

RELYATIVISTIK ZARRALARNING TO'QNASHISHI

Eshqorayev Husanbek Iskandar o'g'li

Normurodova Aqida Yigitali qizi

Almardonova Moxigul Muhammadi qizi

Denov tadbirkorlik va pedagogika institutining talabalari

Annotatsiya: BRAHMS kollaboratsiyasi $\sqrt{s} = 200 \text{ GeV}$ energiyali relyativistik Cu+Cu to'qnashuvlarda hosil bo'lgan pionlar, kaonlar, protonlar va antiprotonlarning ko'ndalang impuls spektrlarini tezkorlikning $y=0$ va $y=3$ bo'lgan qiymatlarida o'lchagan. To'qnashuv markaziyliги oshib borishi bilan zarralar kollektiv radial oqimi ham osha boradi va kinetik friz-aut temperatura kamayadi. Old tezkorlikda radial oqim sust bo'lib, temperatura pastroq. Ko'ndalang impulsning $1,5 \text{ GeV}/c < p_t < 2,5 \text{ GeV}/c$ intervalida pion va kaonlarning chiqishi shu energiyadagi $p+p$ to'qnashuvlardagiga nisbatan qiyinlashgan. Mazkur ishda tajribada olingan zarralar spektrlari Levi va eksponensial ko'rinishdagi Boltsman funksiyalari bilan fit qilingan. Pionlar spektrlarini Levi funksiyasi bilan, kaon va protonlar spektrlarini Boltsman tipidagi eksponensial funksiya bilan fitlash yaxshi natijalarga olib kelishi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: pion, kaon, prototon, antiproton, kvark, glyuon, plazma, ko'ndalang impuls, temperatura, eksponensial, markaziylik.

KIRISH

Kvant xromodinamikasi (KXD)da vacuum tuzilishidan bog'liq bo'lgan ikkita asosiy muammo mavjud bo'lib, uni faqatagina relyativistik yadro fizikasi hal qila oladi. Bu muammolar: rang zaryadlari konfaynmenti va kiral simmetriyaning spontan buzilishidir. Konfaynment adron holatlarining kuzatiluvchi spektrida rangli ob'yektlar yo'qligini bildiradi. Adronlar tuzilishi haqidagi kvark-glyuonlar tsavvurlari nuqtai nazaridan qaralganda, konfaynment - kvark va glyuonlarning lfm (adronlar o'lchami)dan katta masofalarga tarqala olmasligini anglatadi [1]. Biroq bu tasdiq normal yadro zichligidagina o'rinlidir. Relyativistik yadrolarning to'qnashuvlarida hosil bo'luvchi yuqori zichlikdagi yadro moddasi dekonfaynmentli fazada, ya'ni bitta nuklonga tegishli bo'lgan kvark va glyuonlarning umumlashib qolishi sodir bo'ladi va partonlar to'nashuvchi yadrolar o'lchami qadar masofalarga tarqalishi mumkin. Kiral simmetriyaning spontan buzilishi quyidagini anglatadi. Kvarklar massasining nolga yaqin bo'lgan chegarasida, KXDda bu chegara u va d kvarklar uchun to'la o'rinni bo'ladi. Bu esa fizik holatning juftlik bo'yicha g'alayonlanishiga olib kelishi lozim. Boshqa adronlarga nisbatan deyarli massaga ega bo'lmagan va manfiy ichki juftlikka ega bo'lgan π -mezon mavjudligi sababli KXD vakuumi kiral asimmetrikdir. Shunday qilib, nol temperatura va normal yadro zichliklarida KXD vakuumi konfaynmentlik xususiyatiga ega bo'ladi va buzilgan kiral simmetriya holatida turadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Tajriba qurilmasiva natijalarni olish haqida qisqacha ma'lumot Hozirgi kunda mikroolam fizikasining eng dolzarb muammolari tezlashtirilayotgan yadrolarning energiyasi bir necha TeV ga qadar bo'lgan ulkan kollayderlarda hal etilmoqda. Tuzilishiga ko'ra kollayderlar har xil konstruksiyaviy yechimlarga ega bo'ladi. Kollayderlar ulkan taqiqot majmuasi bo'lib, unda zarralar yoki ionlashtirilgan og'ir yadrolar (Au, Pb, U) tezlatiluvchi orbitaning uzunligi bir necha o'n kilometrgacha yetadi. Odatda kollayderlar bitta xalqaga ega bo'lgan ikkita sinxrotrondan iborat bo'lib, unga kiritiluvchi bir xil zaryadli ionlar qarama-qarshi yo'nalishda tezlashtiriladi va bu dastalarning orbita bo'ylab uchrashuv nuqtalari tajriba qurilmalari – detektorlar o'rnatilgan sohada yuzaga keltiriladi. Qarama-qarshi dastalarni tashkil etgan og'ir ionlar to'qnashuvi natijasida yadroviy reaksiya sodir bo'ladi. Bunday kollayderlardan biri Amerika qo'shma shtatlari Brukxeyven milliy laboratoriyasidagi RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider – relyativistik og'ir ion kollayderi) bo'lib, bu kollayderda Cu, Au va Pb yadrolari tezlashtiriladi. RHIC orbitasining uzunligi 3834 m, yadrolarni bir tomonlama tezlatish energiyasi 100 GeV/nuklon bo'lib, u 2000 yilda ishga tushirilgan. RHIC da oltin (Au) va uran (U) kabi yadrolar har bir nuklonga to'g'ri keluvchi massa markazi energiyasi 200 GeV bo'lgan energiya bilan to'qnashiriladi[2]. Bunday to'qnashuvlar natijasida partonlardan tashkil topgan, kuchli bog'langan, cho'zilgan, gidrodinamik oqimni namoyon qiluvchi noshaffof sistema (muhit) hosil bo'ladi. Bunday muhitga kuchli bog'langan kvark-glyuonlar plazmasi (KGP) deyiladi. Og'ir ionlar to'qnashuvlarida vujudga kelgan materiya juda qisqa vaqta mavjud bo'ladi. To'qnashuvdan so'ng u kengayadi va so'ngra barcha partonlarning adronlarga aylanishi (adronizatsiyalashuvi) bilan soviydi va ularning ba'zi birlari tajribada detektorlar orqali torlar yoki lider adronlar (masalan, yuqori energiyali π mezonlar) sifatida qayd qilinishi mumkin. KGP moddasini og'ir ionlar to'qnashuvida hosil bo'lgan namuna zarralar spektrlarini shu energiyadagi p+p to'qnashuvlarda hosil bo'lgan zarralar spektrlari bilan taqqoslash orqali tadqiq qilish mumkin. Tor va lider adronlarni o'lchashda namuna zarracha zich muhitning ilk holatida paydo bo'lgan deb qaraladi. Kuzatiuvchi past energiyali adronlar sistemaning boshlang'ich holati va uning evolyutsiyasi haqida ma'lumot beradi. Bunday kuzatishlarni to'qnashuvda ishtirok etuvchi adronlar Npart funksiyasi sifatida sistematik ravishda olib borish $\sqrt{s}=200$ GeV enrgiyali Au+Au to'qnashuvlarda hosil bo'lgan materiya xossalari va holatini tushinib olishda juda muhimdir.

Natija

Fizikaviy jihatdan kuzatilayotgan d+Au va p+p, A_{Cu}=63 bo'lgan Cu+Cu kabi nisbatan kichik sistemalar o'lchamining uzaishi yaxshi ekranlangan periferial Au+Au to'qnashuvlardagi ishtirokchi zarralar miqdori bilan ajratib olinadi. Cu+Cu to'qnashuvlar kesimlaridagi noaniqlik xuddi shunday ishtirokchilar sonidagi Au+Au to'qnashuvlar bilan juda kam solishtirilgan. Massa bo'yicha taqsimot izotrop deb taxmin

qilsak, Cu+Cu markaziy to'qnashuvlarda ekranlashtirish sohasi sferik bo'ladi. Xuddi shunday ishtirokchi mavjud bo'lgan Au+Au to'qnashuvlardagi sistemaning shakli esa mindal shaklda (pillasimon shaklda) bo'lib, tajriba kuzatishlarida undagi geometrik effektlarni tadqiq qilishga imkon beradi. Qayd qilingan adronlar bo'yicha olingan ko'pgina ma'lumotlar o'rtacha tezkorlik atrofidan olingan. BRAHMS ma'lumotlari ikkala o'rtacha tezkorlik va old sohadagi tezkorliklarda hosil bo'luvchi adronlarni o'rganish, ularning xossalari solishtirish orqali materiya shakllanishi va har xil kimyoviy shartlar haqidagi bizning bilimlarimizni oshirishning ajoyib yo'lini taklif etadi. $\sqrt{s} = 200$ GeV energiyali Cu+Cu to'qnashuvlardagi zaryadlangan adronlarning (π^\pm , K^\pm , p, \bar{p}) ko'ndalang impuls p_T spektrlari tezkorlikning $y=0$ va $y=3$ qiymatlarida to'qnashuv markaziylikining funksiyasi sifatida o'lchandi. Natijalar xuddi shunday energiya, tezkorlik va markaziylik (ishtirokchi zarralar soni) ka ega bo'lgan p+p va Au+Au to'qnashuvlarda olingan natijalar bilan solishtirildi. Elementar p+p va p+ \bar{p} to'qnashuvlarda adronlar spektrlari $p_T \sim 2$ GeV bo'lgan hol uchun perturbativ KXD orqali ifodalab beriladi [5-7]. Bu maqolada Cu+Cu to'qnashuvlar bo'yicha keltirilgan ma'lumotlar quyi fizika sohasini hamda yuqori p_T o'tish fenomenini qamrab olgan. Bu ishda biz bunday o'tishning kelib chiqishini avvalo sistemaning global gidrodinamik xususiyatlarini portlash to'liqlini fitlaridan foydalanib o'rganishdan, ikkinchidan har bir zarra turi uchun to'la chiqishni va o'rtacha ko'ndalang impulsni keltirish, uchinchidan har xil zarralar nisbatini p_T ning funksiyasi sifatida ko'rsatish va, nihoyat, yadro o'zgarishi (RAA) faktorini p_T va tezkorlik funksiyasi sifatida yig'ish orqali axtariladi. Cu+Cu sistemada to'qnashuv markaziylikini aniqlash jarayoni ishtirokchi zarralar va ketma-ket to'qnashuvchi nuklonlar miqdorini qo'llash Au+Au to'qnashuvlar o'rganilgan [8] ishda batafsil bayon etilgan. Jaryon davomida olingan qiymatlar 1-jadvalda keltirilgan. Bu tahlil uchun voqealar 4 ta markaziylik sohasiga bo'lingan: 0-10%, 10-30%, 30-50%, 50-70%. Nominal to'qnashuv nuqtasidan ± 25 sm masofadagi voqealar tanlangan.

XULOSA

Klassik fizika doirasida ikki zarrachaning elastik to'qnashish masalasini ko'rib chiqamiz. Zarrachalarning massalari m_1 va m_2 bo'lsin. Ularning energiya va impulsini to'qnashishgacha P_1, E_1, p_1, E_2 va to'qnashishdan keyin p_1', E_1', p_2', E_2' bilan belgilaymiz. Bu jarayon uchun energiya va impulsning saqlanish qonunlari to'rt o'lchovli ko'rinishda quyidagicha yoziladi: $p_1 + P_2 = p_1' + p_2'$ (2.72) yoki uch o'lchovli ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin: $P_1 + P_2 = P_1' + P_2'$ (2.73) $E_1 + E_2 = E_1' + E_2'$ (2.74) Energiya va impulsning saqlanish qonunlari to'qnashish jarayonini ifodalovchi barcha kattaliklarni topish uchun yetarli.

REFERENCES:

1. Емельянов В.М., Тимошенко С.Л., Стриханов М.Н. Введение в релятивистскую ядерную физику. М., Физматлит-2004
2. Kh.Olimov et al. Average transverse expansion velocities and global freeze-out temperatures in central Cu + Cu, Au + Au, and Pb + Pb collisions at high energies at RHIC and LHC. *Modern Physics Letters A*. Vol. 35, No. 14 (2020) 2050115 (25 pages).
3. S.Adler et al. (PHENIX), *Phys.Rev.* C69,034909 (2004).
4. A.Adare et al. (PHENIX), *Phys.Rev.* C88, 024906 (2013).
5. F.Abe et al. (CDF), *Phys.Rev.Lett.* 61, 1819 (Oct. 1988).
6. S.S.Adler et al. (PHENIX Collaboration), *Phys.Rev.* C69, 0344910 (Mar.2004).
7. A.Adare et al. (PHENIX Collaboration), *Phys.Rev. D* 76, 051106 (Sep.2007).
8. J.Adams et al. (STAR), *Phys.Rev.* C71, 064902, (2005).
9. A.Adare et al. (PHENIX), *Phys.Rev.* D83, 052004, (2011).
10. M.U.Sultanov, A.N.Jumanov, A.A.Usarov, Q.Kh.Yakhshiboyev, A.I.Suvanov. Fitting the spectra of pions, kaons, protons, and antiprotons in relativistic Cu+Cu collisions. International Virtual Conference on Science, Technology and Educational Practices. Hosted from Gorontalo, Indonesia. February 20 th – 21 th 2021.
11. M.U.Sultanov, U.Yuldashev, A.A.Usarov, G.Yu.Nodirov, O.J.Jalilov, K.O.Pirmatova, F.B.Tugalov. Some Important Aspects of CC- Interactions at a momentum of 4.2 GeV/c per Nucleon. *Annals of R.S.S.B.*, ISSN: 1583-6258, Vol.25, Issue 4, 2021, Pages 6245-6253. Received 05 March 2021; Accepted 01 April 2021.