



РЕЛЯТИВ ХҮЧИЛТӨРӨГЧИЙН ИОНЫ ФОТОЭМУЛЬСЫЙН ХҮНД, ХӨНГӨН ЦӨМТЭЙ МӨРГӨЛДӨХ ПРОЦЕССЫГ АНГИЛАН ЯЛГАЖ, ТҮҮНИЙ ЦЭНЭГТ ХЭЛТЭРХИЙНҮҮДИЙН ГАРАЛТ БА РЕЛЯТИВ БӨӨМСИЙН ЦАГИРГАН ЦАЦАРГАЛТ

Р.Тогоо¹, Д.Отгонсүрэн¹, Т.Тулгаа¹, А.Төрсүх¹, Ж.Шинэбаяр²
¹ Физик технологийн хүрээлэн, Шинжлэх ухааны Академи, Монгол улс
² Монгол улсын Боловсролын Их сургууль
Цахим шуудан: togoomas@gmail.com

Редакцид ирүүлсэн: 2016.03.03

Товч агуулга: *Fritiof* загвар релятив хүчилтөрөгчийн ионы фотоэмульстэй харилцан үйлчилсэн үйлчлэлд үүссэн цэнэгт хоёрдогч бөөмсийн олонлог, сарнилын өнцөг ба псевдохурдцын туршилтын дүнгүүдийг сайн тохирон тайлбарлаж байгааг ашиглан, туршилагаар хэмжиж болдоггүй шагайлтын параметрийг олоод, түүнийг хэрэглэн уг ионы эмульсийн хүнд, хөнгөн цөмүүдтэй мөргөлдөх мөргөлдөөнийг анх удаа зөв ялгав. Сум ионы харилцан үйлчлэлд оролцоогүй хэлтэрхийнүүдийн бие биенээсээ үл хамааран задардгийг нь болон релятив бөөмсийн цахилгаан соронзон ба хүчтэй харилцан үйлчлэлцлүүдийн хамтын эффектийн хэт өндөр энергийн мужид ажиглагддаг нь 4.1А ГэВ энергид ч байгааг тус тус тогтоолоо.

Түлхүүр үг: *синхрофазотрон, загварчлал, ялтас, микроскоп, wavelet анализ, дөхүүлэлт*

ОРШИЛ

Цөмийн фотоэмульс нь найман атомын цөмүүдээс бүрэлдэн тогтдог. Эдгээр цөмүүд ямар нэгэн анхдагч объектуудтай жишээлбэл хүчилтөрөгчийн цөмтэй мөргөлдөх хөндлөн огтлолыг хувьчлан жагсаавал: протонтой (1.3%), нүүрстөрөгчтэй (7.1%), азоттой (2.2%), хүчилтөрөгчтэй (7.4%), бромтой (34.9%), мөнгөтэй (47.0%), иодтой (0.1%) ба хүхэртэй (0.0003%). $1\text{см}^3:10^{-22}$ эзэлхүүн дэх ГосНИИХИМФотопроект БР-2 эмульсийн цөмийг бүрэлдүүлсэн цөмийн тоо нь 3.15(H), 1.41(C), 0.395(N), 0.956(O), 1.0331(Br) ба 1.031(Ag) гэж харгалзана [1]. Адрон-цөм ба цөм-цөмийн харимхай бус харилцан үйлчлэлийн механизмыг фотоэмульсийн аргаар олон

бүтээлүүд хэвлэгдсэн бөгөөд эдгээр ажлуудад дээр дурдсан цөмүүдийг хүнд ба хөнгөн гэж ангилан судалгааг явуулж байсан [2-6]. “Хүнд” цөмүүдэд Br, Ag ба I-ийн цөмүүдийг, харин “хөнгөн” цөмүүдэд протоныг оролцуулан, C, N ба O-ийн цөмүүдийг оруулан бүлэглэдэг. Өнөөг хүртэл эмульсийн хүнд цөмтэй мөргөлдөх нөхцөл бол хар ба саарал бөөмсийн нийлбэр буюу $N_{h=b+g}$ нь 7-оос их харилцан үйлчлэлийн тохиолдлыг хамруулж байлаа, үлдсэн бүх тохиолдлуудыг хөнгөн цөмтэй мөргөлдсөн гэж үздэг. Энэ нөхцөлөөр ангилсан хөнгөн цөмийн тохиолдлуудад хүнд цөмтэй мөргөлдсөн үйлчлэлүүд *Fritiof* [7] загварчлалаар 46% хамрагдаж байна



(Зураг 1-ийн баруун дээд талд үзүүлсэн улаан шугамын доод хэсэгт харгалзаж байгаа хөх цэгүүд бөгөөд хөнгөн цөмийн тохиолдлуудаас 2 дахин их). Иймээс хүнд, хөнгөн цөмтэй мөргөлдөх тохиолдлуудыг өндөр нарийвчлалтайгаар ялгах арга урган гарч байна.

Бид энэ ажилд Fritiof загварчлал туршилтын дүнтэй тохирч байгааг харгалзан, уг загварчлалыг түшиглэн хүнд, хөнгөн цөмтэй мөргөлдсөн тохиолдлуудыг ялгах нэгэн арга боловсруулсныг толилуульж байна.

Фотоэмульсийн туршилтын уламжлалт технологиор тухайн харилцан үйлчлэлд үүссэн хоёрдогч цэнэгт бөөмсийг дараах

бүлэгт хуваадаг [8]:

- Хар бөөмс (black) нь бай цөмөөс төрсөн нэг ба олон цэнэгт ууршилтын процессын хэлтэрхийнүүд;
- Саарал бөөмс (grey) бол түүний эмульс дотор явсан замын урт нь 3 мм-ээс ихтэй цэнэгт бөөмс. b ба g бөөмс нь харьцангуй хурд $\beta < 0.7$ бүхий бай цөмийн хэлтэрхийнүүд;
- Хурдан (релятив) s бөөмс (shower) нь $\beta \geq 0.7$ бүхий релятив бөөмс бөгөөд бай цөмийн хэлтэрхийнүүдийн биет өнцгөөс гадуур нисэн гарсан бөөмс;
- f бөөмс (fragments) нь $\beta \sim 0.99$ бүхий сум цөмийн хэлтэрхийнүүд юм.

ХҮНД, ХӨНГӨН ЦӨМТЭЙ МӨРГӨЛДӨХИЙГ АНГИЛАН ЯЛГАХ НЭГЭН АРГА

158 А ГэВ/с импульстэй хар тугалганы релятив ион фотоэмульсийн гурван бүлэг (p , CNO ба AgBr) цөмүүдтэй мөргөлдөх мөргөлдөөнийг FRITIOF [9, 7] загвараар ялгасан үр дүнг анх гаргаж хэвлүүлжээ [10]. Энэ ажилд хэрэглэсэн санааг өргөжүүлэн 4.1 А ГэВ/с импульстэй хүчилтөрөгчийн ионы фотоэмульсийг бүрдүүлэгч протон ($^{16}\text{O}+p$), хөнгөн цөмийн бүлэг ($^{16}\text{O}+\text{CNO}$) ба хүнд цөмийн бүлэг ($^{16}\text{O}+\text{AgBr}$)-ийн хувьд Fritiof загвараар шагайлтын параметр b (fm)-ээр дээрх мөргөлдөөнөөр үүссэн бүх цэнэгт бөөмс (N_{ch}), хар (N_b), саарал (N_g), релятив (N_s) ба анхдагч хүчилтөрөгчийн ионы харимхай бус харилцан үйлчлэлд оролцоогүй нуклонууд ба ионууд (N_f)-ийн 2 хэмжээст тархалтыг судалж үзлээ (Зураг 1). Зураг 1-т үзүүлсэн дүнгээс харахад N_{ch} ба b хэмжигдэхүүнүүдээр байгуулсан 2 хэмжээст тархалтад хамгийн бага давхцлуудын мужууд ажиглагдаж байна. Тухайлбал $5\text{fm} < b < 10\text{fm}$ бөгөөд $N_{ch} < 15$ үед хүнд (хөх өнгөөр тэмдэглэсэн) ба хөнгөн (ногооноор) цөмүүдийн хоорондох ба $2\text{fm} < b < 5\text{fm}$ бөгөөд $N_{ch} < 10$ мужид хөнгөн ба протоны (улаанаар) хоорондох давхцлууд бага байгаагаас энэ 2 хэмжээст тархалтыг туршилтын өгөлтүүдээр байгуулах зорилт

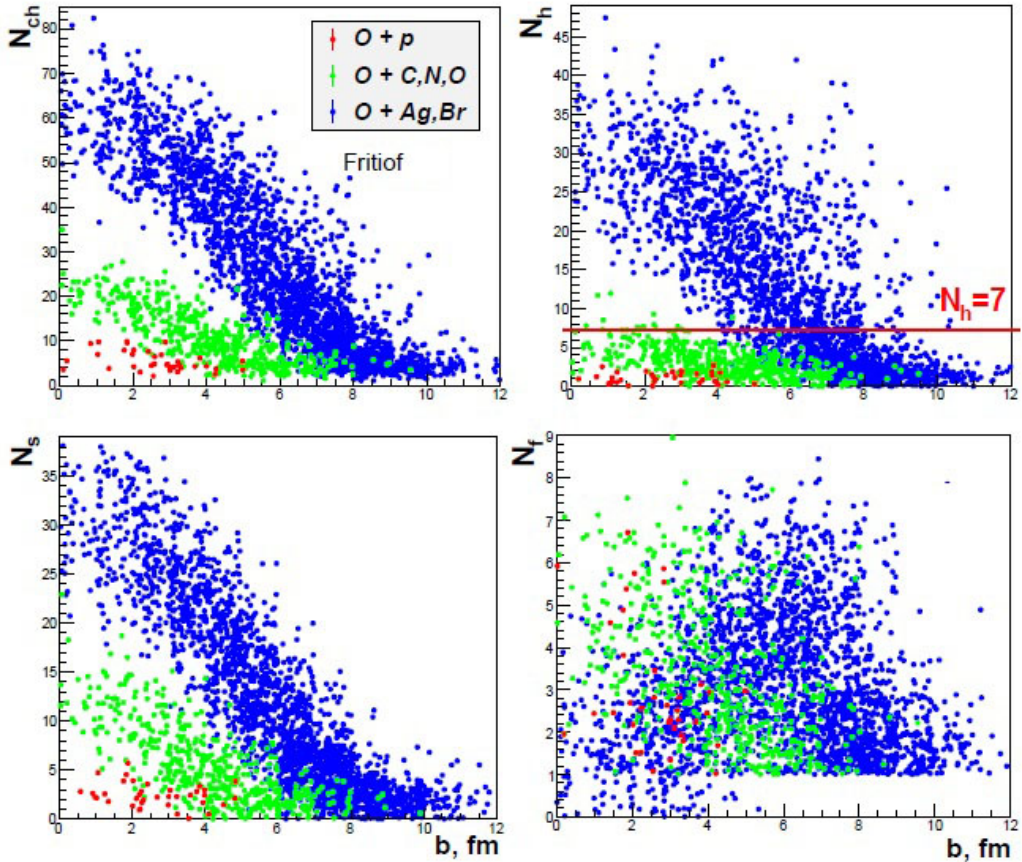
тавин, туршилтаар шууд хэмжиж чаддаггүй шагайлтын параметрийн утгуудыг шинээр нэмж оруулна.

Юуны өмнө Fritiof загвар нь N_{ch} хувьсагчаар туршилтын өгөгдлүүд (Зураг 2) ба хар, саарал, релятив, сум цөмийн хэлтэрхийнүүдийн дундаж утгууд хэрхэн тохирч байгааг нэмж судалсан (Зураг 3). Зураг 2 ба 3-аас үзэхэд Fritiof загвар туршилтын үр дүнгүүдийг сайн тайлбарлаж байна. Бид онол-туршилтын харьцуулалтыг саяхан гүйцэтгэж хэвлүүлсэн [11].

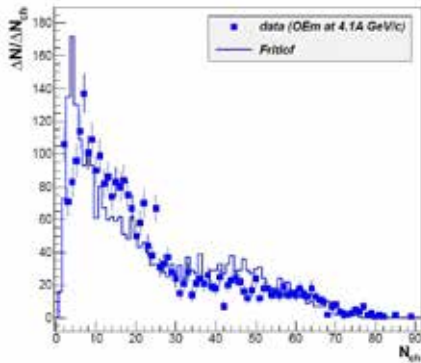
Хэрвээ нэгэн хэмжээст түгэлтээс wavelet технологиор тархалтын функцийг зөв сонгосон үед бидний хийх ажлыг хөнгөвчлөх боловч Фурье задаргааны Haar, Daubechies, Mexican hats, Morlet, Paul ба DOG функцүүд тохирохгүй учраас бид Гауссан төрлийн функцүүдийг сонгосон. Гэхдээ Fritiof загвараар N_{ch} -ийн утга болгонд шагайлтын параметрийн түгэлтийг хоёр болон нэг гауссын функцүүдээр $x^2/\text{NDF} \sim 1$ гэсэн үнэлгээтэй ба өндөр магадлал бүхий дөхүүлэлт хийгээд, түүнийгээ ашиглан, туршилтын хувьд b тархалтыг гаргаж авлаа. Жишээлбэл: Зураг 4-д үзүүлсэн 10 бүлэг зургуудад бүтэн олонлог нь $N_{ch}=1$ -ээс $N_{ch}=49$ хүртэл олонлог болгонд, дараа

нь $N_{ch}=49$ -ээс $N_{ch}=61$ хүртэл олонлогийн 2 утгыг нэгтгэн 6 зураг, $N_{ch}=61-63$, 64-66, 67-70 хамгийн сүүлчийнх $N_{ch}=71-89$ гэсэн олонлогт харгалзсан 4 зураг байгуулж, туршилтын эх материалд шагайлтын

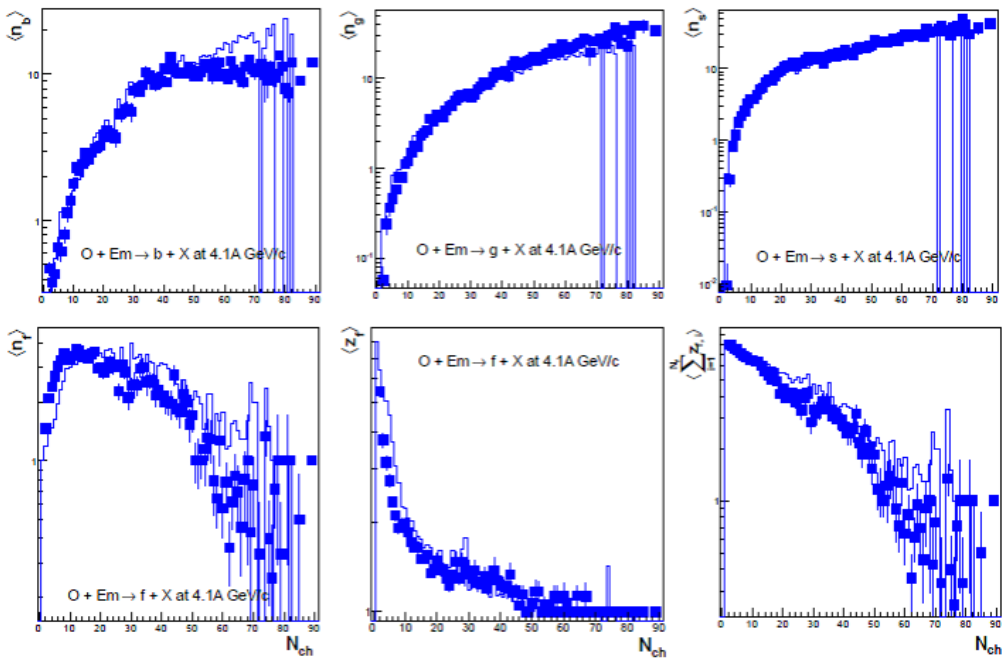
параметрийг нэмж оруулан, тавьсан зорилтоо биелүүлсэн. Нийт 58 зургуудын дүнг нэгтгэн дараах 2 хэмжээст тархалтыг гаргав.



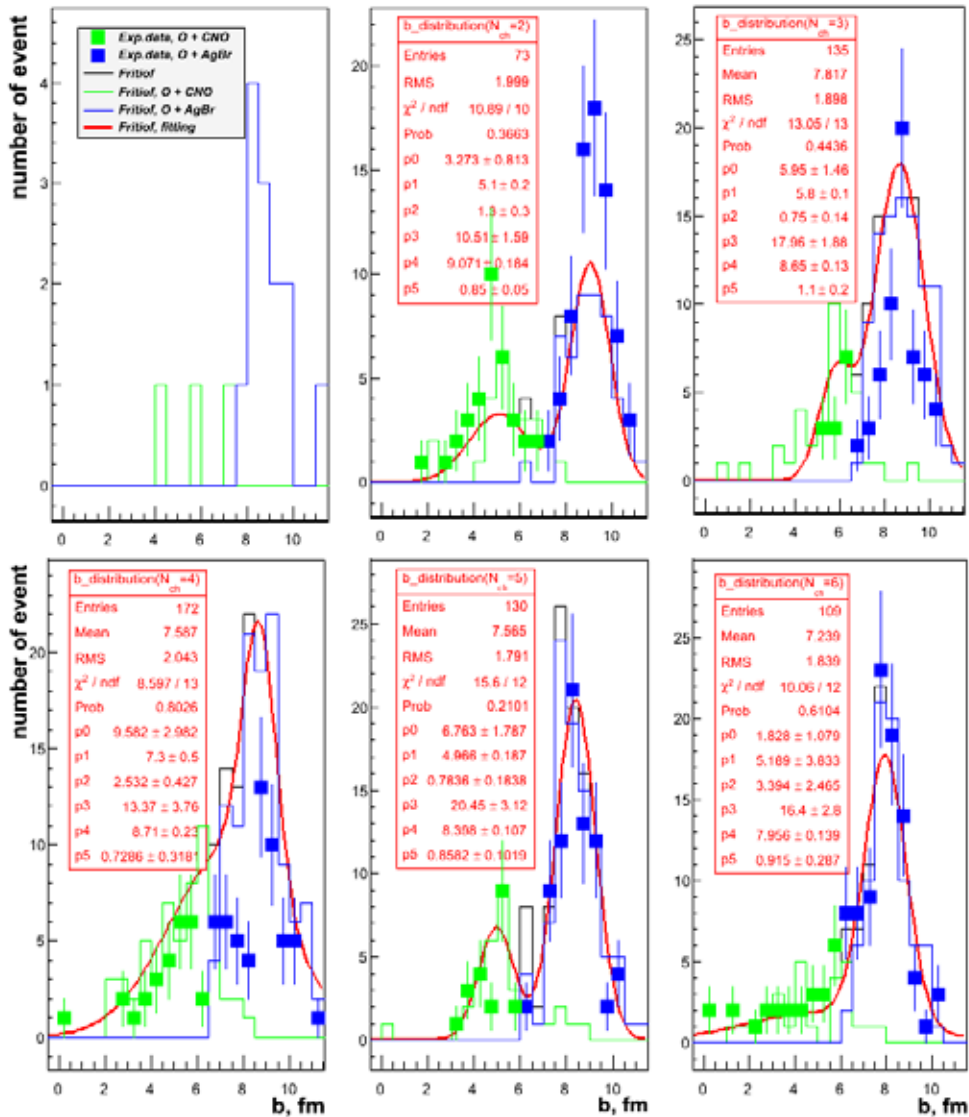
Зураг 1. 4.1 А ГЭВ-ийн үед $^{16}\text{O}+\text{Et}$ мөргөлдөөнд Fritiof загвараар эмульсийн гурван төрлийн байны хувьд тооцоолсон шагайлтын параметр b (fm)-ээс бүх цэнэгт бөөмс (N_{ch})-ийн 2 хэмжээст тархалт (зүүн дээд талынх), баруун дээд талд хүнд бөөмс (N_h)-д (энд улаан шулуунаар хүнд, хөнгөн цөмүүдийн мөргөлдөөнийг ялгаж байсан заагийг тэмдэглэв), зүүн доод талд релятив бөөмс (N_s)-д ба баруун доод талд сум цөмийн хэлтэрхийнүүд (N_f)-д тус тус харгалзсан тархалтууд. Хөх өнгөөр $^{16}\text{O}+\text{AgBr}$, ногооноор $^{16}\text{O}+\text{CNO}$, харин улаан өнгөөр $^{16}\text{O}+p$ мөргөлдөөнийг тус тус тэмдэглэсэн b -ээс хамаарсан олонлогийн 2 хэмжээст хамаарлууд.



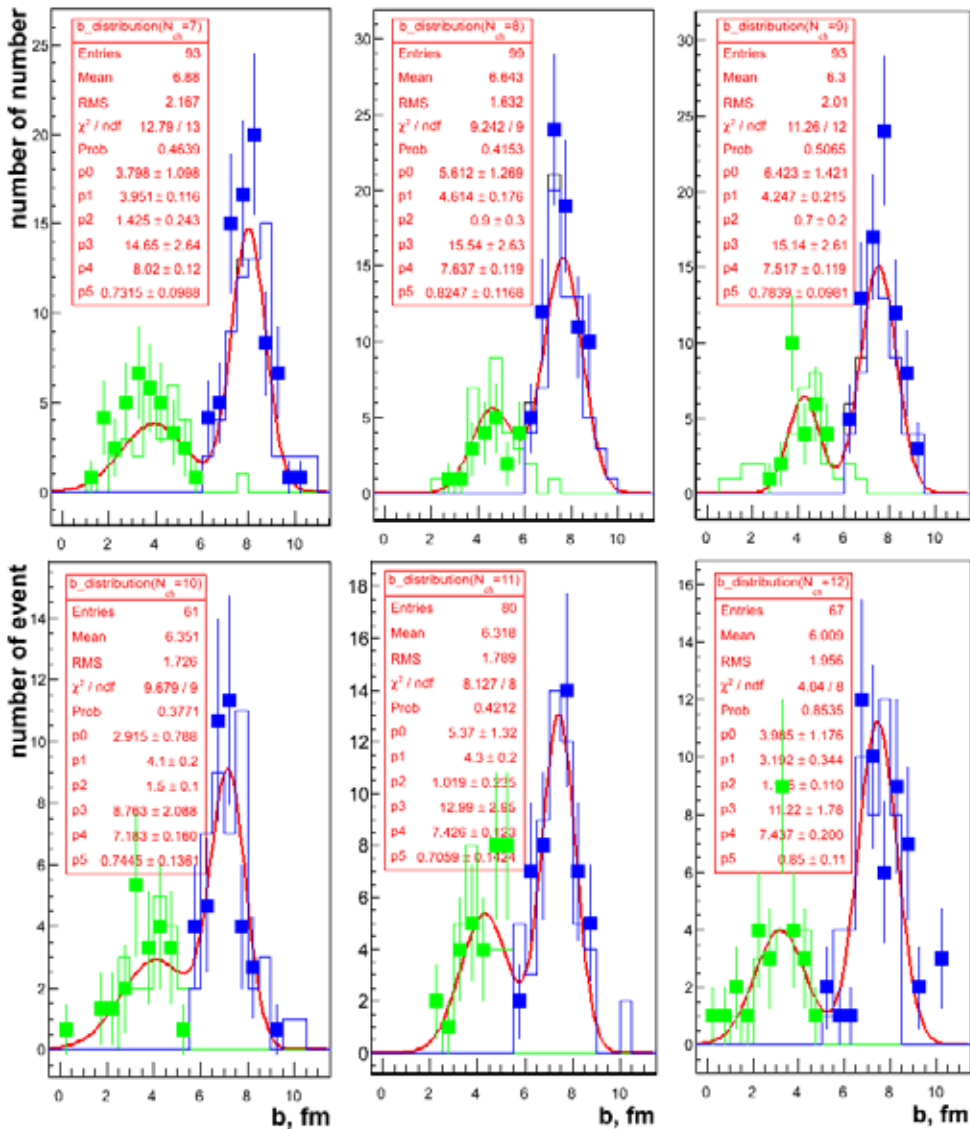
Зураг 2. $^{16}\text{O}+\text{Em}$ харимхай бус харилцан үйлчлэлийн цэнэгт бөөмсийн олонлогийн түгэлт (туршилтын дүнг хөх дөрвөлжингөөр тэмдэглэсэн). Гистограммаар бол Fritiof загвараар тооцоолсон цэнэгт бөөмсийн олонлогийн түгэлт.



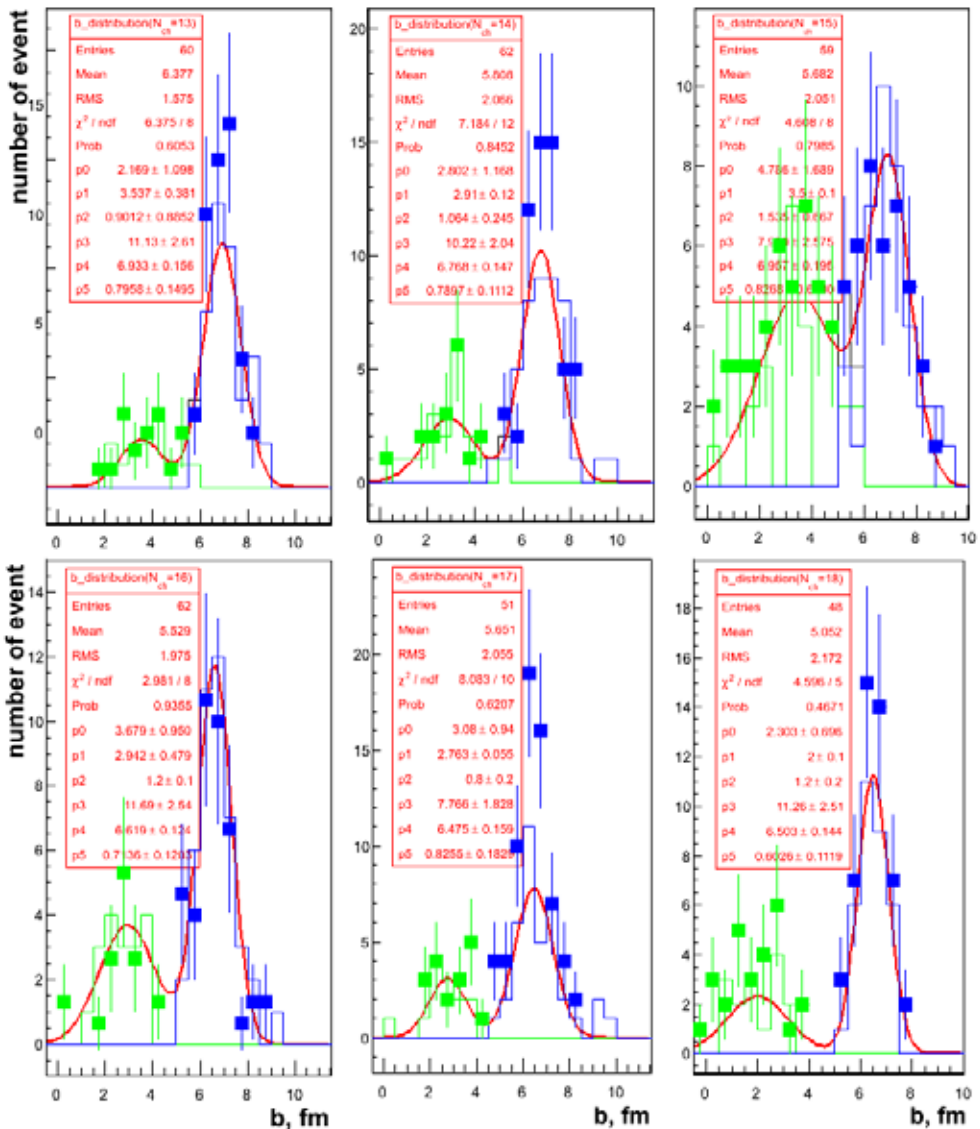
Зураг 3. $^{16}\text{O}+\text{Em}$ харимхай бус харилцан үйлчлэлийн b бөөмсийн (дээд талын зүүн хэсэгт), g бөөмсийн (дээд талын дундах), s бөөмсийн (дээд талын баруун хэсэгт), f бөөмсийн (доод талын зүүн хэсэгт) дундаж олонлогуудын түгэлтүүд, харин доод талын дунд хэсэгт f бөөмсийн цэнэг (z_f)-ийн ба доод талын баруун хэсэгт харилцан үйлчлэлийн тохиолдол болгонд f бөөмсийн цэнэгүүдийн нийлбэр (ΣZ_f)-ийн тархалтууд. Тэмдэглэл нь Зураг 2-той адилхан.



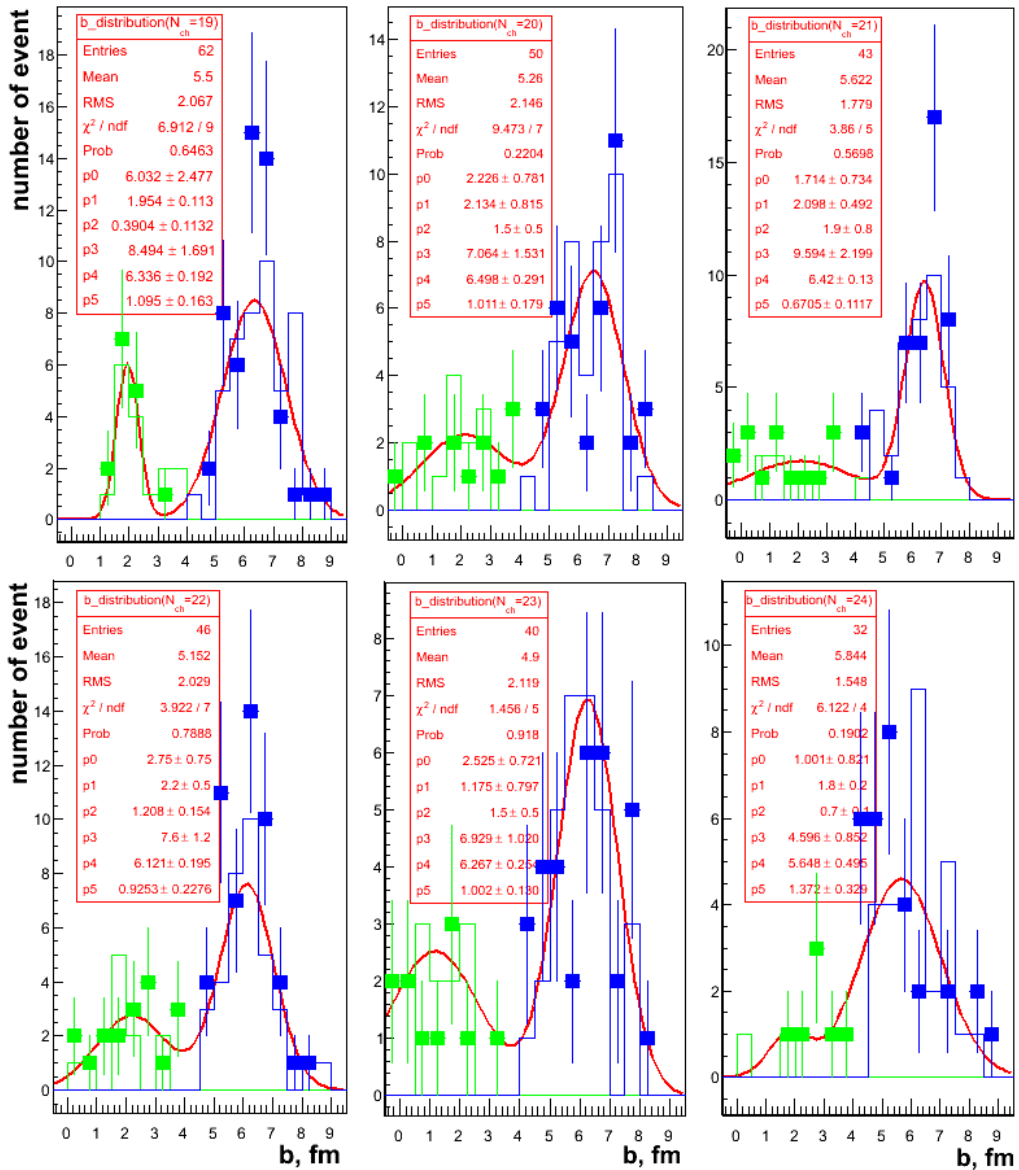
Зураг 4а. Шагайлтын параметр b -ийн тархалтууд. Дээд талын зүүн хэсэгт бүх цэнэгт бөөмсийн олонлог нэгтэй тэнцүү ($N_{ch}=1$) үед Fritiof загвараар тооцоолсон $^{16}\text{O}+\text{CNO}$ үйлчлэлд харгалзан b -ийн түгэлт (ногоон гистограммаар), харин $^{16}\text{O}+\text{AgBr}$ үйлчлэлд харгалзан b -ийн түгэлт (хөх гистограммаар), дээд талын дунд хэсэгт хоёр олонлогтой ($N_{ch}=2$) үед Fritiof загвараас гадна улаан муруйгаар түүнийг 2 гауссын нийлбэр функцээр дөхүүлэлт хийснийг ашиглан, туршилтын өгөдлүүдийг шинээр гарган авсан b -ийн түгэлт. Энд ногоон дөрвөлжингөөр хөнгөн, хөх дөрвөлжингөөр хүнд цөмийн харилцан үйлчлэлд харгалзан туршилтын дүнгүүд. Дээд талын баруун хэсэгт гурван олонлогтой ($N_{ch}=3$), доод талын зүүн хэсэгт дөрвөн ($N_{ch}=4$), дунд хэсэгт тав ($N_{ch}=5$) ба баруун хэсэгт зургаан олонлогтой ($N_{ch}=6$) тохиолдлуудад тус тус харгалзан b -ийн түгэлтүүд.



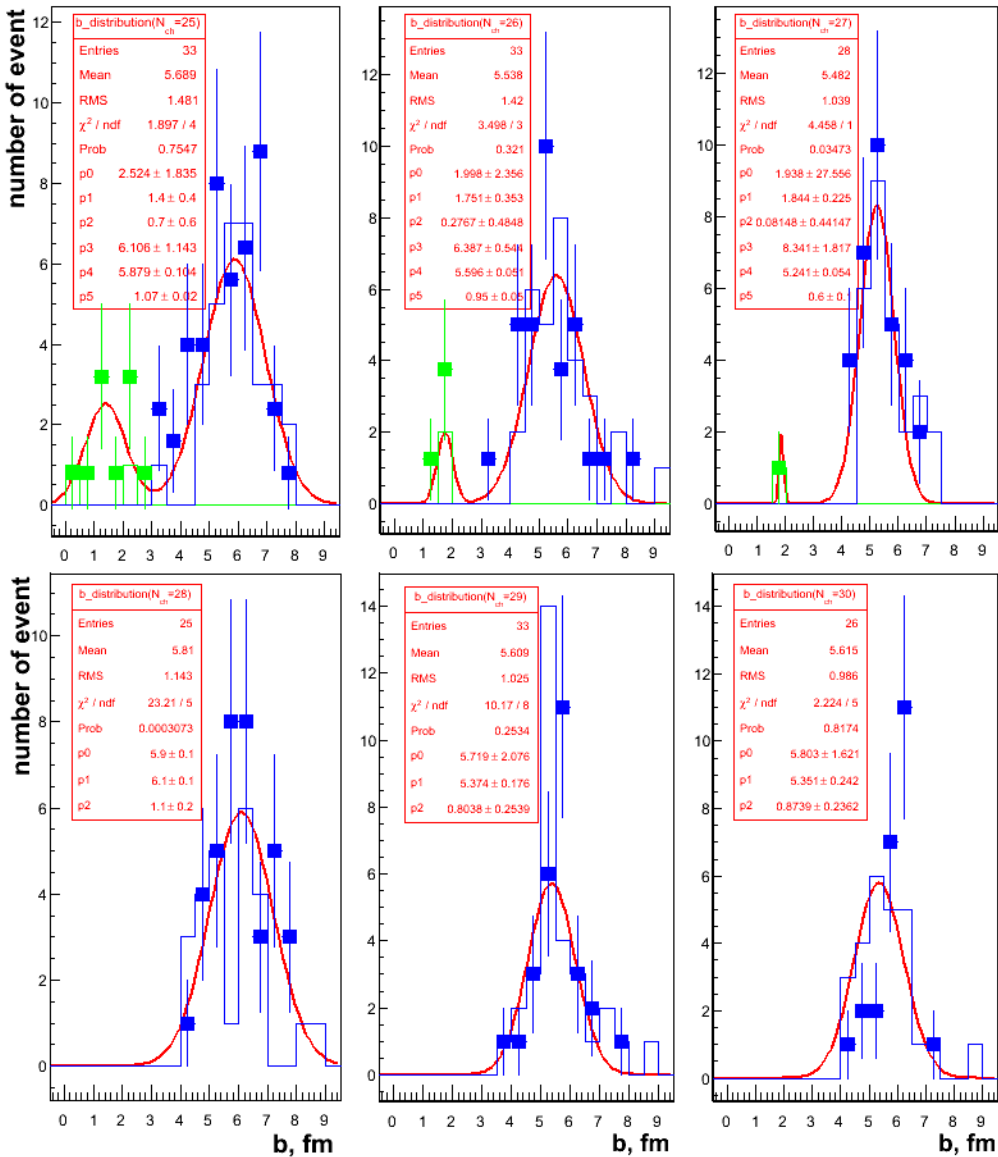
Зураг 4b. Дээд талын зүүн хэсэгт бүх цэнэгт бөөмсийн долоон олонлогтой ($N_{ch}=7$) үед хөнгөн, хүнд цөмтэй харгалзсан b -ийн түгэлтүүд бол дээд талын дунд хэсэгт найман олонлогтой ($N_{ch}=8$), дээд талын баруун хэсэгт ёсон олонлогтой ($N_{ch}=9$), доод талын зүүн хэсэгт арван ($N_{ch}=10$), дунд хэсэгт арван нэг ($N_{ch}=11$) ба баруун хэсэгт арван хоёр олонлогтой ($N_{ch}=12$) тохиолдлуудад тус тус харгалзсан b -ийн түгэлтүүд. Тэмдэглэл нь Зураг 4a-тай адилхан.



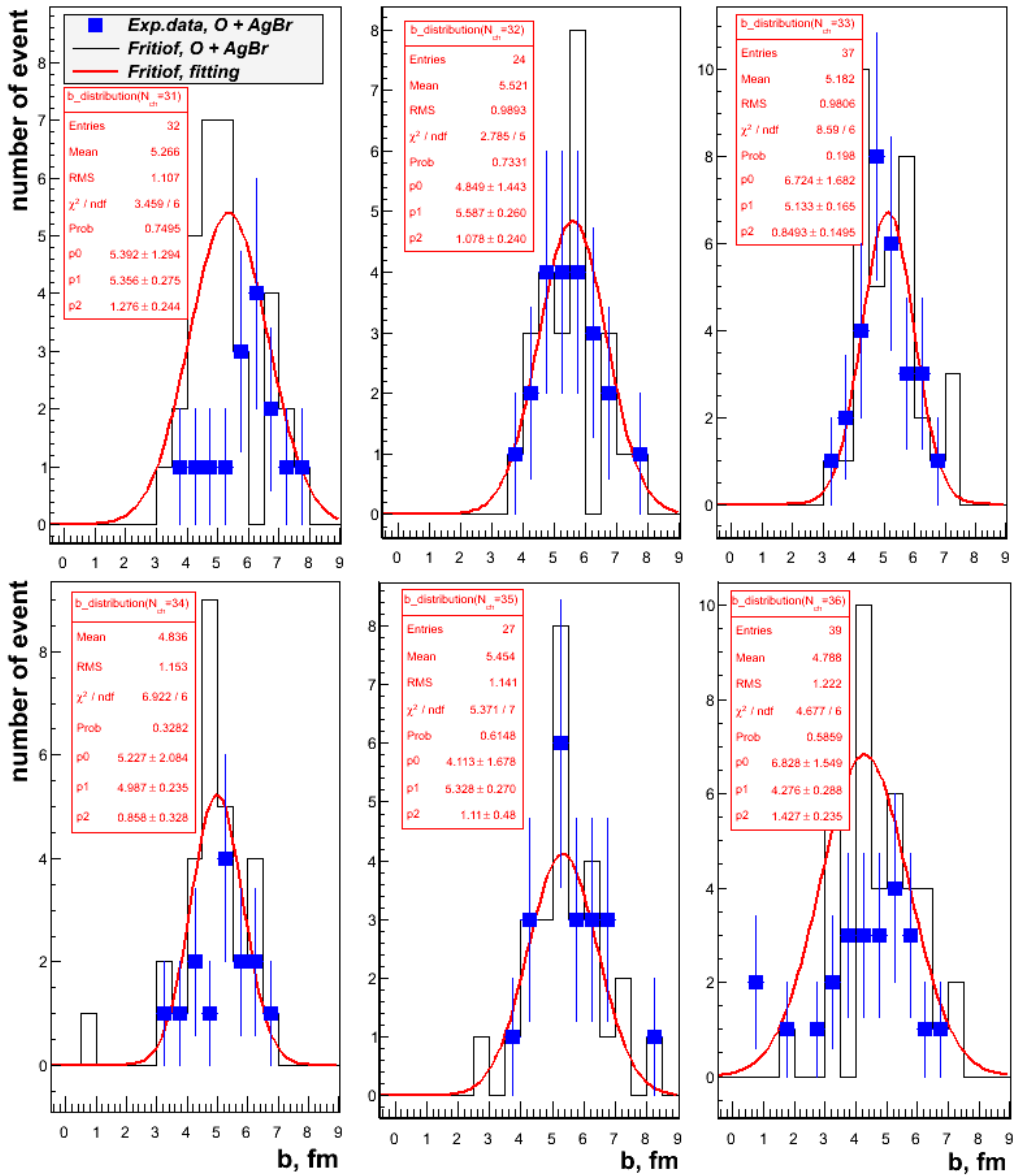
Зураг 4с. Дээд талын зүүн хэсэгт бүх цэнэгт бөөмсийн арван гурван олонлогтой ($N_{ch}=13$) үед хөнгөн, хүнд цөмтэй харгалзсан b -ийн түгэлтүүд бол дээд талын дунд хэсэгт арван дөрвөн олонлогтой ($N_{ch}=14$), дээд талын баруун хэсэгт арван таван олонлогтой ($N_{ch}=15$), доод талын зүүн хэсэгт арван зургаа ($N_{ch}=16$), дунд хэсэгт арван долоо ($N_{ch}=17$) ба баруун хэсэгт арван найман олонлогтой ($N_{ch}=18$) тохиолдлуудад тус тус харгалзсан b -ийн түгэлтүүд. Тэмдэглэл нь Зураг 4а-тай адилхан.



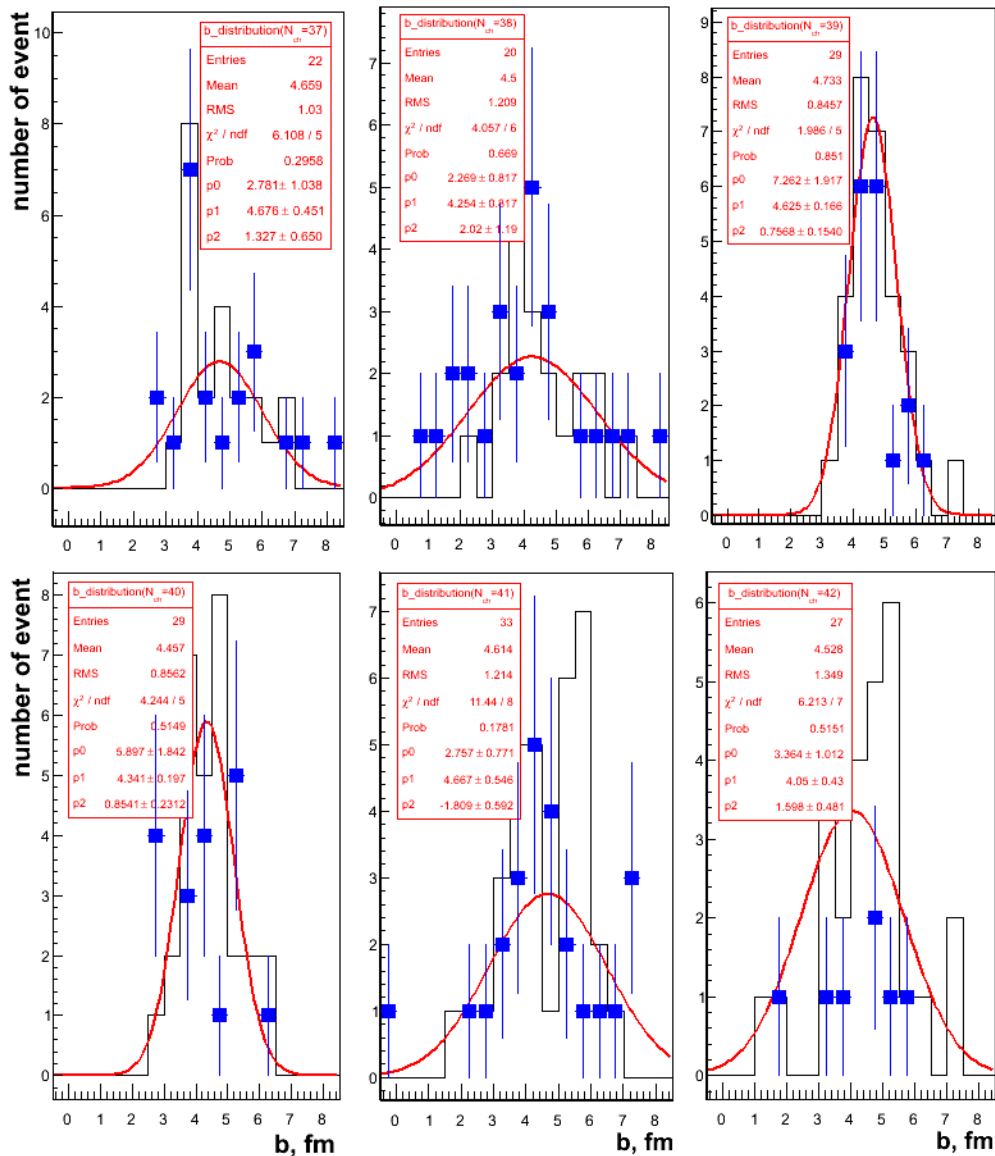
Зураг 4d. Дээд талын зүүн хэсэгт бүх цэнэгт бөөмсийн арван есөн олонлогтой ($N_{ch}=19$) үед хөнгөн, хүнд цөмтэй харгалзсан b -ийн түгэлтүүд бол дээд талын дунд хэсэгт хорин олонлогтой ($N_{ch}=20$), дээд талын баруун хэсэгт хорин нэгэн олонлогтой ($N_{ch}=21$), доод талын зүүн хэсэгт хорин хоёр ($N_{ch}=22$), дунд хэсэгт хорин гурван ($N_{ch}=23$) ба баруун хэсэгт хорин дөрвөн олонлогтой ($N_{ch}=24$) тохиолдлуудад тус тус харгалзсан b -ийн түгэлтүүд. Тэмдэглэл нь Зураг 4a-тай адилхан.



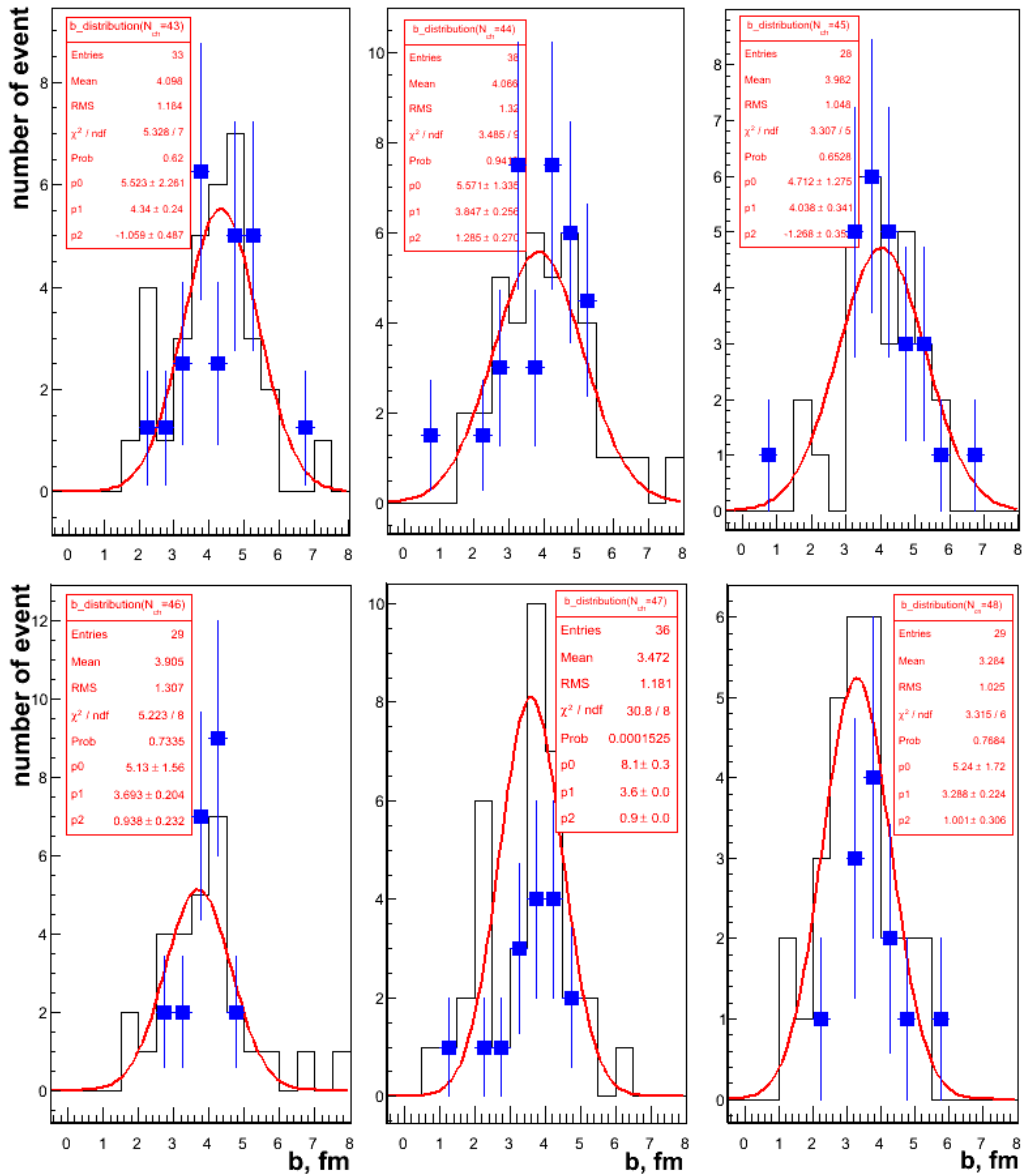
Зураг 4е. Дээд талын зүүн хэсэгт бүх цэнэгт бөөмсийн хорин таван олонлогтой ($N_{ch}=25$) үед хөнгөн, хүнд цөмтэй харгалзан b -ийн түгэлтүүд бол дээд талын дунд хэсэгт хорин зургаан олонлогтой ($N_{ch}=26$), дээд талын баруун хэсэгт хорин долоон олонлогтой ($N_{ch}=27$), доод талын зүүн хэсэгт хорин найман ($N_{ch}=28$), дунд хэсэгт хорин есөн ($N_{ch}=29$) ба баруун хэсэгт гучин олонлогтой ($N_{ch}=30$) тохиолдлуудад тус тус харгалзан b -ийн түгэлтүүд. Тэмдэглэл нь Зураг 4а-тай адилхан.



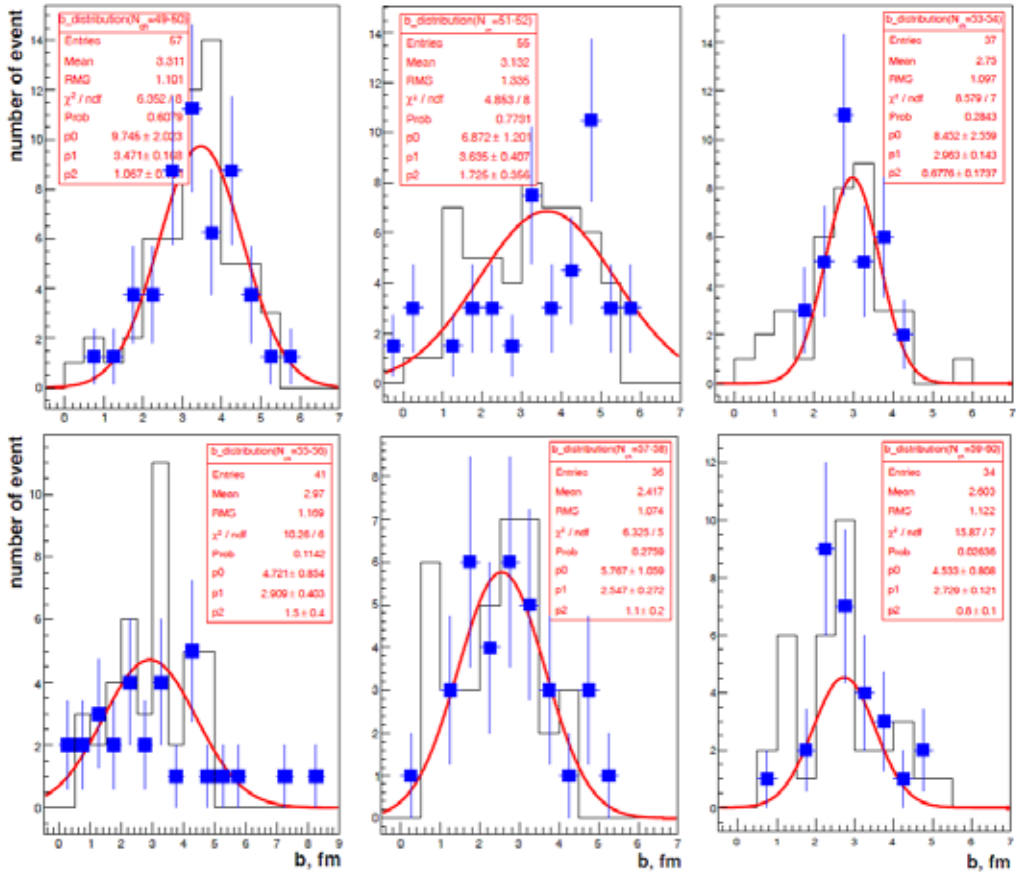
Зураг 4f. $^{16}\text{O} + \text{AgBr}$ харилцан үйлчлэл дэх $N_{ch}=31$ олонлогтой (дээд талын зүүн), $N_{ch}=32$ олонлогтой (дээд талын дундах), $N_{ch}=33$ олонлогтой (дээд талын баруун), $N_{ch}=34$ олонлогтой (доод талын зүүн), $N_{ch}=35$ олонлогтой (доод талын дундах), ба $N_{ch}=36$ олонлогтой (доод талын баруун) тохиолдолд дахь b -ийн түгэлтүүд. Хар гистограммаар Fritiof загварын үр дүн, улаан муруйгаар Fritiof загварын дөхүүлэлт ба хөх дөрвөлжингөөр туршилтын шинээр гаргасан b -ийн түгэлт.



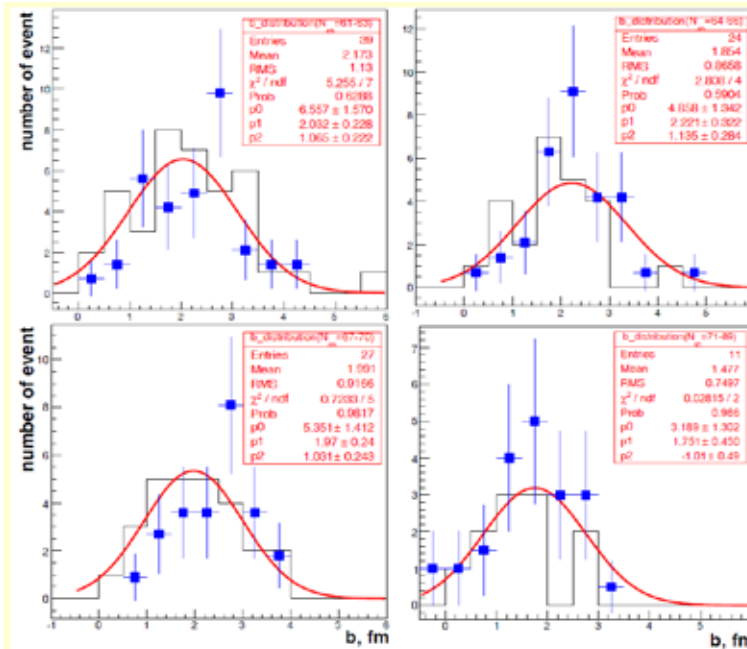
Зураг 4g. $^{16}\text{O}+\text{AgBr}$ харилцан үйлчлэл дэх $N_{ch}=37$ олонлогтой (дээд талын зүүн), $N_{ch}=38$ олонлогтой (дээд талын дундах), $N_{ch}=39$ олонлогтой (дээд талын баруун), $N_{ch}=40$ олонлогтой (доод талын зүүн), $N_{ch}=41$ олонлогтой (доод талын дундах), ба $N_{ch}=42$ олонлогтой (доод талын баруун) тохиолдолд дахь b -ийн түгэлтүүд. Тэмдэглэл нь Зураг 4f-тэй адилхан.



Зураг 4h. $^{16}\text{O} + \text{AgBr}$ харилцан үйлчлэл дэх $N_{ch}=43$ олонлогтой (дээд талын зүүн), $N_{ch}=44$ олонлогтой (дээд талын дундах), $N_{ch}=45$ олонлогтой (дээд талын баруун), $N_{ch}=46$ олонлогтой (доод талын зүүн), $N_{ch}=47$ олонлогтой (доод талын дундах), ба $N_{ch}=48$ олонлогтой (доод талын баруун) тохиолдолд дахь b -ийн түгэлтүүд. Тэмдэглэл нь Зураг 4f-тэй адилхан.



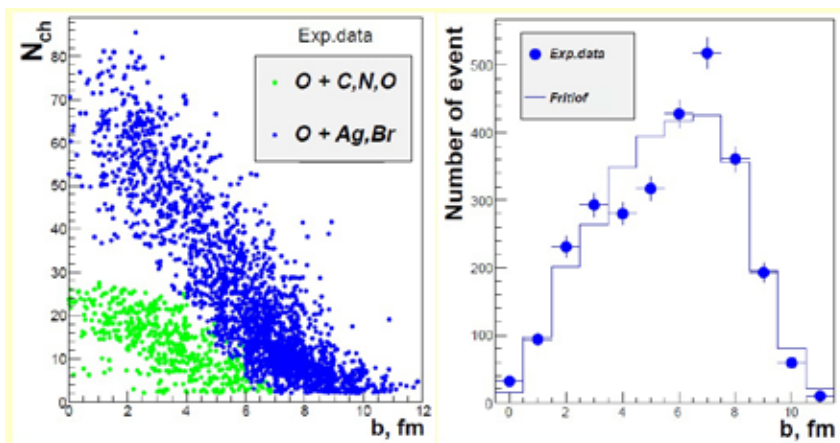
Зураг 4i. $^{16}O+AgBr$ харилцан үйлчлэл дэх $N_{ch}=49-50$ олонлогтой (дээд талын зүүн), $N_{ch}=51-52$ олонлогтой (дээд талын дундах), $N_{ch}=53-54$ олонлогтой (дээд талын баруун), $N_{ch}=55-56$ олонлогтой (доод талын зүүн), $N_{ch}=57-58$ олонлогтой (доод талын дундах), ба $N_{ch}=59-60$ олонлогтой (доод талын баруун) тохиолдолд дахь b -ийн түгэлтүүд. Тэмдэглэл нь Зураг 4f-тэй адилхан.



Зураг 4j. $^{16}O+AgBr$ харилцан үйлчлэл дэх $N_{ch}=61-63$ олонлогтой (дээд талын зүүн), $N_{ch}=64-66$ олонлогтой (дээд талын баруун), $N_{ch}=67-70$ олонлогтой (доод талын зүүн) ба $N_{ch}=71-89$ олонлогтой (доод талын баруун) тохиолдолд дахь b -ийн түгэлтүүд. Тэмдэглэл нь Зураг 4f-тэй адилхан.

Зураг 5-д туршилтын эх материалд шагайлтын параметрийг нэмж оруулснаа ашиглан, Fritiof загвараар Зураг 1-д үзүүлсэнтэй адилхан бүтэн олонлог N_{ch} ба b параметрийн 2 хэмжээст тархалт

байгуулахад, загварын тархалттай адилхан хэлбэртэй байгаагаас гадна b параметрийн түгэлтийг онол ба туршилтын дүнгүүд хоорондоо зохицож байгааг үзүүлээ.



Зураг 5. Туршилтын материалд нэмж шинээр оруулсан шагайлтын параметр b -ийн тархалтууд. Эхний зурагт b -ээс N_{ch} -ийн 2 хэмжээст тархалт, дараагийн зурагт b -ийн нэгэн хэмжээст түгэлтүүд.

СУМ ХҮЧИЛТӨРӨГЧИЙН ЦЭНЭГТ ХЭЛТЭРХИЙНҮҮДИЙН ГАРАЛТ

Цөм хурдсаж явахдаа задардаг онцлогийг судласан [12]. Эдгээр хэлтэрхийнүүдийн олонлогууд релятив цөм нь бай объектын хөнгөн ба хүнд цөмтэй харилцан үйлчлэх мөргөлдөөнд байн төрлөөс хамаарах, үл хамаарах зүй тогтлыг мөн судласан билээ[13].

Бай цөмийн төрлөөс хэрхэн хамаарах нөхцөлийг сум цөмийн олон цэнэгтэй

хэлтэрхий үүссэн эсэхээс хамаарсныг судлан тогтоож байна. Жишээлбэл, энэ нөхцөл нь сум цөмийн цэнэг 2 ба түүнээс ихтэй тоо буюу $N_{f,z \geq 2}$ гэсэн тоо юм.

Фотоэмальсийн мөргөлдөөнд $N_{f,z \geq 2}$ -ийн гурван янзын утгад сум хүчилтөрөгчийн хэлтэрхийнүүдийн дундаж тоог түүний хувийн цэнэгийн төрлөөс хамааруулан судалж үзлээ (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. $z_{f \geq 2}$ цэнэг бүхий сум цөмийн хэлтэрхийнүүдийн тоо ($N_{f,z \geq 2}$)-ны гурван өөр утгад хүчилтөрөгчийн ионы хөнгөн ба хүнд цөмтэй мөргөлдсөн мөргөлдөөнд үүссэн тус хэлтэрхийнүүдийн дундаж олонлогууд.

Үзүүлэлт		Харилцан үйлчлэлийн төрлүүд	
$N_{f,z \geq 2}$	z_f	O + CNO	O + AgBr
0	1	3.18±0.17 (2.83)*	1.77±0.05 (1.37)
1	1	1.71±0.09 (0.48)	1.63±0.05 (0.38)
	2	0.41±0.03 -	0.44±0.01 (0.07)
	3	0.06±0.01 (0.03)	0.04±0.01 (0.02)
	4	0.03±0.01 (0.05)	0.05±0.01 (0.04)
	5	0.07±0.01 (0.08)	0.08±0.01 (0.06)
	6	0.16±0.02 (0.11)	0.16±0.01 (0.11)
	7	0.16±0.02 (0.40)	0.13±0.01 (0.29)
2	8	0.22±0.17 (0.28)	0.08±0.01 (0.21)
	1	1.41±0.08 (0.78)	1.34±0.05 (0.76)
	2	1.99±0.05 (0.72)	2.01±0.03 (1.18)
	3	0.09±0.02 (0.02)	0.09±0.01 (0.03)
	4	0.08±0.02 (0.11)	0.07±0.01 (0.06)
	5	0.04±0.01 (0.04)	0.07±0.01 (0.04)
	6	0.06±0.02 (0.21)	0.08±0.01 (0.12)
	7	- (0.03)	0.01±0.01 (0.05)
	8	- (0.01)	- (0.02)

*Хаалтад Fritiof загварын дүнгүүд.

Энэ хүснэгтээс үзэхэд $N_{f,z \geq 2}=0$ үед дундаж олонлогууд бай цөмийн төрлөөс хамаарч байна (тодоор онцгойлон тэмдэглэсэн). $N_{f,z \geq 2}=1$ ба ≥ 2 нөхцөлүүдэд

дундаж олонлогууд бай цөмийн төрлөөс хамаарагүй зүй тогтол урьд ажиглагдсан нь цөм дотор хувьсадаг кластер байж болохыг нь дахин батлагдлаа [13].

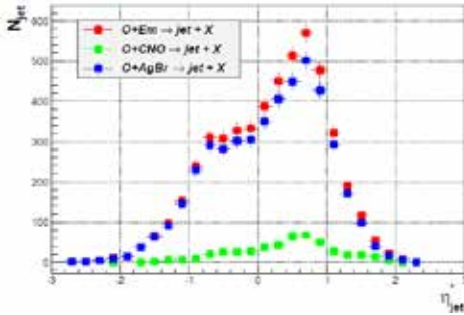
РЕЛЯТИВ БӨӨМСИЙН ЦАГИРГАН ҮЗЭГДЭЛ

Өндөр хурдтай объект материаллаг орчин дотор өнгөрөхдөө цагираг төстэй гэрэл цацаргадаг үзэгдлийг релятив ионы мөргөлдөөнд илрэхийг олон ажлуудад судалжээ [14]. Энэ үзэгдэл Черенковын цацаргалт ба Махын долгионууд шиг цахилгаан соронзон хүчнүүд болон хүчтэй

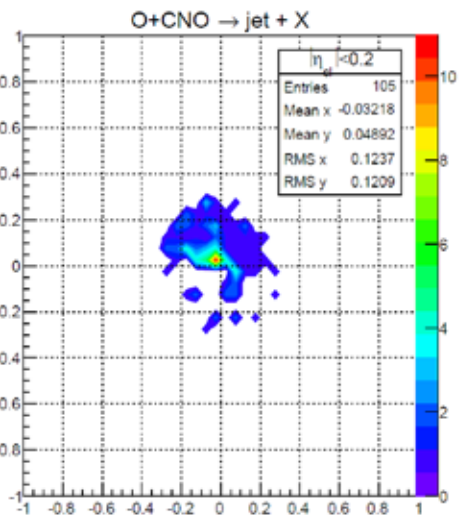
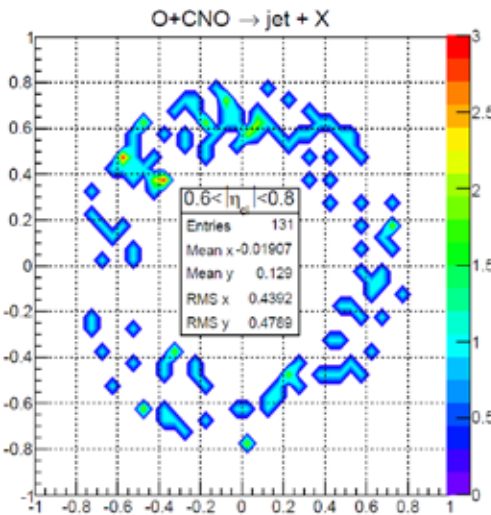
харилцан үйлчлэлийн хамтын эффект билээ. Эхлээд бид Cambridge/Aachen хэмээх олгойдох процессын энгийн алгоритм [15]-ыг ашиглан, энэ үзэгдэлд харгалзах нуклон-нуклоны лабораторийн системээс массын төвийн системд шилжүүлсэн псевдохурдац буюу η_{jet}^* -ийн түгэлтийг байгуулж үзэхэд

(Зураг 6), $0.6 < \eta_{jet}^* < 0.8$ үед тэмээний бөх шиг хоёр орой байгааг ажиглаад, эдгээрт харгалзах η^* -ф хавтгай дээр байн диаграмм байгууллаа (Зураг 7). Энд зүүн талын бөх нам байгаа нь байнаас үүссэн бөөмс адроны олгойдох загварт оруулаагүйгээс

шалтгаалсан. Фотоэмульсийн аргаар хуримтлуулсан цөм-цөмийн мөргөлдөөнд олгойдох үзэгдлийг бид өмнө судалсан [16,17], тэнд хэрэглэсэн алгоритмыг сайжруулан дахин хэрэглэв.



Зураг 6. 4.1 А ГэВ энергитэй хүчилтөрөгчийн ион фотоэмульсийн хөнгөн, хүнд цөмтэй харилцан үйлчилсэн үйлчлэлээр үүссэн релятив бөөмсийн олгойдох алгоритмаар уг процессын псевдохурдцын тархалтууд.



Зураг 7. 4.1 А ГэВ энергийн мужид хүчилтөрөгчийн ион фотоэмульсийн хөнгөн, хүнд цөмтэй харилцан үйлчилсэн үйлчлэлээр үүссэн релятив бөөмсийн олгойдох алгоритмаар уг процессын псевдохурдцын $0.6 < \eta_{jet}^* < 0.8$ завсарт харгалзсан байн диаграммуудын тархалтууд. Эхний хэсэгт хөнгөн цөмтэй мөргөлдсөнд, харин дараачийн хэсэгт хүнд цөмтэй мөргөлдсөнд харгалзсан цагирагнууд.

ДҮГНЭЛТ

Дубнагийн Синхрофазотроны энергийн мужид релятив цөм-цөмийн мөргөлдөөний туршилтын өгөгдлүүд Fritiof загварынхтай тохирон зохицож байгааг ашиглан, онолын дүнгүүд дээр тулгуурлаад, анхдагч цөм фотоэмульсийг бүрдүүлэгч хүнд (Ag, Br-

ийн бүлэг) ба хөнгөн (протоныг оролцуулан C, N, O-ийн бүлэг) цөмтэй тус тусад нь харилцан үйлчилсэн үйлчлэлийг анх удаа зөв ангилан ялгаад, дараах үр дүнд хүрлээ:

- $N_h < 8$ нөхцөлөөр хүчилтөрөгчийн ионы эмульсийн хөнгөн цөмтэй



харилцан үйлчлэлийн тохиолдлыг ялгасан үед хүнд цөмтэй мөргөлдсөн тохиолдлуудаас онолын загвараас тооцож үзэхэд байх ёстой хөнгөн цөмийн тохиолдлуудаас 2 дахин их тохиолдлууд хүнд цөмтэй үйлчилснээс нэмэгдэн оролцож байсныг арилгав;

- Хүчилтөрөгчийн ионы

харилцан үйлчлэлд оролцоогүй хэлтэрхийнүүдийн бие биенээс үл хамааран үүсдэг нөхцөлийг тогтоосон;

- Хэт өндөр энергийн мужид илэрдэг Черенковын цацаргалт ба Махын долгионуудын төрөл болох хамтын эффект 4.1 А ГэВ энергийн мужид ч ажиглагдаж байна.

ТАЛАРХАЛ

Доктор Б.Хүрэлбаатарт зөвлөгөө өгсөнд талархал илэрхийлье. Өнгөрсөн зууны сүүлийн хагаст фотоэмульсийн камерыг амжилттай бэлтгэсэн Цөмийн шинжилгээний нэгдсэн институтийн Их энергийн физикийн лаборатори дахь Фотохимийн тасгийн хамт олонд болон Синхрофазотрон дээр туршилт явуулахад оролцсон инженер-техникийн

мэргэжилтнүүдэд үргэлж талархдаг.

Зохиогчдийн нэг Р.Тогоо ШУА-ийн Хэл зохиолын хүрээлэнгийн Төвд судлалын тасгийн эрдэм шинжилгээний ажилтан, магистр Батжаргалын Лхагважавт бидний судалгааны ажлын товч утга санааг Монгол угсаатанд таниулахаар монгол бичгээр толилуулсанд гүнээ талархаж байна.

Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

1. К.Д.Толстов ба бусад, Препринт ОИЯИ, P1-8313, Дубна, 1974.
2. E.M.Friedlander. *Nuovo Cimento*, 14, 796 /1959/.
3. Н.В.Масленникова и др. *Proc. of the 8th Intern. Conf. on Nuclear photographic and solid state track detectors*, p.132, Bucharest /1972/.
4. В.Анзон, И.Я.Часников в кн. "Физика высоких энергий и космических луч", стр.23, "Наука", Алма-Ата /1974/.
5. А.О.Вайсенберг и др., *ЯФ*, 18, 1239 /1973/.
6. E.Lohrmann and M.W.Tevcher. *Nuovo Cimento*, 25, 957 /1962/.
7. V.Uzhinsky. *JINR Preprint E2-96-192, Dubna*, 1996.
8. V. Belyakov et al., *Proceedings, 8th Annual International Conference on High Energy Physics (ICHEP 58 - Rochester): CERN, Geneva, Switzerland, Jun 30 - Jul 5, 1958, Conf.C58-06-30-p309*.
9. B.Nilsson-Almqvist, E.Stenlund. *Comp.Phys.Comm.* 43, 1987, p.387.
10. S.Yokal and J.Vrláková. *JINR Preprint E1-2009-188, Dubna*, 2009.
11. Д.Отгонсүрэн, Р.Тогоо, А.Төрсүх, Т.Тулгаа. *Монголын ШУА-ийн ФТХ-ийн бүтээл*, No.42, Улаанбаатар, 2015.
12. V.V.Belaga et al., *Yad.Fizika*, Vol.59, No.11, 1996, pp. 2008-2012.
13. R.Togoo, *Comm. of the Institute of Physics & Technology, MAS, 02-01, Ulaanbaatar*, 2002.
14. I.M. Dremin, *Pisma v ZhETF* 30 (1979) 152; *JETP Lett.* 30 (1979) 140; *Yad. Fiz.* 33 (1981) 1357; *Sov. J. Nucl. Phys.* 33 (1981) 726; *arXiv:hep-ph/0507167*.
15. G. C. Blazey et al., "Run II jet physics," *hep-ex/0005012 (2000) arXiv:hep-ex/0005012*.
16. Р.Тогоо, Д.Отгонсүрэн, Ж.Шинэбаяр. *Монголын ШУА-ийн Мэдээ, Боть*, No.2, Улаанбаатар, 2014.
17. Р.Тогоо, Д.Отгонсүрэн, Т.Тулгаа, Г.Шархүү, *Монголын ШУА-ийн ФТХ-ийн эрдэм шинжилгээний Бүтээл*, No. 41, Улаанбаатар, 2014.



SELECTION PROCEDURE FOR THE COLLISIONS OF RELATIVISTIC OXYGEN IONS WITH HEAVY AND LIGHT PHOTOEMULSION NUCLEI, YIELDS OF PROJECTILE FRAGMENTS AND RING RADIATION OF RELATIVISTIC PARTICLES

R.Togoo¹, D.Otgonsuren¹, T.Tulgaal¹, A.Tursukh¹ and J.Shinebayar²
¹Institute of Physics and Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia
²Mongolian National University of Education, Ulaanbaatar, Mongolia
E-mail: togoomas@gmail.com

Abstract

The Fritiof model can explain the experimental results of the secondary particle multiplicity, scattering angle and pseudorapidity produced in the interaction of relativistic oxygen with nuclear emulsion well. Using it, in the present paper, we have extracted the impact parameter value which cannot be defined by experimental measurement and correctly selected the interactions of the relativistic oxygen ions with the heavy and light nuclei of the nuclear emulsion for the first time. And we have identified that the fragments of projectile ion which hasn't been participated in the interaction are disintegrated independently from each other and the collective effect of electromagnetic and strong interactions of relativistic particles is valid in higher energy range than 4.1 A GeV.

Төгсөгдөх явдал нь бие даасан явдал юм. Энэ үед бид бусад явдалтай хамт хэрэглэдэг хатуу ямар ч үйлдвэрлэлийн төрөл, хатуу ямар ч үйлдвэрлэлийн төрөл, хатуу ямар ч үйлдвэрлэлийн төрөл, хатуу ямар ч үйлдвэрлэлийн төрөл...

1. бид 4.1 GeV-ийн энергийн өргөгдөлтэй хатуу ямар ч үйлдвэрлэлийн төрөл...

2. бид 4.1 GeV-ийн энергийн өргөгдөлтэй хатуу ямар ч үйлдвэрлэлийн төрөл...

3. бид 4.1 GeV-ийн энергийн өргөгдөлтэй хатуу ямар ч үйлдвэрлэлийн төрөл... 4. бид 4.1 GeV-ийн энергийн өргөгдөлтэй хатуу ямар ч үйлдвэрлэлийн төрөл... 5. бид 4.1 GeV-ийн энергийн өргөгдөлтэй хатуу ямар ч үйлдвэрлэлийн төрөл...