

R.Q. Cəfərovun Kocaeli Universitetində təcrübəkeçməsi

HESABATI

Son illər, Avropa Nüvə Tədqiqatları Mərkəzindəki Böyük Adron Kollayderində (BAK) və dünyanın bir neçə superölkələrinin elmi mərkəzlərində aparılan yüngül nüvə ionlarının toqquşması təcrübələrində, Böyük Partlayış nəzəriyyəsi ilə irəli gələn, maddənin ehtimal olunan yeni aqrekat halı – kvark-qlüon plazmasının mövcudluğunun ilk siqnalları gözlənilir. Bu hadisələri nəzəri tədqiq etmək üçün, çox-zərrəcikli tənliklər nəzəriyyəsinə temperatur və sıxlıq anlayışlarının daxil edilməsi, belə fiziki situasiyanın izahını təxmini də olsa ifadə etmək və ilkin hesablamalar aparmaq üçün model qurmaq imkanını yaradır.

Nüvə və elementar zərrəciklərin güclü qarşılıqlı təsirinin müasir nəzəriyyəsi olan kvant xromodinamikası (KXD) kontekstində kvark modeli əsasında, ağır zərrəciklər - adronlar sinfinin nümayəndələri olan baryon və mezonlardan ibarət çox-kvarklı rabitəli halları araşdırmaq, nüvə və elementar zərrəciklər, və yüksək enerjilər nəzəri fizikası qarşısında duran ən aktual məsələlər sırasına daxildir.

Qarşılıqlı- təsir sabitinə görə qeyri-perturbativ KXD vakuüm xüsusiyyətlərini öyrənmək nöqtəyi-nəzərindən kütləcə ağır mezonların tədqiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bir çox xüsusiyyətləri müəyyən etmək üçün, əlverişli geyri-həyacanlaşma (perturbativ) yaxınlaşması seçmək, yaxud işləyib hazırlamaq ilk məsələlər (problemlər) içərisinə daxildir. Bu istiqamətdə güclü qarşılıqlı təsirdə iştirak edən fundamental zərrəciklər olan kvarkların “əsirlilik” (konfaynment) konsepsiyası, kvarklardan ibarət baryon və mezonların qarşılıqlı təsirinin “asimptotik azadlığın” mövcud olmadığı kiçik məsafələrdə (yaxud, böyük impulslarda) nəzəri-riyazi ifadə olunması baxımından baryon və mezonların kvark sahələri vasitəsilə rabitəli hallar kimi öyrənilməsində çox-kvarklı (iki, və daha çox) Grin funksiyaları metodu xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu metodlarda qarşılıqlı təsir sabitinin kiçik olmamasını “təmin” edən yeganə riyazi vasitə inteqral tənliklərin bazasında yerləşir.

Bu nöqtəyi-nəzərdən, BDU-nun Fizika Problemləri İnstitutunun Yüksək Enerjilər Fizikası qrupunda, kvant sahə nəzəriyyəsinin qeyri-perturbativ metodları üzrə tədqiqatlar aparılır. Bu tədqiqatlar nəticəsində, güclü qarşılıqlı təsirin ən effektiv modellərindən olan 4-kvarklı qarşılıqlı təsire əsaslanan Nambu-Yona-Lazinio (NYL) modeli yeganə və faydalı nəzəri metod kimi “model çərçivəsində” müəyyən nailiyyətlər əldə olunub. Bu mənada, çoxkvarklı Qrin funksiyaları üçün inteqral tənliklər əldə olunmuş və həlləri tapılmışdır. Dörd-fermionlu qarşılıqlı təsire əsaslanan bu modeldə kvark həlqələri əmələ gəldiyindən, requlyarlaşma prosedurları (böyük impulslarda Feynman inteqrallarında yaranan sonsuzluqları aradan qaldırma üsulları) həyata keçirilməlidir. Bu məsələlər də, bizim qrupdakı tədqiqatlar nəticəsində öz həllini tapıb.

Elmi ədəbiyyat analizi və Kocaeli Universitetinin Fizika Bölümündə aparılan qeyri-perturbativ araşdırmaların təhlili nəticəsində müəyyən edilir ki, BAK-da orta-ağır atom ionları təcrübələrinin (ALICE) artıq əldə olunmuş nəticələrinin

izahında və gələcəkdə alınacaq eksperimental nəticələri öncədən söyləmək üçün bu ionlara barionların, yaxud mezonların rətibəli halı kimi baxılaraq nəzəri öyrənilməsi çox əhəmiyyətli ola bilər. Digər tərəfdən Kocaeli Universitetində çalışan mütəxəssislərin qaynar və sonlu temperatur mühitində nəzəri tədqiqat təcrübələrindən faydalanmaqla ionları gələcək (perspektiv) tədqiqatlarımızda baryon-baryon (yaxud, mezon-mezon, baryon-mezon) molekulları kimi təsvir edərək, BAK eksperimentlərinin işi ilə əlaqələndirmək olar.

Bu tədqiqatlar, 2009-2015-ci illərdə Azərbaycan Respublikasında elmin inkişafı strategiyasının işlənilməsi istiqamətində müasir fizikanın və ona bağlı olan elmlərin tətbiqi sahələr ilə əlaqəsinin aydınlaşdırılması və bu əlaqələrin müəyyənləşdirilməsi yollarının araşdırılması üçün çox əhəmiyyətlidir. Hər bir elmdə olduğu kimi fizikada da, bir qayda olaraq, Azərbaycan fizika elmində sonuncusu dominantlıq təşkil edən, tətbiqi və fundamental xarakterli tədqiqatlar aparılır. Fizika elminə global platformadan baxdıqda, Azərbaycanlı fiziklər tərəfindən aparılan fundamental xarakterli tədqiqatların, tətbiqi elmlərdə yararlılığı imkanlarının müəyyən edilməsi və bu tədqiqatların Dünya elmini narahat edən problemlərlə uzlaşdırılması, strategiyaya müəyyən etmək kontekstində qaçılmazdır. Fizikanın bir sıra bölmələri, mikrodünya fizikası (bu sıradan nano-elmlər, nüvə elmləri və kondensə olunmuş mühit fizikası), və meqadünyanın (Astronomiya, astrofizika və kosmologiya da daxil olmaqla) yaranması nəzəriyyəsinin fundamentini təşkil edən, bu sırada, elementar zərrəciklər fizikasının (Yüksək Enerjilər fizikası) riyazi aparatı olan kvant sahə nəzəriyyəsinin mövqeyinin vacibliyinin nəzərə çatdırılması qaçılmazdır.

Təcrübəkeçmənin, yay aylarına təsadüf etməsi və universitetdə mütəxəssislərin məzuniyyətdə olması səbəbindən ilk iki həftə universitetin kitabxanasında problemin metodologiyası ilə tanışlığa və elmi ədəbiyyatla tanışlığa sərf edilmişdir.

Son iki həftədə R.Q. Cəfərov Yüksək Enerjili kvark-qlüon plazması qrupunun əməkdaşlarına “Qeyri-perturbativ kvant sahə nəzəriyyəsinin integral tənlikləri” haqqında məruzə edib, qrupun əməkdaşlarını Bakı Dövlət Universitetinin Fizika Problemləri İnstitutunun Yüksək Enerjilər fizikası qrupunda aparılan qeyri-perturbativ kvant sahə metodları ilə tanış edərək, qrupların apardıqları elmi araşdırmaların kəsişmə məqamlarını müəyyənləşdirməyə çalışaraq, gələcək mümkün birgə tədqiqatların mövzularını aydınlaşdırılmışdır.

Bunun nəticəsində, Rusiya Yüksək Enerjilər Fizikası İnstitutunun Nəzəri Fizika divizionunun baş elmi işçisi, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru V.Y. Roçevin təklif etdiyi xətti iterasiya, yeni qeyri-perturbativ metodu (bilokal mənbə formalizmində qurulmuş orta sahə paylanması) (R.G. Jafarov, V.E. Rochev, CESJ, 2004) əsasında hazırlanan, yüngül mezonların ən effektiv modellərindən ən önəmlisi olan kvant xromodinamik NYL modelində iki və üç fermion mənbəli formalizmdə (R.G. Jafarov, V.E. Rochev, Phys.Atom Nucl., 2013) baryon və

mezon rabitəli halları ifadə edən yeni tənliklərin alınması istiqamətində temperatur və sıxlıq nəzərə alınmamaqla, əvvəl koordinat fəzasında integro-diferensial tənliklər əldə edilmiş və impuls fəzasına transponirə edilmişdir.

Nambu-Yona-Lazinio modeli çərçivəsində alınmış bu tənliklərə temperatur və sıxlığın daxil edilməsi üçün həm hazır tənliklərdə 4-ölçülü inteqrallama meyarında enerji komponenti vasitəsilə kimyəvi otensial və temperaturun daxil edilməsi yolu ilə, həm də törədici funksional vasitəsilə kimyəvi potensialın daxil edilməsi yolu ilə təmamilə yeni tənliklərin alınması istiqamətində tədqiqat aparılmış və iterasiya sxeminin sıfırıncı yaxınlaşmasında iki və üç kvarklı mənbə formalizmində barion və mezon rabitəli halları ifadə edən barion və mezonların propaqatorları üçün tənliklər alınmışdır. Orta sahə paylaşmasının sonrakı addımlarında mezon və barion "molekulları"nı təsvir edə biləcək temperatur və sıxlıq nəzərə alınmış halda integro-funksional tənliklərin yazılması üçün zəmin hazırlanmışdır.

Həmçinin, bu xətti iterasiya metodu çərçivəsində Nambu-Yona-Lazinio modelinin kvant sahə nəzəriyyəsi kontekstində əsas qarşılıqlı təsiri növü olan 4-zərrəcikli skalyar model üçün hazırlanmış "iki zərrəcikli yaxınlaşma" çərçivəsində, kvant sahə nöqtəyi-nəzərindən güclü qarşılıqlı təsirin yeganə və müasir nəzəriyyəsi olan kvant xromodinamikası üçün çox önəmli olan, asimptotik azadlıq konsepsiyasının olmadığı kiçik məsafələr (böyük impulslar) oblastına xas olan qeyri-fiziki Landau poyuslarının müəyyən edilməsi və dəf edilməsi istiqamətində tədqiqatlara da start verilmişdir.

Daha sonra, fizika üzrə 2013-cü il Nobel mükafatına layiq görülmüş Hiqqs mexanizmindən irəli gələn Hiqqs skalyar bozonlarının texnokolor model çərçivəsində pilləvari yaxınlaşmada, elektron-pozitron səpilməsi nəticəsində doğulan həyacanlanmış neytral Z-bozonun yeni Z-bozon və Hiqqs bozona parçalanması mexanizmi ilə yaranması variantında Hiqqs bozonlarının qarşılıqlı təsir sabitinin müəyyən edilməsi və Hiqqs bozonun kütləsinin tapılması məqsədilə klassik üsulla yazılmış Bete-Solpiter tənliklər sistemi alınmış və həll yolları araşdırılmışdır.

Bu perspektiv yaxınlaşmalar qruplar arası gələcək əməkdaşlığın əsasını təşkil edə bilər.

Rauf Cəfərov

Bakı Dövlət Universiteti Fizika Problemləri İnstitutunun
baş elmi işçisi, fizika-riyaziyyat elmləri doktoru

13.10.2014.