

БИРЛАМЧИ ИМПУЛЬСАРИ 4.2 ГЭВ/с БЎЛГАН n C- ТАЪСИРЛАШУВЛАРИДА ПРОТОНЛАРНИНГ ҲОСИЛ БЎЛИШИ

профессор Р. Н. Бекмирзаев

доцент

Б.Султанов

магистр Ш.С. Хайдарова

Жиззах Давлат педагогика университети, Жиззах.

Аннотация: Импульслари 4, 2 ГэВ/с бўлган нейтрон ва протонларнинг углерод ядроси билан таъсирлашувларида ҳосил бўлган протонларнинг ўртача кўпламлиги, импульс ва бурчак тақсимотлари характеристикаларининг солиштирма таҳлили бўйича ишлар бажарилди.

Калит сўзлар: Протон, нейтрон, импульс, энергия, углерод, юқори энергия, бурчак.

Юқори энергияли адронлар ва ядроларнинг ядролар билан таъсирлашувларида ҳосил бўлувчи протонларнинг хусусиятларини ўрганиш орқали уларнинг ҳосил бўлиш механизми улушлари ҳақида қимматли маълумотлар олиш мумкин. Бир хил энергияли p C- ва n C- таъсирлашувларида ҳосил бўладиган протонларнинг хусусиятларини солиштириш натижасида ўрганиш алоҳида қизиқишга эга. Бугунги кунда протонларнинг нуклонлар ва ядролар билан тўқнашувлари бўйича катта энергия оралиғида етарли даражада тўпланган тажриба маълумотлари. Нейтронларнинг ядролар билан (nA) тўқнашувлари бўйича маълумотлар эса монохрамик бўлган нейтронлар оқимини олиш қийинлиги туфайли жуда ҳам кам [1–7]. Шу сабабдан nA - тўқнашувлари бўйича янги тажриба маълумотларини олиш ва ушбу маълумотларни бир хил энергияли pA - таъсирлашувлари натижалари билан солиштириш катта қизиқишга эга.

Таклиф қилинаётган иш нейтронларнинг ядролар билан тўқнашувларига бағишланган ишларнинг [1,3,4,6,8] давоми ҳисобланиб, 4.2 гэв/симпульсли n C- таъсирлашувларида ҳосил бўлган протонларнинг ўртача кўплиги, импульс ва бурчак тақсимотларини ўрганишга бағишланади

ТАЖРИБА МЕТОДИКАСИ

Эксперимент учун керакли маълумотлар Дубна синхрофазотронидан олинган 4.2 А ГэВ/с импульсли протонлар, дейтрон ва гелия-4 ядролар оқимлари билан нурлартирилган ЛВЭ ОИЯИнинг 2-метрли пуфакчали пропан камераси ёрдамида олинди. Статистик материал 6736 та p C-, 7071 та d C- ва 11974 та ${}^4\text{HeC}$ -воқеалардан иборат. n C – таъсирлашувлари d C- ва ${}^4\text{HeC}$ -таъсирлашувларидан уларнинг таркибида мос равишда протон-спектатор ва ${}^3\text{He}$ – ядролари мавжудлигидан ажратиб олинди. d C- ва ${}^4\text{HeC}$ -тўқнашувлар таркибида мавжуд бўлган эласик ва дифракцион

воқеаларни ажратиш ташлашда [8,9] ишда келтирилган критериялардан фойдаланилди. Экспериментнинг методик хусусиятлари ва иккиламчи зарядли зарраларнинг йўқолишига нисбатан аниқ маълумотлар [9–12] - ишларда келтирилган.

Ушбу ишда излар (треклар) проекция узунлиги 4 см дан кичик бўлган пионларнинг импульс бўйича спектрларидаги улуши ҳисобга олинган. Бундай протонлар учун фақат уларнинг чиқиш бурчаги ўлчанган бўлиб, табиийки камеранинг ишчи ҳажмида треклар проекцияси узунлиги кичиклиги туфайли улар импульсини ўлчаб бўлмайди. Бундай протонлар импульси қуйидагича амалга оширилади. Треклар проекцияси узунлиги 4 см дан катта бўлган протонлар учун лаборатория шароитида уларнинг чиқиш бурчакларини θ ($0 \leq \theta \leq 180^\circ$) 18 бўлакка бўлиб, импульс бўйича спектарлари олинди. Бундан кейин проекция узунлиги 4 см дан кичик бўлган протонлар чиқиш бурчаги асосида ҳар бир импульс бўйича мавжуд гистограммага тасодиф равишда уларнинг импульс қийматлари топилди.

Маълумки, пуфакчали пропан камерасида протон ва π^+ -мезонларни 750 МэВ/с дан катта бўлган импульсларда бир –бирдан визуал равишда ажратиш мумкин. Ушбу ишда биз протон ва π^+ -мезонларни катта импульсларда бир –бирдан ажратишни бажардик. Бунинг учун биз кучли ўзаротаъсирлашув изотопик инвариантлигидан фойдаландик: бир хил энергияларда n C- таъсирлашувларидаги π^+ - мезонлар ва p C-таъсирлашувларидаги π^- -мезонлар ўхшашлигидан. Шундай қилиб, протонларнинг олинган характеристикалари тўлиқ идентификация қилинган протонлар сонига қўшилди.

Жадвалда импульслари 4.2 гэВ/с бўлган n C- ва p C-таъсирлашувларида ҳосил бўлган протонларнинг ўртача кўпламлиги ($\langle n_p \rangle$), бўйлама тезкорлиги ($\langle Y \rangle$), импульси ($\langle p \rangle$ ва $\langle p_t \rangle$) ва бурчак ($\langle \cos \theta \rangle$), характеристикалари келтирилган.

Жадвалдан p C- таъсирлашувларидаги тўлиқ ва импульслари $p > 150$ МэВ/с дан катта бўлган протонларнинг ўртача сони n C- таъсирлашувларидагига нисбатан кўплиги кўриниб турипти. Протонлар қуйи чегарасининг бундай танланиши [13] – ишда кўрсатилганидек уларнинг (~95%) қисми тўқнашиш жараёнида «буғланишдан» ҳосил бўлган протонлар эмас, иштирокчи протонлар ҳисобланади. p C- таъсирлашувларида ҳосил бўлган протонларнинг ўртача кўплиги бирламчи протонлардан сақланиб қолганларидан (0.64 эҳтимолият билан) углерод ядросидан ҳосил бўлувчи иккиламчи протонлардан ташкил топган. n C- таъсирлашувларидагилари эса углерод ядросидан ҳосил бўлган иккиламчи протонлардан ҳамда $n p \rightarrow p n$ ва $n \rightarrow p + \pi^-$ жараёнлари ҳисобига бирламчи нейтронларнинг заряд алмашиши (0.36 эҳтимолият билан) ҳисобига шаклланади. Шундай қилиб, n C- ва p C-таъсирлашувларида ҳосил бўлган протонларнинг ўртача кўпламлиги фарқи, сон жиҳатдан бирламчи протонлар сақланиш эҳтимолияти ва бирламчи нейтронлар заряд алмашиши эҳтимолиятига тенг бўлиши керак – 0.28. Ҳақиқатда, жадвалда келтирилган n C- ва p C-таъсирлашувларида ҳосил бўлган

протонларнинг ўртача кўпламлиги фарқи ҳамма протонлар учун 0.28 ± 0.01 ни импульслари $p > 150$ МэВ/с ли протонлар учун 0.27 ± 0.01 ни ташкил қилади.

1 –расмда nC - ва pC -таъсирлашувларида ҳосил бўлган протонларнинг тўлиқ импульс бўйича тақсимоти лаборатория координаталари системасида келтирилган. 1-расмдан кўриниб туриптики, иккала тақсимот ҳам номунтазамликка эга эмас ва импульсдан бир хилда боғлиқлиқни кўрсатапти. Иккала спектр ҳам, лидерлик қилувчи бирламчи протонлар эффектига асосланган чўзилган «думларга» эга. Импульсларнинг $p \leq 1.7$ ГэВ/с областида ҳосил бўлган протонларнинг ўртача кўпламлиги nC - дагига нисбатан систематик равишда кўп. Бу кўпламликнинг нишон ($p < 1$ ГэВ/с) фрагментациясидаги фарқи $pn \rightarrow pr$ жараёнидаги заряд алмашинуви, импульснинг шу областида pC -таъсирлашувлари ва $pr \rightarrow pn$ да протонлар ўртача кўпламлигининг ошиши, nC -таъсирлашувларида протонлар ўртача кўпламлик камайиши билан боғлиқ..

Протонлар импульсининг $1 < p < 1.7$ ГэВ/с областида бу кўпламликнинг фарқи, чамаси қайта тўқнашиши ҳисобига энергия йўқотилиши ёки $\Delta^+ \rightarrow p + \pi^0$ ($\Delta^+ \rightarrow n + \pi^+$) ва $\Delta^{++} \rightarrow p + \pi^+$ -изобарлар ҳосил бўлиши ҳисобига бўлади. Булар pC -таъсирлашувларида протонлар импульси камайишига олиб келади. nC -таъсирлашувларида бу областда протонларнинг пайдо бўлиши, ҳосил бўлиш кесими Δ^+ -и Δ^{++} -изобарлар ҳосил бўлиши йиғинди кесимидан кичик бўлган $\Delta^0 \rightarrow p + \pi^-$ изобарлар тўғилиши ва эмирилиши билан тушунтирилади. Булар протонлар ўртача кўпламлиги кичиклигига олиб келади.

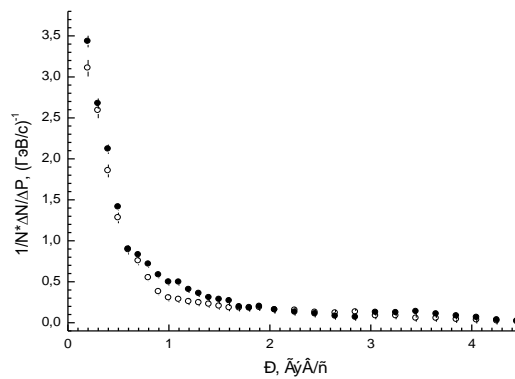
Шуни қайд қилиш керакки, импульсларнинг $p > 1.25$ ГэВ/с областида nC -таъсирлашувларидаги протонларнинг ўртача кўпламлиги сон жиҳатдан нейтронларнинг протонларга бўлган ноэластик коэффициенти билан мос келади ва 0.36 ± 0.01 га тенг. pC -тўқнашувлари учун бу қиймат 0.48 ± 0.1 ни ташкил қилади ва сақланиб қолган бирламчи протонлар бир қисмининг кичик импульслар областига “оқиб ўтишини” кўрсатади.

Модомики, nC -тўқнашувларида тез нейтронларнинг ҳосил бўлиши заряд алмашинуви жараёнлари ($pn \rightarrow pr$), тушувчи нейтронларнинг протонларга ноэластик заряд алмашинуви ($n \rightarrow p + \pi^-$) билан боғлиқ экан, у ҳолда кейинги ҳолатда воқеада манфий пионларнинг мавжудлиги, йўқлигидан боғлиқ протоннинг ўртача тўлиқ импульси қийматида корреляция кузатилиши керак. Ҳақиқатан, атига битта π^- -мезон (π^+ -мезон ҳосил бўлишисиз) тўғилиши билан кузатиладиган воқеаларда протонларнинг ўртача импульси 971 ± 23 МэВ/с ни, π^+ -мезон тўғилиши билан кузатиладиган воқеалар учун (π^- -мезон ҳосил бўлишисиз) – 621 ± 35 МэВ/с ташкил қилади. Пионлар ҳосил бўлмайдиган жараёнларда $\langle p_p \rangle = 896 \pm 28$ МэВ/с ни ташкил қилади. Бу, бизнинг фикримизча бирламчи

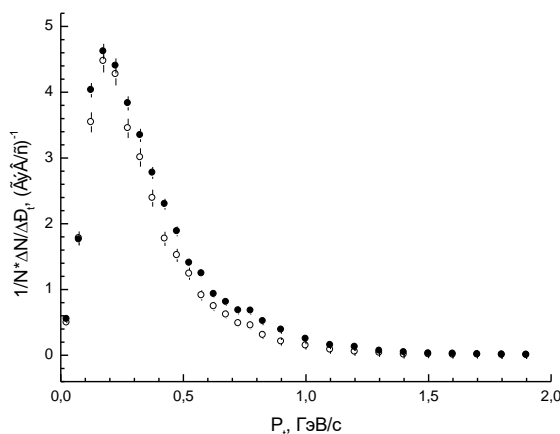
Жадвал.

4.2 ГэВ/с импульсли nC(○)- ва pC(●)- таъсирлашувларидаги протонлар характеристикаларининг ўртача қийматлари

Катталиқлар номланиши	nC	pC
$\langle n_p \rangle$ (ҳаммаси)	1.62 ± 0.01	1.90 ± 0.01
$\langle n_p \rangle$ ($p > 150 \text{ МэВ/с}$)	1.58 ± 0.01	1.85 ± 0.01
$\langle p \rangle$ (ҳаммаси)	848 ± 13 МэВ/с	898 ± 8 МэВ/с
$\langle p \rangle$ ($p > 150 \text{ МэВ/с}$)	874 ± 13 МэВ/с	936 ± 9 МэВ/с
$\langle p_t \rangle$ (ҳаммаси)	$334 \pm$ 4МэВ/с	366 ± 2 МэВ/с
$\langle p_t \rangle$ ($p > 150 \text{ МэВ/с}$)	342 ± 4 МэВ/с	375 ± 2 МэВ/с
Υ	0.48 ± 0.01	0.50 ± 0.01
$\langle \text{Cos}\theta \rangle$ (ҳаммаси)	0.51 ± 0.01	0.52 ± 0.01
$\langle \text{Cos}\theta \rangle$ ($p > 150 \text{ МэВ/с}$)	0.53 ± 0.01	0.54 ± 0.01



1 -расм. 4.2 ГэВ/с импульсли nC(○)- ва pC(●)- таъсирлашувларидаги протонларнинг лаборатория координаталар системасида импульс бўйича тақсимоти.



2 -расм. 4.2 ГэВ/с импульсли $nC(o)$ - ва $pC(\bullet)$ - таъсирлашувларидаги протонларнинг лаборатория координаталар системасида кўндаланг импульси бўйича тақсимоти.

нейтрон сақланиши (0.64 эҳтимоллик билан), заряд алмашиниши жараёнларидан боғлиқ ($np \rightarrow pn$) (< 0.18 эҳтимолликда [14]).

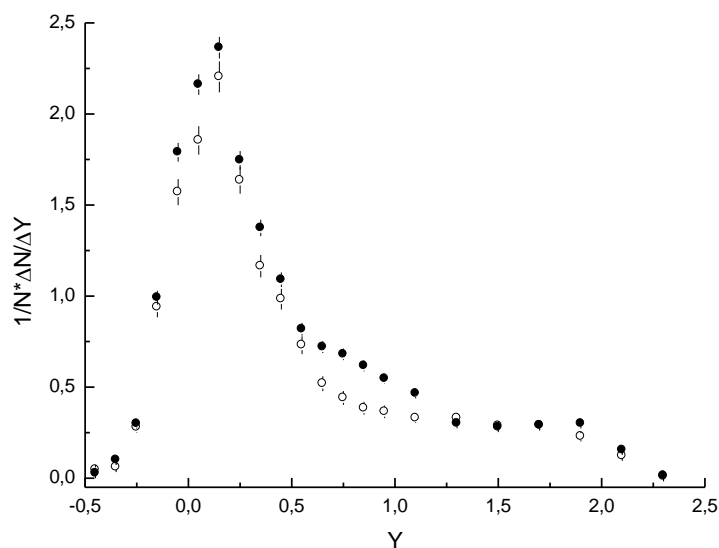
pC -таъсирлашувларида протонлар ўртача импульсларининг энг катта қийматлари пион ҳосил бўлмайдиган воқеаларда кузатилади: $pp \rightarrow pp$ жараёни 0.64 эҳтимолият билан протонлар импульси ошишига олиб келади, < 0.18 [14] эҳтимолликда юз берувчи заряд алмашинуви жараёни ($pn \rightarrow np$) эса $\langle p_p \rangle$ камайишига олиб келади. Реал ҳолатда пионларсиз воқеаларда $\langle p_p \rangle = 1085 \pm 16$ МэВ/с га, ҳамма воқеалар бўйича ўртача $\langle p_p \rangle = 936 \pm 9$ МэВ/с га тенг.

2 –расмда nC - ва pC -таъсирлашувларида ҳосил бўлган протонларнинг кўндаланг импульси p_t бўйича тақсимотлари келтирилган. Кўриниб турибтики, иккала тақсимот ҳам импульс бўйича бир хил боғлиқликка эга. Протонлар кўндаланг импульси ўртача қиймати 10% (жадвалга қаранг) га фарқ қилади. Қаралаётган тўқнашувларда протонлар ўртача кўпламлигидаги фарқ асосан $p_t < 1$ ГэВ/с областга тўғри келади, бу ерда pC -тўқнашувларида ҳосил бўлувчи протонлар кўндаланг импульси спектри кенглиги nC га қараганда 10% га кўп бўлади. $p_t > 1$ ГэВ/с областда қаралаётган спектрлар статистик четланишлар доирасида бир –бирига мос келади.

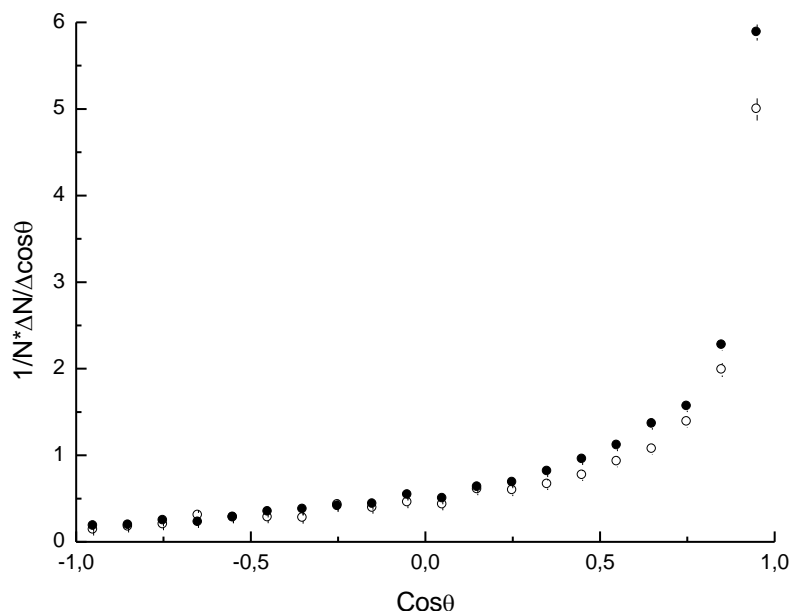
3 –расмда nC - ва pC -таъсирлашувларида лаборатория координаталари системасида ҳосил бўлган протонларнинг бўйлама тезкорлиги Y бўйича тақсимотлари келтирилган. 3 –расмдан кўриниб турибтики, протон спектрларидаги фарқлар $-0.1 < Y < 1.25$ марказий областда локаллашган. Нишон фрагментациясининг бир қисмида спектрларнинг бўйлама тезкорлигининг мос келиши тасодифий емас, балки кумулятив протонларнинг шаклланиши билан боғлиқ. Дарҳақиқат, $Y < -0,1$ йиғиндиси сонлар оралиғига $\beta > 1,3$ мос келишини кўрсатиш осон, бунда таърифига кўра, бундай протонлар кумулятив ҳисобланади. [15] да кўрсатилганки, π^-C -(40 ГэВ/с), pC -, 4HeC - ва CS да тўқнашувлар учун йиғилган протонларнинг ўртача кўплиги турга (зарядга)

боғлиқ емас ва масса тушган заррача ва $1,05 \pm 0,01$ га тенг. Протонлар, α -зарралар ва углерод ядроларининг тўқнашуви учун йиғилган ҳодисаларнинг улуши уларнинг умумий сонининг 10% ни ташкил етди. Ушбу ҳолатлар nC ва pC тўқнашувлари учун кўмүлатиф протонларни ишлаб чиқариш учун инклюзив кесмаларнинг мос келишига олиб келади. Шунингдек, биз ўқнинг парчаланиш минтақасида инклюзив протон тезлиги спектрларининг мос келишини таъкидлаймиз. Шу билан бирга, nC ва pC тўқнашуви тезлигининг ўртача қийматлари ҳам статистик хатолар чегарасига тўғри келади (жадвалга қаранг).

4-расмда nC ва pC тўқнашувларида лаборатория координата тизимида протонлар учиб чиқиш бурчакларининг косинус тақсимооти кўрсатилган. 4 -расмдан кўришиб



3 -расм.4.2 ГэВ/с импульсли nC(○)- ва pC(●)- таъсирлашувларида ҳосил бўлувчи протонларнинг лаборатория координаталар системасида бўйлама тезкорлиги бўйича тақсимооти.



4 -расм.4.2 ГэВ/с импульсли nC(○)- ва pC(●)- таъсирлашувларида ҳосил бўлувчи протонларнинг лаборатория координаталар системасида косинус чиқиш бурчаги бўйича тақсимооти.

турибдики, протон спектрлари орасидаги фарқ $\cos\theta > -0.25$ минтақада, $\cos\theta < -0.25$ минтақада еса спектрлар статистик хатолар чегарасида мос келади. Шу билан бирга, ушбу спектрларнинг ўртача қийматлари статистик хатолар чегарасига тўғри келади (жадвалга қаранг).

Хулоса қилиб, биз 4,2 ГеВ /с да nC ва pC тўқнашувларида протон ишлаб чиқаришнинг қиёсий таҳлили бўйича қисқача хулосаларни тақдим етамиз. pC тўқнашувларида протонларнинг ўртача кўплиги nC га қараганда каттароқдир, бу биринчи ҳолатда протоннинг сақланиш еҳтимоли ва бирламчи нейтроннинг протонга қайта зарядланиши ўртасидаги фарқ билан боғлиқ. Ушбу тўқнашувларда протонларнинг ўртача моментларининг фарқи ҳам юқоридаги ҳолатга боғлиқ. Мақсадли парчаланиш минтақасининг бир қисмидаги инклюзив протон ишлаб чиқариш кесмаларининг тўғри келиши, кумулятив протонларнинг ҳосил бўлиш хусусиятларига боғлиқ ва снарядларнинг парчаланиш минтақасида адрон-ядро тўқнашувига олиб келадиган бирламчи нуклоннинг таъсири билан боғлиқ.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. Бекмирзаев Р.Н., Гришин В.Г., Гаспарян А.П. и др., ЯФ **40**, 1477(1984).
2. Бекмирзаев Р.Н., Гришин В.Г., Муминов М.М. и др., ЯФ **39**, 1212(1984).
3. Бекмирзаев Р.Н., Гришин В.Г., Долейши И. и др., ЯФ **44**, 406(1986).
4. Бекмирзаев Р.Н., Гришин В.Г., Долейши И. и др., ЯФ **47**, 1284(1988).
5. Бекмирзаев Р.Н., Гришин В.Г., Долейши И. и др., ЯФ **49**, 1030(1989).
6. Бекмирзаев Р.Н., Ивановская И.А., Муминов М.М. и др., ЯФ **49**, 488(1989).
7. Бекмирзаев Р.Н., Гришин В.Г., Муминов М.М. и др., Препринт ОИЯИ. Р1-91-495, Дубна, 1991.
8. Олимов К., Бекмирзаев Р.Н., Петров В.И. и др. ДАН РУз №4, 29(2011).
9. А.И. Бондаренко и др., Препринт ОИЯИ, Р1-98-292, Дубна, 1998.
10. Гаспарян А.П., Гришин В.Г. и др., Препринт ОИЯИ. 1-80-778, Дубна, 1980.
11. Агакишиев Г.Н. и др., Препринт ОИЯИ, Р1-84-235, Дубна, 1984.
12. Ивановская И.А. Препринт ОИЯИ, Р1-91-264, Дубна, 1991.
13. Бекмирзаев Р.Н., Беляков В.А. Олимов К. и др. ДАН РУз №6, 36(2011).
14. Х.К. Олимов, ЯФ **71**, 427 (2008).
15. К. Олимов, С. Л. Лутпуллаев, Х. К. Олимов, В.И. Петров. ЯФ **72**, 604 (2009).