

## РЕДЖЕ МОДЕЛІНДЕ СЕРПІМДІ РР-ШАШЫРАУЫ

Адай Азамат Адайұлы

[aza\\_dotchik96@mail.ru](mailto:aza_dotchik96@mail.ru)

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ

Физика-техникалық факультеті «Ядролық физика» мамандығының

2 курс магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекші – Темербаев А.А.

Редже теориясының белгілі кемшіліктерін ескере отырып, осы теорияның NN-амплитудасының соңғы параметрлерінің бірі қосымша сыналды. Атап айтқанда – осы параметрлеуде 9 ГэВ/с сәуленің импульсі кезінде серпімді РР-шашырауының инвариантты дифференциалды қимасы есептелді; қолданыстағы эксперименттік деректермен салыстыру амплитуда параметрлерінің кейбір өзгеруін болжау кезінде қанағаттанарлық сәйкестікті көрсетті

### Кіріспе

БЯЗИ-да (Бірлескен ядролық зерттеулер институты) NICA/SPD (Nuclotron based Ion Collider facility and Spin Physics Detector) жобасы шеңберінде бұрын қол жетімді емес эксперименттік параметрлер мен шарттарының бөлшектер физикасы саласында зерттеу жүргізу үшін жедел кешен құрылуда. Жоба 2011 жылы басталды. Бұл жоба БЯЗИ ғылыми бағдарламасының бөлігі болып табылады. Жоба аясында іргелі эксперименталды зерттеулер ғылымның әртүрлі салаларында, соның ішінде өзара әрекеттесетін бөлшектердің жоғары және орта энергия ауқымында спин физикасы бойынша жүргізілетін болады. Жоба аясындағы іргелі эксперименттік зерттеулерге өзара әрекеттесетін бөлшектердің жоғары және орта энергиясы саласындағы спиндік физика саласы кіреді [1,2]. NICA/SPD жобасының аясында құрылған қазіргі заманғы үдеткіш кешені, бөлшектердің спиндік физика саласындағы әлемдік деңгейдегі зерттеу бағдарламасының ұзақ мерзімді орындалуын қамтамасыз етеді. Үдеткіш кешені алдыңғы қатарлы параметрлері бар зарядталған бөлшектер шоғырын пайдалануға негізделген көптеген зерттеу бағдарламаларын жүзеге асыру кезіндегі икемділігі арқасында әлемдегі басқа үдеткіш қондырғыларымен салыстырғанда бірегей болып табылады. Жобаның негізгі мақсаты-массалық жүйе орталығындағы 11 ГэВ/н дейінгі энергия соқтығысуындағы күшті әсер ететін материяны зерттеу болып табылады.

Осы мақалада ұсынылған жұмысты NICA/SPD жобасына теориялық қолдау ретінде қарастыруға болады. Осы мақсатта мұндай энергияларда мүмкін болатын жалғыз әдіс - Глаубер теориясы қолданылады. Оған тиісті NN амплитудасы қажет болуы мүмкін, оны тек Редже теориясы жоғары энергиямен қамтамасыз ете алады. Бірақ бұл теорияның белгілі кемшілігі бар – феноменологиялық сипатқа ие және әр жағдайда мұқият қолдануды қажет етеді. Редже амплитудаларын осында сынап алу үшін ұсынылып тұрған мақалада Редже бойынша есептелген серпімді рр-шашыраудың дифференциалдық қимасы белгілі тәжірибелік мәліметтермен салыстырылады.

Редже теориясы-алмасу күштерінің теориясы. Ядролық физикада тарихи тұрғыдан алғашқы осындай теория Юкава теориясы болды. Ол пи-мезон (пион) деп аталатын бөлшек алмасу түрінде төмен энергиядағы адрондардың өзара күшті әсерлесуін білдіреді.

Пион - күшті әсерлесудің кванты. Бұл пион-пиондық шашыраудың адрондарға қатысты кез-келген реакция механизмдеріне әсері өте маңызды болуы мүмкін дегенді білдіреді.

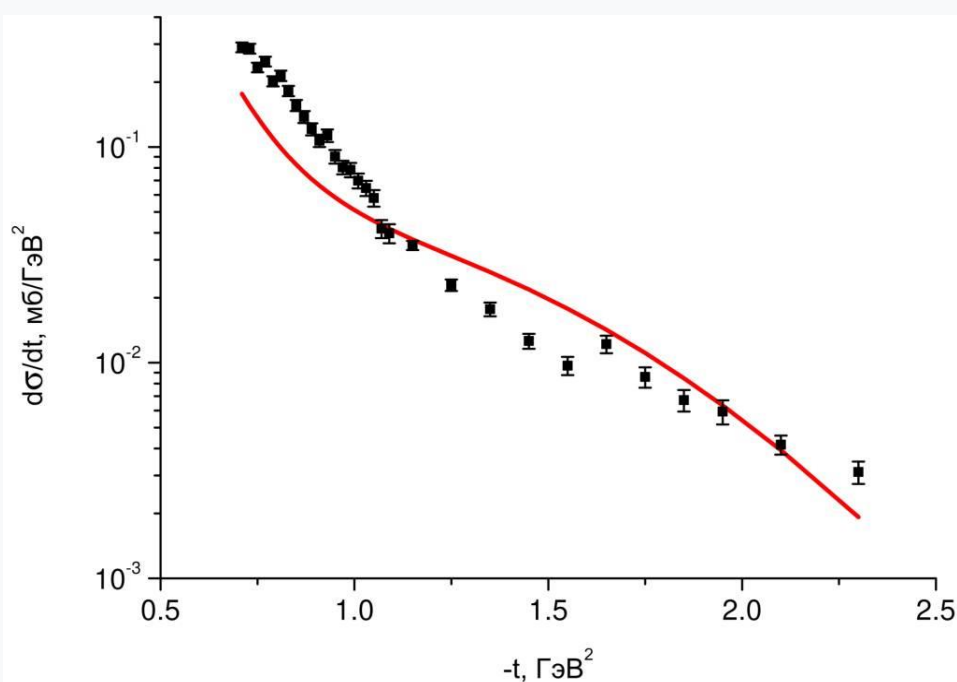
Шын мәнінде, пион скаляр емес псевдоскаляр, өйткені оның ішкі толқындық функциясы теріс (ішкі) жұп болып келеді, бұл оның кварктік құрылымымен байланысты. Бұл айнадағы кеңістіктік шағылысулар кезінде пионның толқындық функциясы белгісін өзгертеді. Сонымен қатар, эксперименталды түрде үш түрлі пион табылды: екі зарядталған  $\pi^+$  және  $\pi^-$  және бір

бейтарап  $\pi^0$ . Бұл үш пион изотоптық спині бар  $\tau = 1$ , үш проекциясы бар бөлшекке сәйкес келеді  $\tau_{+1} = +1$ ,  $\tau_0 = 0$ ,  $\tau_{-1} = -1$ . Яғни, пион - изовектор (изотоптық кеңістіктегі вектор).

Жоғарыда сипатталған формализмді кестеден параметрлеумен қолдана отырып, серпімді pp шашырауының инвариантты дифференциалдық қимасы 9 ГэВ/с шоқтың импульсі кезінде -0,71-ден -2,3 ГэВ<sup>2</sup>-ге дейінгі диапазонда берілген 4-импульс квадратының функциясы ретінде есептелген. Бұл шарттар параметрлеу кезінде [5] мәлімделген шарттарға сәйкес келеді. Суретте есептеу нәтижесі үлгі ретінде алынған [17] эксперименттік деректерімен салыстырылады. Логарифмдік шкала бойынша көрсетілген диапазонда екі қисықтың бір-біріне жақын екенін және кейбір нүктелерде эксперименттік қателік шеңберінде өте жақсы сәйкестік бар екенін көрсетеді. Егер кестеде көрсетілген параметрлеу қателері ескерілсе, сәйкестік артады. Дифференциалдық қималардың сәйкес келуі тиісті амплитудалардың сәйкес келуін білдіреді

Нәтижелер  
Жоғарыда сипатталған формализмді кестеден параметрлеумен қолдана отырып, серпімді pp шашырауының инвариантты дифференциалдық қимасы 9 ГэВ/с шоқтың импульсі кезінде -0,71-ден -2,3 ГэВ<sup>2</sup>-ге дейінгі диапазонда берілген 4-импульс квадратының функциясы ретінде есептелген. Бұл шарттар параметрлеу кезінде [5] мәлімделген шарттарға сәйкес келеді. Суретте есептеу нәтижесі үлгі ретінде алынған [17] эксперименттік деректерімен салыстырылады.

Логарифмдік шкала бойынша көрсетілген диапазонда екі қисықтың бір-біріне жақын екенін және кейбір нүктелерде эксперименттік қателік шеңберінде өте жақсы сәйкестік бар екенін көрсетеді. Егер кестеде көрсетілген параметрлеу қателері ескерілсе, сәйкестік артады. Дифференциалдық қималардың сәйкес келуі тиісті амплитудалардың сәйкес келуін білдіреді.



Сурет 9 - ГэВ/с шоқтың импульсі кезіндегі серпімді pp шашырауының инвариантты дифференциалдық қимасы. Тұтас қисық - осы есептеудің нәтижесі, квадраттар - эксперименттік мәліметтер [12].

Жалпылай, бұл жұмыс Кестеде көрсетілген параметрлермен Редже түріндегі [5] формализмін жоғары энергияларда және 2,5 ГэВ<sup>2</sup>-ге дейін берілген 4-импульстің квадратында NN амплитудасын алуға болатынын растайды.

### Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

1. Butenko A.V., Donets E.E., Donets E.D., Govorov A.I., Kobets V.V., Monchinsky V.A., Meshkov I.N., Sidorin A.O., Trubnikov G.V., Fimushkin V.V., Belov A., Belyaev O.K., Maltsev A.P., Budanov Yu.A., Zvonarev I.A., Kapin V.V.. Injector complex of the NICA facility // Proceedings of RuPAC, Protvino, Russia, 2010.–Protvino, PP.71-73-конференция жинақтары
2. Ангелов А, Ангелов В., Елисеев А.В., Мешков И.Н., Михайлов В.А., Сидорин А.О., Топилин Н.Д., Трубников Г.В., Тузиков А.В. Каналы транспортировки пучка в проекте NICA // Письма в ЭЧАЯ. –2012. –Т. 9, № 4-5(174-175), –С. 586-590.-мақала
3. Harald J.W. Müller-Kirsten: Introduction to Quantum Mechanics: Schrödinger Equation and Path Integral, 2nd ed. - World Scientific, –2012, – PP. 395-414. –кітап
4. Gribov, V.N. The Theory of Complex Angular Momentum. - Cambridge University press, - 2003, – 310 p. –кітап
5. Sibirtsev A., Haidenbauer J., Hammer H.-W., Krewald S. and Meissner U.-G. Proton-proton scattering above 3 GeV/c. // The European Physical Journal A – 2010. –V.45.–PP. 357–372.-мақала
6. Irving A.C., Worden R.P. Regge phenomenology // Physics Reports – 1977. –V.34. №3.– PP. 117-231.- мақала
7. Collins P.D.B. An Introduction to Regge Theory and High Energy Physics. – Cambridge University Press, -1977, – 460 p. – кітап
8. Collins P.D.B. and Martin A.D. Hadron reaction mechanisms // Reports on Progress in Physics – 1982. –V. 45. № 4. –P.335 -мақала
9. Sharp D.H., Wagner W.G. Asymptotic Behavior of Nucleon-Nucleon Scattering // Phys. Rev. - 1963. V.131. № 5. –P. 2226. –мақала
10. Itzykson C., Jacob M. Polarization effects in proton-proton high-energy scattering // Nuovo Cimento 28 – 1963. –PP. 250–262. –мақала
11. Donnachie A., Landshoff P.V. pp and  $\bar{p}p$  elastic scattering // Nuclear Physics B -1984. –V.231. №2. –PP.189–204. -мақала
12. Baglin C., Briandet P., Fleury P., De Rosny G., Carlson P.J., Johansson K.E., D’almeida B., Lehmann P., Richard F., Treille D., Eide A., Lundby A., Navarro-Savoy A., Staurset L., Gracco V. Elastic scattering of 10 GeV/c  $\pi^+$  and  $K^+$  mesons and of 9 GeV/c protons on protons // Nuclear Physics B –1975. – V. 98. № 3.–PP. 365-400 – мақала