդեցությունը շրջապատի լիցքավորված մասնիկների վրա: Ժամանակակից ֆիզիկայի՝ քվանտային ֆիզիկայի տեսանկյունից դա նշանակում է, որ շատ ֆոտոններ են արձակվում տվյալ լիցքից բոլոր կողմերի վրա. ուրեմն էլեկտրական լիցքը լիցքավորված մասնիկների՝ վիրտուալ ֆոտոնների արձակման կամ կլանման ինտենսիվության չափն է:

Այսպիսով, էլեկտրական լիցքը սահմանվեց մի դեպքում որպես լիցքավորված մարմինների էլեկտրական դաշտ ստեղծելու, իսկ մյուս դեպքում՝ որպես նրանց վիրտուալ ֆոտոններ արձակելու հատկանշական բնութագիր:

Ներկա ժամանակաշրջանում «Ի՞նչ է ներկայացնում էլեկտրական լիցքը» հարցին ոչ ոք չի կարող տալ սպառիչ պատասխան: Հայտնի է միայն, որ էլեկտրական լիցքը անմիջականորեն կապված է որոշ տարրական, առաջմ մեզ անհայտ կառուցվածքի հետ: «Էլեկտրական լիցք» հասկացության իմաստի պարզաբանումը կապված է մի շարք հարցերի պատասխաններից՝ ինչու՞ են լիցքավորված միայն որոշակի տարրական մասնիկներ, ինչու՞ բնության մեջ ազատ վիճակում գոյություն չունի տարրական լիցքից փոքր լիցք և այլն:

Հաստատված է, որ ամեն մի փոխազդեցության դեպքում հանդես են գալիս քվանտ միջնորդները. գրավիտոնները՝ գրավիտացիոն փոխազդեցության դեպքում, π -մեզոնները (պիոնները)՝ ուժեղ կամ միջուկային փոխազդեցության դեպքում, միջանկյալ բոզոնները (W^+ , W^- , Z^0)՝ թույլ փոխազդեցության դեպքում: Այս մասնիկները ամենածանր և ամենակարճ կյանքի տևողություն ունեցող (10^{-25} վ) մասնիկներ են:

Ինչպես տեսանք, բոլոր չորս տեսակի փոխազդեցությունները տեղի են ունենում նույն մեխանիզմով՝ ունեն փոխանակային բնույթ: Այս ընդհանրությունը հանգեցնում է այն մտքին, որ նրանց կարելի է միավորել մեկ ընդհանուր փոխազդեցության մեջ և ստեղծել դաշտի միասնական տեսություն: Այս տեսության ստեղծման գործում մեծ նշանակություն է ունեցել Ա. Էյնշտեյնի (1879-1955) հարաբերականության ընդհանուր տեսությունը, ըստ որի, գրավիտացիան կապվում է տարածության և ժամանակի երկրաչափական հատկությունների հետ. Էյնշտեյնը ենթադրում էր, որ այդպիսի երկրաչափական մոտեցումը կարելի է տարածել նաև էլեկտրամագնիսական երևույթների վրա և ստեղծել գրավիտացիոն և էլեկտրամագնիսական փոխազդեցությունների միասնական տեսությունը: Էյնշտեյնը չի կարողացել ստեղծել այդ տեսությունը, քանի որ հաշվի չէր

առել մասնիկների քվանտային հատկությունները:

Այս բնագավառում կարևոր դեր են կատարել ամերիկացի ֆիզիկոս Ս. Վայնբերգի (1967) և պակիստանցի ֆիզիկոս Ա. Սալամի (1968) աշխատանքները, որոնք ստեղծել են էլեկտրամագնիսական և թույլ փոխազդեցությունների միասնական տեսությունը: Այն կոչվում է Վայնբերգ-Սալամի տեսություն, իսկ միասնական փոխազդեցությունը՝ էլեկտրաթույլ, որի քվանտ-միջնորդները մեծ էներգիայով օժտված W^+ միջանկյալ բոզոններն են:

Այժմ դաշտի միասնական տեսության ստեղծման աշխատանքները կատարվում են շատ երկրներում՝ տարբեր ուղղություններով: Սակայն բոլոր այդ ուղղությունները բերվում են մի եզրակացության՝ կայուն մասնիկ համարվող պրոտոնը պետք է տրոհվի: Չնայած պրոտոնների տրոհումը հայտնաբերելու փորձերը արվում են աշխարհի շատ երկրներում, սակայն մինչև հիմա այն դեռ չի հայտնաբերվել:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. *А. А. Детлаф, Б. М. Яворский*, Курс физики, М., 1989
2. *Д. Джаниколи*, Физика-2, М., "Мир", 1989
3. *Ռ. Գարրիելյան, Գ. Մելիքյան*, Ֆիզիկա-10, Երևան, «Լույս», 2000
4. *Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев*, Физика, Кл. куре 11, М., "Просвещение", 2007

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ИХ ПОСРЕДНИКИ

К. И. Караханян

В работе рассматриваются четыре типа взаимодействий элементарных частиц, которые называются фундаментальными.

Показано, что механизм всех фундаментальных взаимодействий обменный: силы, действующие между двумя частицами, трактуются как результат их замены промежуточной частицей, которая и называется переносчиком взаимодействия.

FUNDAMENTAL INTERACTIONS AND THEIR CARRIERS

K. I. Gharakhanyan

In this article four types of interactions of elementary particles are examined which are called fundamental interactions.

We pointed that the mechanisms of all fundamental interactions are exchangeable: the power acting between two particles is treated as the result of their exchanging by the intermediate particle which is called interaction carrier.