

dC-TO'QNASHUVLARDA PROTONLAR VA PIONLAR KO'PLAMCHILIGINING TO'QNASHUV MARKAZIYLIGI DARJASIGA BOG'LIQLIGI

R. N. Bekmirzaev¹, X. Bekmirzaeva¹, M.U.Sultanov², S. Yuldashev³, Z. Qambarova¹

¹Джизакский государственный педагогический институт, Джизак, Узбекистан,

²Самаркандский государственный архитектурно –строительный институт,

Самарканд, Узбекистан, ³Самаркандский государственный университет, Самарканд,

Узбекистан

e-mail: bekmirzaev@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ishda (Dubna sh. Rossiya) Birlashgan yadro tadqiqotlari instituti (BYATI) yuqori energiyalar fiziksi laboratoriyasining 2-metrli propanli pufakchali kamerasida olingan, impul'si 4.2 AGeV/s bo'lgan deutronlarning uglerod yadrosi bilan to'qnashuvlarida hosil bo'lgan π^- va π^+ mezonlar hamda protonlar ko'plamchiligining to'qnashuv markaziylikiga bog'liqligi bo'yicha olingan yangi tajriba ma'lumotlari keltirilgan

The dependence of collision centrality on multiplicities of protons and pions in A dC-interactions

Abstract. New experimental data obtained at two-meter propan bubble chamber of LHE of JINR (Dubna, RF) on multiplicities of π^- and π^+ mesons and protons in the interactions of deuterons with carbon nucleus at momentum 4.2 AGeV/c in a dependence of collision centrality are presented.

Зависимость множественности протонов и пионов от их степени центральности в dC-соударениях

Аннотация. В данной работе представлены новые экспериментальные данные, полученные на двухметровой пропановой пузырьковой камере ЛВЭ ОИЯИ, о множественностях π^- и π^+ -мезонов и протонов во взаимодействиях дейтронов с импульсами 4,2 АГэВ/с с ядром углерода в зависимости от степени центральности соударения

Yuqori energiyali yadro-yadro o'zaro ta'sirlashuvlarini tadqiq qilish yadro moddasining kollektiv xususiyatlarini, ko'pnuklonli ta'sirlashuvlarni o'rganish, kvark-glyuonlar erkinlik darajalarining paydo bo'lish holatlarini kuzatish va boshqalar haqida axborot olishning eng yaxshi usulidir. Ikkilamchi zarralarning ko'plamchiligi, impulsi, burchak taqsimotlari, tezkorligi kabi xarakteristikalarini chuqur tahlil qilmasdan turib, yadroviy reaksiyalarning biror-bir xususiyatini baholash juda qiyin.

Tajriba uslubi

To'la sondagi d(C₃H₈)-o'zaro ta'sirlashuvlardan dC-noelastik to'qnashuv-larni ajratib olish uchun [1-3] ishlarda keltirilgan kriteriyalardan foydalanildi. Tahlil qilinayotgan dC-o'zarota'sirlashuvlar yuz bergan voqealardagi ikkilamchi zarrachalar orasidan zaryadlangan pionlar hamda impulsi 0,3 GeV/c dan yuqori bo'lgan ishtirokchi protonlar, impulsi $0,15 \leq p \leq 0,3$ ГэВ/с bo'lgan bug'lanish pro-tonlari ajratib olindi. Impulsi 0.15 GeV/c dan kichik bo'lgan protonlarga tuzatma-lar kiritildi, chunki bu protonlar erkin chopish yoli kichik bo'lganligi uchun kame-rada ko'rinmaydi. Bundan tashqari yana ikki guruh protonlar: nishon yadrodan chiquvchi protonlar ($0,3 \leq p \leq 0,75$ ГэВ/с) hamda tushuvchi deutrondan chiquvchi protonlar (p

$\leq 0,75 \text{ GeV/c}$). Aytish lozimki, so'nggi ikki guruh protonlarining tar-kibida snaryad yadro va nishon yadrodan chiquvchi, kam miqdorda bo'lgan, protonlar ham mavjud. Bu protonlarning aralashmasi ularning ko'ndalang impulslarini tadqiq qilish bilan hisobga olingan. Shuningdek yana ikki guruh protonlar qaraldi. Bular: impulslari $0,3-0,75 \text{ GeV/c}$ oraligida bo'lgan va impulsi $p > 0,75 \text{ GeV/c}$ bo'lgan ishtirokchi protonlar. Impulsi $p > 0,75 \text{ GeV/c}$ bo'lgan protonlar nishon yadro va, qisman, snaryad nukloni (proton yoki neytron) bilan to'qnashuvda katta impuls olgan uglerod yadrosidan chiquvchi protonlar hisoblanadi.

Markaziylik darajasining me'yori sifatida "sof" zaryad Q olindi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = n_+ - n_- - n_p^s - n_t^s,$$

Bu yerda n_+ va n_- - voqealardagi musbat va manfiy zarralar soni, n_p^s va n_t^s - mos holda, snaryaddan va nishon yadrodan chiquvchi stripping protonlar. n_p^s sifatida impulsi $P > 3 \text{ GeV/c}$ va chiqish burchagi $\theta < 3^\circ$ bo'lgan spectator zarralar qabul qilingan. Nishon yadrodan chiquvchi spectator protonlar deb impulsi $P < 0,3 \text{ GeV/c}$ shartni qanoatlantiruvchi protonlar qabul qilingan. Q kattalik voqealarda faol ishtirok etuvchi zarralarning yig'indi zaryadidir. Bu kattalik to'qnashuvchi yadrolar nishonga olish parametri b bilan korrelyatsiyalanadi. Q ning ortishi bilan, ya'ni to'qnashuvda ishtirok etuvchi zarralar soni oshishi bilan, o'zaro ta'sirlashuv-ning markaziylik darajasi ortib boradi.

Tajriba natijalari

dC-to'qnashuvlarda hosil bo'lgan protonlar hamda zaryadlangan pionlarning ko'plamchilik taqsimotlari olindi. Tadqiq qilinayotgan dC-voqealar soni, bu voqealarda hosil bo'lgan ikkilamchi protonlar va pionlarning o'rtacha ko'plamchiligi, har xil markaziylik darajasiga ega bo'lgan 6 guruhdagi zarralarning o'rtacha ko'plamchiligi 1-jadvalda keltirilgan. Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, barcha to'qnashuvlarga nisbatan, periferik to'qnashuvlar ($Q \leq 2$) qarib 60% ni, chuqur markaziy to'qnashuvlar ($Q \geq 4$) esa $\approx 20\%$ ni tashkil etadi. $Q \leq 2$ voqealar ichida ko'p nuklonli to'qnashuvlar aralashmasi mavjud. Bu aralashmani voqeada istalgan yo'nalishda chiquvchi, aynan qayd qilingan bitta yoki ikkita proton bo'lishi sharti orqali chiqarib tashlash mumkin (bu protonlar yadrodan nuklonlarning Fermi harakati sababli ham chiqib ketishi mumkin). Impulsi $P > 1,4 \text{ GeV/c}$ bo'lgan protonlar eng katta energiyali protonlar bo'lib, ular, asosan, to'qnashuvda ishtirok etgan snaryad yadro protonlaridan iborat. Saqlanuvchi va nishon protonlar spektrlari oralig'idagi impuls-ning $P > 1,4 \text{ GeV/c}$ chegarasi Δ -izobarlarni hisobga olgan FRITIOF modeli yordamida tanlangan. Model bo'yicha saqlanuvchi protonlarning hamda uglerod yadro-sining fragment yadrolari spektrlari aniqlangan. Ular bo'yicha spektrlar o'rtasidagi $P = 1,4 \text{ GeV/c}$ optimal chegara tanlangan. Bunday tanlashda impulslari $P < 1,4 \text{ GeV/c}$ va saqlanuvchi snaryad protonlari bilan bog'liq bo'lgan "lider" protonlarning o'rta-cha ko'plamchiligi bo'lgan protonlarning o'rtacha ko'plamchiligi $\langle n_p^{lid} \rangle = 0,10$, nishon yadrodan urib chiqarilgan "lider" protonlarning o'rtacha ko'plamchiligi esa $\langle n_p^{nish} \rangle = 0,09$. $0,3$ dan 1 GeV/c gacha bo'lgan impulslar sohasiga ko'roq nishon yadro protonlari tushadi. $1,0 < P < 1,8 \text{ GeV/c}$ impulslar sohasiga esa nishon va saqlanuvchi protonlar tushadi. Impulsi $P > 1,4 \text{ GeV/c}$ bo'lgan "lider" protonlarning ko'plamchiligi va kinematik xarakteristikalarini bilish uglerod yadrosining tormozlash qobiliyatini baholashga imkon beradi.

Barcha deutron-uglerod voqealar soni ishtirokchi protonlarning o'rtacha soni $\langle n_p \text{ (ish)} \rangle = 1,11 \pm 0,01$ bilan xarakterlanadi. Buning sababi periferik bo'lmagan to'qnashuvlar sonining kamligidir. Zaryadlangan pionlarning o'rtacha ko'plamchiligi esa deyarli bir xil (1-jadval) va bu hol nishon yadro ^{12}C ning simmetrik ekanligiga xosdir.

1-jadval. 4,2 AGeV/c impulsli dC-o'zaro ta'sirlashuvlarda hosil bo'lgan zarralar o'rtacha ko'plamchiligining to'qnashuv markaziyligidan bog'liqligi

Q	1	2	3	4	5	6	7	Barcha voqealar
N_{cob}	1797	2030	1394	811	407	193	60	7070
$\langle n_{\pm} \rangle$	1.43±0.01	2,32±0.08	3.53±0.06	5.01±.03	6.02±.02	7.2±.02	8.43±.01	3.36±.02
$\langle n_{\pi^-} \rangle$	0.49±.02	0.50±.02	0.85±0.01	0.91±.01	1.11±.01	1.21±.01	1.39±.01	0.63±.01
$\langle n_{\pi^+} \rangle$	0.55±.02	0.58±.02	1.61±.02	1.88±.01	2.09±.01	2.15±.01	2.26±.01	0.64±.01
$\langle n_p \text{ (ish)} \rangle$	0.32±.02	0.83±.01	1.39±.01	2.01±.01	2.56±.01	2.99±.01	3.90±.01	1.12±.01
$\langle n_p \text{ (ish)} \rangle$ 0,3<p≤0,75 GeV/c	0.26±.01	0.54±.01	0.88±.01	1.34±.01	1.68±.01	1.93±.01	2.84±.01	0.74±.01
$\langle n_p \text{ (ish)} \rangle$ P>1,4 GeV/c	0.54±.02	0.48±.02	0.53±.02	0.58±.02	0.52±.02	0.67±.02	0.49±.02	0.55±.02
$\langle n_p \rangle$ bug'lan. 0,15<p≤0,3 (GeV/c)	0.21±.02	0.41±.02	0.66±.02	0.99±.01	1.17±.01	1.52±.01	1.26±.01	0.55±.02
$\langle n_p \text{ исп} \rangle$ p<0,15 (GeV/c)	3.72±.03	2.26±.02	1.05±.02	0.23±.02	0.16±.02	0.09±.01	0.06±.02	0.01±.004

Ishtirokchi protonlarning o'rtacha ko'plamchiligi impulsli 1,4 GeV/c bo'lgan protonlar ko'plamchiligida qariyb 20 % ga ko'p (1-jadval). Bu esa dC-o'zaro ta'sirlashuvlarda Δ -izobarlarning pC-to'qnashuvlardagiga nisbatan kamroq hosil bo'lishini ko'rsatadi [4].

O'rtacha ko'plamchilikning "sof" zaryaddan bog'liqligidan (1-jadval), ya'ni periferik to'qnashuvlardan markaziy to'qnashuvlarga o'ta brogan sari qaralayotgan barcha zarralar ko'plamchiligi ortib boradi. Xususan, protonlar hosil bolishining ko'plamchiligi markaziylik darajasiga kuchli bog'liq ekanligini jadvalda ko'rishimiz mumkin. Markaziylik darajasiga sezilarli bog'liqlik π^- -mezonlarning hosil bo'lishida ham kuzatiladi. Barcha dC-to'qnashuvlar uchun manfiy va musbat pionlar o'rtacha ko'plamchiligi deyarli bir xil: $\langle n_{\pi^-} \rangle = 0,63 \pm 0,01$; $\langle n_{\pi^+} \rangle = 0,64 \pm 0,01$.

$Q \geq 3$ bo'lgan voqealarda π^+ -mezonlarning hosil bo'lishining o'rtacha qiymatlarida, xatoliklar chegarasida, katta farq kuzatilmaydi. Markaziylik darajasi oshishi bilan π^+ va π^- -mezonlar ko'plamchiliklarida kuzatiluvchi farqni $pp \rightarrow pn\pi^+$ reaksiyning 4,2 GeV/c impulsdagi σ_1 kesimi $pn \rightarrow pp\pi^-$ reaksiyadagi σ_2 kesimdan 3 barobar katta ekanligi bilan tushuntirish mumkin [5]. Deytronni, ta'sirlashuv energiyasiga nisbatan, juda zaif sistema deb qarash mumkin. hunki deytronda nuklonlarning solishtirma bog'lanish energiyasi juda kichik (1,11 MeV). Su sababli nishon yadro bilan deytronning har bir nukloni alohida-alohida to'qnashadi deb qarash mumkin. To'qnashuvlar jarayonida birlamchi nuklon impulsining kamayishi bilan kesimlardagi farq ham osha boradi. To'qnashuv markaziligi darajasi Q ning oshishi bilan $\langle n_{\pi^-} \rangle$ va $\langle n_{\pi^+} \rangle$ kattaliklar orasidagi tafovutni shu tarzda izohlash mumkin.

Endi dC-to'qnashuvlarda Q ning nishondan chiquvchi sekin protonlarning (0,3≤P≤0,75 GeV/c) ko'plamchiligiga ta'sirini ko'rib chiqamiz. Bunda $\langle n_p \rangle$ ning eng kichik qiymati $Q=1$ ga

to'g'ri keladi (1-jadval). Bu hol tushuvchi yadro protonining uglerod yadrosidagi neytron bilan to'qnashuvi natijasidir. Q ning oshishi bilan nishon protonlarining ko'plamchiligi orta boradi, ya'ni to'qnashuvlarga yanada ko'proq nuklonlar jalb etiladi. Bu holda, tabiiyki, bug'lanuvchi protonlar soni kamayib boradi. Xususan, impulsi $P < 0,15$ GeV/c bo'lgan protonlar soni tez kamayadi. Q ning oshib borishi bilan miqdori

$$\langle n_p^{ish} \rangle - \langle n_p^{ish} \rangle (0,3 < p \leq 0,75 > - \langle n_p \rangle (p > 1,4) >$$

kabi aniqlanuvchi $p > 0,75$ GeV/c nishon protonlarining soni ham orta boradi. Buning sababi tushuvchi proton bilan to'qnashuv jarayonida katta impuls olgan nishon protonlari sonining ko'paib borishidir. Bu holda "lider" protonlarning o'rtacha ko'plamchiligi $0,40 \pm 0,01$.

Q ning har xil qiymatlarida olingan $\langle n_{\pi^-} \rangle$, $\langle n_{\pi^+} \rangle$ va $\langle n_p^{ish} \rangle$ kattaliklar uchun $\alpha = \langle n_{\pi^-} \rangle / \langle n_p^{ish} \rangle$ va $\beta = \langle n_{\pi^+} \rangle / \langle n_p^{ish} \rangle$ nisbatlar va ularning Q dan bog'liqligi aniqlandi (2-jadval).

2-jadval. 4,2 AGeV/c impulsli dC-to'qnashuvlarda α va β kattaliklarning Q dan bog'liqligi.

Q	1	2	3	4	5	6	7	Barcha voqealar
α	0,930	1,041	1,603	1,568	2,115	1,805	2,836	1,145
β	1,402	1,208	3,037	3,241	4,019	3,208	4,612	1,163

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, periferik to'qnashuvlardan markaziy to'qnashuvlarga o'tib boorish, ya'ni b ning kamaya borishi bilan, bitta o'rtacha ishtirokchi protonga to'g'ri keluvchi π^- -mezonlar soni deyarli ikki barobar oshib ketadi (2-jadval). Bu hol to'qnashuv markaziyliigi darajasi oshishi bilan π^- -mezonlar tug'ilishi orqali yuz beruvchi ikkilamchi o'zaro ta'sirlashuvlar ham oshib borishligini bildiradi. π^+ -mezonlar uchun bunday jarayon sezilmaydi. Bu holni π^+ -mezonlar ko'plamchiligi-gining Q ga chiziqli boglangan ko'rinishda oshib borishligi (1-jadval) bilan izohlash mumkin.

Xulosa

4,2 AGeV/c impulsli deytronlarning uglerod yadrosi bilan o'zaro ta'sirlashuv-larida hosil bo'lgan protonlar hamda π^- va π^+ -mezonlarning o'rtacha ko'plam-chiliklari to'qnashuv markaziyliigi parametriga (Q) bog'liq holda o'rganildi va olingan tajriba natijalari keltirildi. dC-o'zaro ta'sirlashuvlardagi periferik to'qnashuvlarda ($Q=1$ yoki 2) nishon yadroning uyg'onishi yuz beradi va impuls-lari 0,3 GeV/c ga qadar bo'lgan sekin protonlar hosil bo'ladi. To'qnashuv marka-ziyiligining oshib borishi bilan zaryadlangan zarralarning to'liq ko'plamchiligi nishon yadroda tug'uluvchi π^- -mezonlar va ishtirokchi protonlar hisobiga oshadi. Jaryon davomida impulsi $p < 0,15$ GeV/c bo'lgan "bug'lanish" protonlarining soni keskin kamayishi aniqlandi. Tajriba natijalari bitta ishtirokchi ($P > 0,75$ GeV/c) protonga to'g'ri keluvchi manfiy pionlar soni to'qnashuv markaziyliigiga bog'liq ravishda o'zgarishini ko'rsatadi.

Adabiyotlar

1. G.N.Agakishiev I dr. YaF 40,1209 (1984); Z.Phys. C 27,177 (1985).
2. D. Armutliyski I dr., YaF 45, 1047 (1987); Z.Phys. A 328, 455 (1987).
3. A.I. Bondarenko I dr.. Soobshenie OIYAI R1-98-292 (Dubna,1998).
4. A.S. Galoyan I dr.. Preprint OIYAI, R1-2002-54, Dubna-2002.
5. V.Flamino et al. Compilation of cross-sections p and p induced reactions. Preprint CERN-HERA N 79-03 (CERN,1979).