



АДРОНЫ КЛАСТЕРЫГ ЯЛГАХАД ЗОРИУЛСАН ПАРАМЕТРИЙГ ТОДОРХОЙЛСОН НЬ

Р.Тогоо¹, Ж.Шинэбаяр², Д.Отгонсүрэн¹

1) ШУА, Физик технологийн хүрээлэн

2) МУБИС, Боловсрол судлалын сургууль

Цахим шуудан: togoomas@gmail.com, jshinebayar@gmail.com

Товч агуулга: 3.6А ГэВ энергитэй нүүрстөрөгчийн цөмөөр 2 метрийн пропант хөөст камер болон цөмийн фотоэмульсийг шарсан үед эдгээр төхөөрөмжүүдийн дотор бүртгэгдсэн харимхай бус харилцан үйлчлэлийн процесст ажиглагдах кластерийг ялгах тайралтын параметрийг k_T алгоритм ашиглан 0.07 гэж тогтооллоо.

ОРШИЛ

Кластер хэмээх ойлголт асар уудам орчлонгоос эхлээд эгэл ертөнцөд оршин тогтнодог үзэгдэл. Кластерыг эгэл бөөмийн физикт тухайлбал 2 метрийн хөөст камерын өгөлтийг ашигласан судалгаа дөчөөд жилийн өмнөөс олон төрлийн аргаар судлаж

ирсэн [1-3]. Энэ удаа бид k_T алгоритмийг ашиглан судалгааг үргэлжлүүлж байна. Гэхдээ кластерийг ялгах параметрийг эхлээд тодорхойлох шаардлагатай учраас уг параметрийг хэрхэн тодорхойлсныг дор дурьдав.

ТУРШИЛТЫН МАТЕРИАЛ

Өнгөрсөн зууны сүүлчийн 20-иод жилд ОХУ-ын Дубна хот дахь Цөмийн шинжилгээний нэгдсэн институтийн Их энергийн лабораторийн Синхрофазотрон хурдасгуураар төмөр F_e хүртэлх цөмийг түүний нэг нуклонд оногдох энерги нь 3.6 ГэВ-тэй тэнцүү болгож хурдасгаж чадсан. Жишээлбэл нүүрстөрөгчийн цөмийг тухайн

энергитэй болгоод, 2 метрийн пропант хөөст камер болон цөмийн фотоэмульсийг шарсан. Эдгээр төхөөрөмжид бүртгэгдсэн харилцан үйлчлэлийн тохиолдлуудын тоо нь хөөст камерын хувьд 37792 С-пропан(C_3H_8), фотоэмульсийнх 1931 С-Em. Туршилтын харалт, хэмжилт ба боловсруулалтын арга зүйг [4, 5] ажлуудаас судлаж болно.

СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

А. 2 метрийн пропант хөөст камерт бүртгэгдсэн Ср-, СС- ба СТа-үйлчлэлийн хувьд адроны кластерыг ялгахдаа юуны өмнө түүнийг илрүүлэх зорилгоор сонгосон огторгуйд тусгайлан “тайрах” параметрийг тодорхойлох хэрэгтэй. Үүний тулд эхлээд огторгуйг сонгодог. Бид энэ удаа дээрх харилцан үйлчлэлээр үүссэн хоёрдогч бөөмсийн азимуталь өнцөг (ϕ), хурдац (y) ба импульсийн хөндлөн байгуулагчийн квадрат (\perp) хэмээх гурван инвариант

хэмжигдэхүүн-үүдээр (олгойдох үзэгдэл) буюу кластерыг ялгадаг k_T - алгоритм [6]-ыг сонгож авсан. Энэ алгоритмээр кластерыг ялгахын өмнө k_T -алгоритмын агуулгыг товч тодорхойлоё. Эхлээд хоёр бөөмсийн хоорондох зай (хэмжээ буюу distance) d_{ij} -г дээр дурьдсан гурван хэмжигдэхүүний холбоо нь дараахь байдлаар илэрхийлнэ:

$$d_{ij} = \min \{ p_{T,i}^{2p}, p_{T,j}^{2p} \} \cdot R_{ij}^2 / D_0^2 \quad (1)$$

энд R_{ij} бол азимуталь өнцөг ба хурдцын



хавтгай дээрх i ба j гэсэн дурын 2 бөөмсийн хоорондох хэмжээ, энэ хэмжигдэхүүний квадрат нь $R_{ij}^2 = (\phi_i - \phi_j)^2 + (y_i - y_j)^2$ гэсэн холбоотой, $\{P_{i,j}^x, P_{i,j}^y\}$ нь i ба j бөөмсийн хөндлөн импульсийн квадратууд ($P_{i,j}^x, P_{i,j}^y$)-аас аль бага утгыг нь сонгон авах үйлдэл, p -сонголтын параметр бөгөөд $-1, 0, 1$ утгыг тохируулан авдаг, хэрвээ бөөмсийн импульс хэмжсэн тохиолдолд $p=1$, импульсгүй бол $p=0$, харин $p=-1$ үеийг анти k_T [7] гэж нэрлэдэг ба сонгон авсан кластерыг орлох нөхцөл бөгөөд бол мөн багаж төхөөрөмжтэй холбоотой тохируулгын параметр манай тохиолдолд нэгтэй тэнцүү гэж авсан, түүний хэмжээ нь $[\Gamma \text{ЭВ}^2]$.

Зураг 1 дээр S_p , S_S - ба S_{T_A} -үйлчлэлүүдээр хоёрдогч бөөмсийн хосыг илэрхийлэл (1) хэмжигдэхүүний хамгийн бага утгаас хамгийн их утга хүртэл утгуудад харгалзсан кластеруудын тоонуудыг кластерын тоо (N_{cl})-оос хэрхэн өөрчлөгддөг хамаарлыг үзүүллээ. Эдгээр хамаарал болгон d_{ij} -ийн дундаж утгууд ($\langle d_{ij} \rangle$)-г өгдөг. Зураг 2 дээр кластеруудын тоо (N_{cl})-оос $\langle d_{ij} \rangle$ хэрхэн хамаарахыг харуулав. S_{T_A} харилцан үйлчлэлийн хувьд N_{cl} -ээс $\langle d_{ij} \rangle$ -ийн хамаарах хамаарлыг хоёр зэргэн функцүүдийн нийлбэрээр ойролцооллоо. $y = \ln(\langle d_{ij} \rangle)$ ба $x = \ln(N_{cl})$ гэж тэмдэглэбэл тус нийлбэрийг дараах маягаар томъёолож болно:

$$y = a_1 x^{b_1} + a_2 x^{b_2} \quad (2)$$

гэж бичиж болно.

Хүснэгтэд илэрхийлэл (2) дэхь чөлөөт параметрууд (a_1, b_1, a_2 ба b_2)-ийн дөхүүлэлтээр олдсон тоон утгуудыг нийтлэв.

Зураг 2-ээс харахад $\langle d_{ij} \rangle \sim 0.6 \div 0.8$ хооронд ойролцоолол хийсэн шулуунууд маш сайн χ^2/NDF -ийн үзүүлэлттэйгээр огтлолцож байна. Энд NDF нь чөлөөтэй параметрийн тоо буюу Number of Degree of Freedom.

$\langle d_{ij} \rangle$ хэмжигдэхүүнээс кластер дахь бөөмсийн дундач утгууд ($\langle N_{\pm}^{cl} \rangle$), кластерын хурдцын дундач утгууд ($\langle y_{cl} \rangle$) болон кластерын тайван байх систем

дэхь кластер дотор хамрагдсан бөөмсийн кинетик энергийн дундач утгууд ($\langle T_k \rangle$)-ын хамаарлыг Зураг 2-д дээр харуулав.

Эдгээр зургуудаас үзэхэд $\langle d_{ij} \rangle \sim 0.07$ орчим хоёр зэргэн функцүүдын огтлолцол байгааг тогтоож байна. Иймд адроны кластер ялгах тайралтын параметр 0.07-той тэнцүү гэж бид үзлээ.

Энэ параметрийг ашиглан хөөст камер дотор харилцан үйлчлэлээс шинээр үүссэн саармаг K_s^0 мезон болон Λ^0 гипероны задралын бөөмсөөр нь уг бөөмсийн эффектив массыг дахин тодорхойлоход K_s^0 мезоны ихэнхийг харин Λ^0 гипероныг бараг бүгдийг байгуулж чадаж байна. Үүнийг Зураг 4-ийн дээд талуудад үзүүлсэн туршлагын дүнгээс тодорхой харагдаж байна.

Энэ тайралтын параметр нь S_{EM} харилцан үйлчлэлд ямар байх вэ?

Б. Цөмийн фотоэмүльсээр S_{EM} үйлчлэлийг авч үзэхэд тус үйлчлэлээр үүссэн хоёрдогч бөөмсийн импульсийг хэмжиж чаддаггүй учраас (1) илэрхийлэл дэхь p параметр тэгтэй тэнцүү гэсэн билээ.

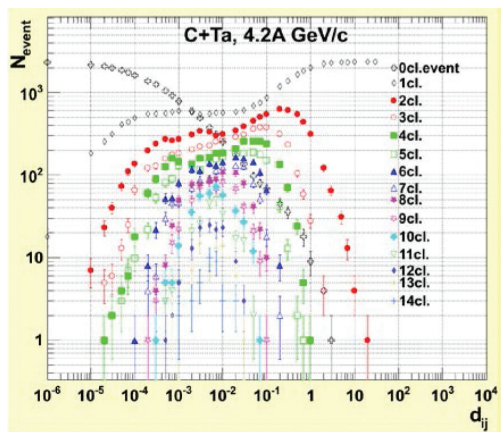
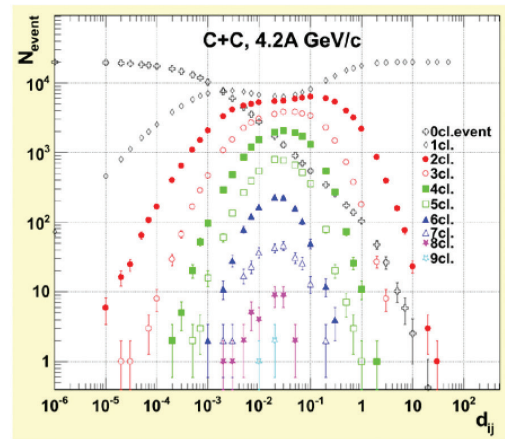
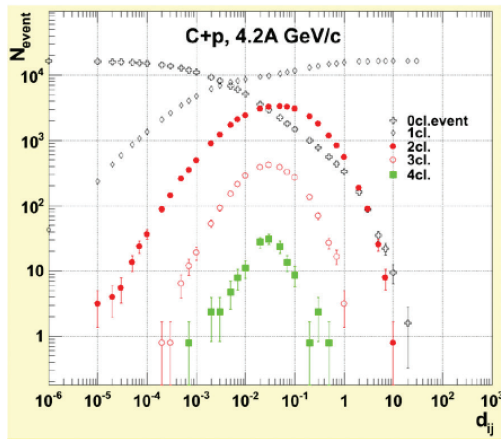
Зураг 5 дээр S_{EM} -үйлчлэлд үүссэн релятив (s) бөөмс ба сум цөмийн хэлтэрхийнүүд кластер үүсгэх процессыг Зураг 1 шиг d_{ij} -ийн хамгийн бага утгаас хамгийн их утга хүртэлх хэмжигдэхүүнээс кластерын тооны янз бүрийн утга буюу $N_{cl}=0, 1, 2, \dots, 8, 9$ байх үед тохиолдлын тоо d_{ij} -ээс хамаарах хамаарлыг харууллаа. Энд хоёрдогч бөөмийн ионизациар хар мөр буюу уг мөрний дагуу тасралт бараг ажиглагдахгүй бөгөөд харьцангуй хурд $\beta < 0.3$ ба саарал мөр бүр маш их тасархай биш буюу мөн түүний харьцангуй хурд $0.3 > \beta > 0.7$ байдаг хоёр бөөмийг судалгаандаа оруулаагүйг цохон тэмдэглэх хэрэгтэй. Энэ хоёр бөөмсийн хувьд түүний хурдцыг бодох боломжгүй. Иймд эдгээр бөөмстэй ойролцоо хурдац бүхий бөөмийг хасахын тулд харьцангуй хурд нь $\beta > 0.7$ -тэй релятив s бөөмийн псевдохурдац η_s нь 0.7-оос ихтэй бөөмийн болон сум цөмийн бүх хэлтэрхийнүүдийн псевдохурдцыг

туршлагаар хялбархан тодорхойлдог учраас тэдгээрийг судалгаандаа хамруулсан.

Дээр дурьдсан аргыг бид энд дахин хэрэглэн d_{ij} -ийн дундаж утгууд N_{cl} буюу кластерийн тооноос хамаарах хамаарлыг SEM-үйлчлэлд судлав. Зураг 6-аас харахад илэрхийлэл (2)-оор тодорхойлогдож байна. Харин энэ зурагт үзүүлсэн шулуунууд $\langle d_{ij} \rangle$ -ийн 4÷5 үед огтлолцлоо. Атомын цөмүүд фотоэмульсийн цөмүүдтэй мөргөлдөхөд тэнд адроны кластер хайж олох параметр нь $d_{ij} \sim 4.5$ -тэй тэнцүү байна. Одоо бид онолын загвар ашиглан судалгааг баталгаажуулна. Жишээлбэл энэ Зураг 6-дээр феноменологи

загварууд болох каскад-ууршилт ба Fritiof (фритиоф)-оор хиймэл тохиолдол гаргаж, туршлагатай адилхан нөхцлийг оруулан $\eta > 0.7$ бүхий s- ба f- бөөмсийн кластерт харгалзах $\langle d_{ij} \rangle$ -ээс кластерын тоо N_{cl} -ийн хамаарлыг улаан ба хөх өнгөөр тэмдэглэн харууллаа. Феноменологи загварууд туршилтын дүнтэй сайн тохирч байна.

Одоо бид каскад-ууршилт ба фритиоф загваруудын хувьд бүх цэнэгт бөөмсөөр нь k_T алгоритмаар кластер байгуулж, $\langle d_{ij} \rangle$ -ээс кластерын тоо N_{cl} -ийн хамаарлыг давтан үзье.



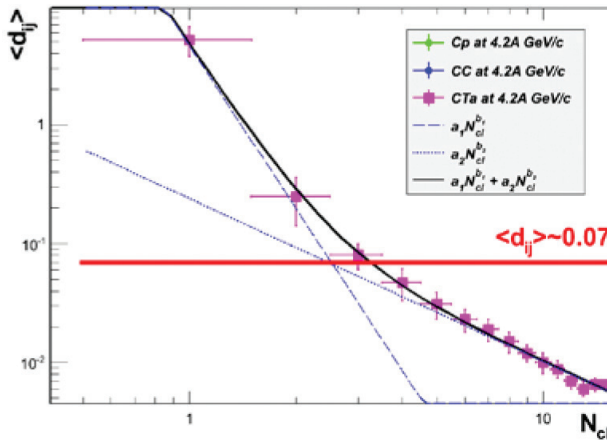
Зураг 1. d_{ij} түгэлтүүд. Зүүн дээд талын түгэлт бол Sr -үйлчлэлийн хувьд кластерын тоо $N_{cl} = 0, 1, 2, 3, 4$ байх үед, баруун дээд түгэлт нь $N_{cl} = 0, 1, \dots, 9$ үед CC -харилцан үйлчлэлд харин зүүн доод талынх нь $N_{cl} = 0, 1, \dots, 16, 17$ үед CTa -үйлчлэлд тус тус харгалзуулсан d_{ij} түгэлтүүд.

Хүснэгт. Илэрхийлэл (2) дэх чөлөөт параметруудийн утгууд.

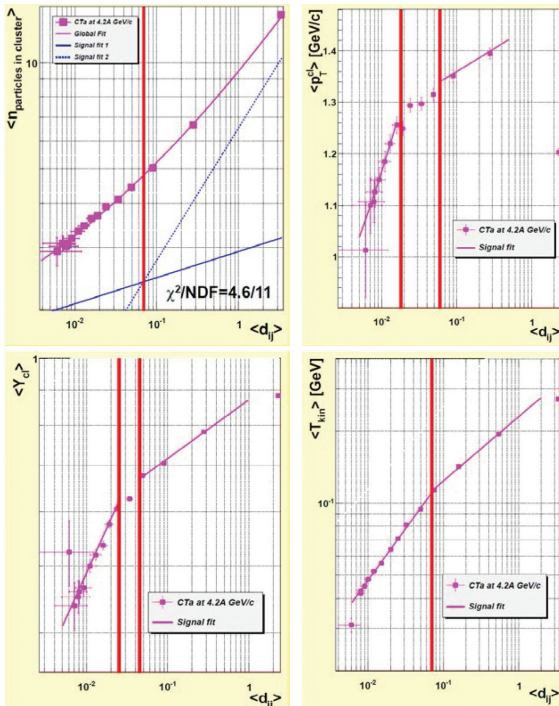
Параметрууд	a_1	b_1	a_2	b_2	χ^2/NDF
Дөхүүлэлт	4.6 ± 0.2	-4.54 ± 0.16	0.24 ± 0.08	-1.37 ± 0.14	4.2/15

Феноменологи загваруудын хувьд үүссэн бүх бөөмсийн ЦФТ-д бүртгэгдснийг судалгаандаа оруулан дээр дурьдсан аргачлалаар мөн Зураг 1 ба Зураг 5-гай адилхнаар d_{ij} -ийн хамгийн бага утгаас хамгийн их утга хүртэлх хэмжигдэхүүнээс кластерын тооны янз бүрийн утга буюу $N_{cl} = 0, 1, 2, \dots, 18, 19$ байх үед тохиолдлын тоо d_{ij} -ээс хамаарах хамаарлыг Зураг 7-д үзүүлээ.

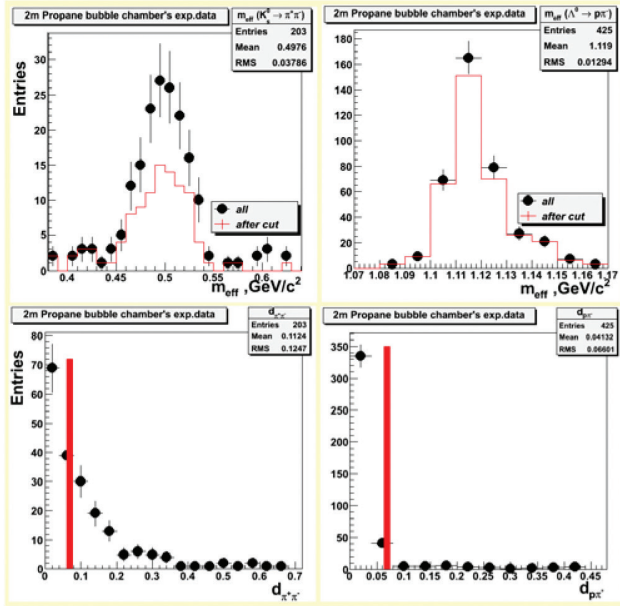
Ингээд Зураг 8-д кластерын тооноос $\langle d_{ij} \rangle$ хэрхэн хамаарахыг харуулаад, түүнийг мөн илэрхийлэл (2) –ээр ойролцоолол хийгээд, огтлолцлын цэг ойролцоогоор 0.07 орчим байна. Энэ нь хөөст камерт болон ЦФД дотор цөм-цөмийн мөргөлдөөнөөр үүссэн адроны кластерыг илэрүүлэх тайралтын параметр хувьд бидний сонгож авсан 0.07 үнэн болохыг батлаж байна.



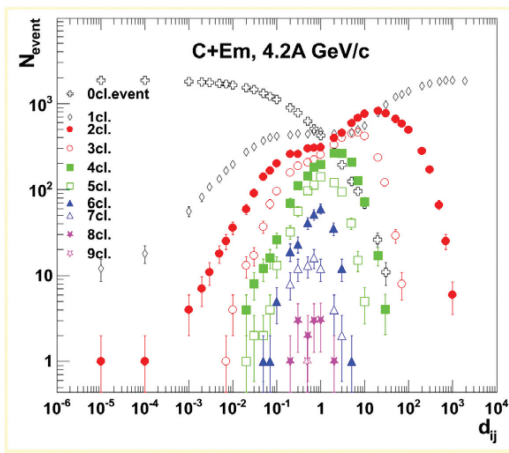
Зураг 2. d_{ij} параметрийн дундач утга $\langle d_{ij} \rangle$ нь кластерын тоо N_{cl} -оос хамаарах хамаарал. Энд ногоон өнгөөр Cp-, хөхөөр CC- ба ягаанаар CTa-үйлчлэлийн хувьд туршлагаар олсон дүнгүүд. Хар муруйгаар дөхүүлэлт хийсэн ерөнхий дүн. Хоёр хөх шулуунууд нь илэрхийлэл (2) дэхь хоёр зэргэн функцүүдийг дүрслэж байна. Хэвтээ улаан шугам 2 шулууны огтлолцыг дайруулан татсан шулуун.



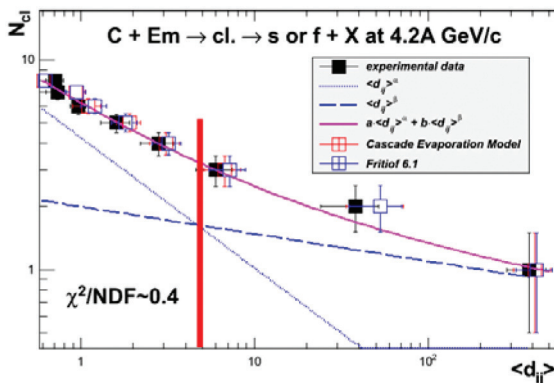
Зураг 3. CTa-үйлчлэлийн хувьд $\langle d_{ij} \rangle$ ээс кластер дахь цэнэгт бөөмсийн дундач утга $\langle N_{particles\ in\ cluster} \rangle$ -ийн хамаарал (зүүн дээд талынх), кластерын хөндлөн импульсийн дундач $\langle p_T^{cl} \rangle$ (баруун дээд), кластерын хурдацын дундач $\langle y_{cl} \rangle$ (зүүн доод) ба кластер дахь бөөмсийн кинетик энергийн дундач $\langle T_{kin} \rangle$ (баруун доод). Энд босоо улаан шугамаар хоёр шулууны огтлолцсон ба огтлолцож болох байрлалыг тэмдэглэсэн. Эхний зургаас бусад гурван зурагт ягаан шулуунуудыг туршилтын цэгүүдийг дайруулсан гараар зурсан болно.



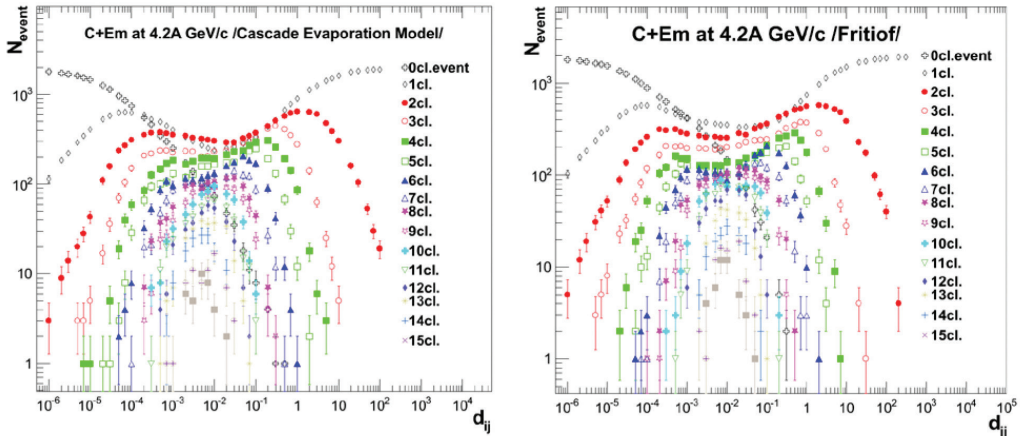
Зураг 4. Камерын эффектив мужид хоёрдогч саармаг бөөмс үүссэн үед тэдгээрийн эффектив массын түгэлтүүд. - мезон нь -мезон ба -мезонд задрах задралын масс (баруун дээд талынх), Λ^0 -гипертон нь протон ба -мезонд задрах задралын масс (зүүн дээд). Баруун доод талд задрсан -мезон ба -мезоны хоорондох “зай”-ийн, зүүн доод талд задралын протон ба -мезоны хоорондох “зай” -ийн түгэлтүүд. Дээд талуудад улаанаар үзүүлсэн түгэлтүүд d_{ij} нь 0.07-ээс бага нөхцөлд харгалзсан эффектив массын түгэлтүүд.



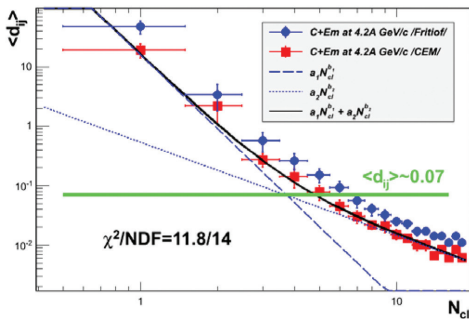
Зураг 5. CEm-үйлчлэлийн хувьд кластерын тоо $N_{cl} = 0, 1, \dots, 9$ үед харгалзуулсан d_{ij} - ээс тохиолдлын тоо (N_{event}) хамаарахыг харуулсан түгэлтүүд.



Зураг 6. d_{ij} параметрийн дундач утга $\langle d_{ij} \rangle$ -ээс кластерын тоо N_{cl} -оос хамаарах хамаарал. Энд хар дөрвөлжингөөр CEm-үйлчлэлийн туршилагын өгөлт, онгорхой дөрвөлжингүүдийн улаанаар каскад-ууришлтын харин хөхөөр Fritiof загваруудаар гаргаж авсан дүнгүүдэд харгалзана.



Зураг 7. Феноменологи каскад-ууришлын (баруун гар талынх) болон Fritiof (зүүн гар талынх) загваруудаар CEm-үйлчлэлийн тохиолдлуудыг гарган аваад, энэ мөргөлдөөний хувьд кластерын тоо $N_{cl} = 0, 1, \dots, 18, 19$ үед харгалзуулсан d_{ij} -ээс тохиолдлын тоо (N_{event}) хамаарсан түгэлтүүд.



Зураг 8. Загварчилсан CEm-үйлчлэлийн хувьд кластерын тооноос $\langle d_{ij} \rangle$ -ийн хамаарлууд. Энд каскад-ууришлт (улаан дөрвөлжингөөр) болон фритиоф (хөх дугуйгаар) загваруудыг нэгэн зэрэг үзүүлсэн. Харин дөхүүлэлтийг зөвхөн каскад-ууришлын загварт хийлээ.

Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

1. В.Г.Гришин и др., ОИЯИ, P1-82-393, Дубна, 1982; ОИЯИ, P1-82-754, Дубна, 1982; ОИЯИ, P1-89-639, Дубна, 1989; А.М.Балдин и др. ОИЯИ, P1-83-483, Дубна, 1983; ОИЯИ, P1-85-820, Дубна, 1983; А.М.Балдин et al., JINR, E1-85-675, Dubna, 1985; JINR, E1-87-142, Dubna, 1987; L.A.Didenko, G.V.Grishin, A.A.Kuznetsov, JINR, E1-91-329, Dubna, 1991; JINR, E1-91-323, Dubna, 1991.
2. Н.Ангелов, В.Б.Любимов и Р.Тогоо, JINR Rapid Comm. № 7 (33), Dubna, 1988, p.5.; № 38-89, Dubna, 1989, p.11; Comm. JINR, №-2[41]-90, Дубна, 1990, p.4; №-4[43]-91, Dubna, 1991, p.27.; №-5[51]-91, Dubna, 1991, p.14; Yad. Fiz., Vol. 55, № 11, 1992, p. 2953;
3. R.Togoo et al. Proc. ICCP-5, 3 June 2013, Ulaanbaatar, Mongolia.
4. N. Angelov et al. JINR-P1-12281, Mar 1979. 17pp; Yad.Fiz.30:1590-1598,1979. Preprint JINR-E1-12548, Dubna 1979; Yad.Fiz. Vol.30, No.6(12), 1979, pp.1590-1598; G.N.Agakishiev et al. Preprint JINR, P1-84-35 and E1-84-321 Dubna, 1984; Yad.Fiz. Vol.40, No.5, 1984, pp.1209-1221; Z.Phys. Vol.27C, 1985, pp.177
5. Банник Б.П и др. ОИЯИ, P1-130558, Дубна, 1980; Богачев Н.И и др. ОИЯИ, P1-6877, Дубна, 1972; Galstyan J.A et al. Nucl. Phys., 1973, A208, p.626; BVDKLMТ Coll., Acta Phys. Slov., 1978, 28. P.132; Адамович М.Н. и др. ОИЯИ; Сотрудничество ОИЯИ, P1-8313, Дубна, 1974.
6. S. Ellis and D. Soper; Phys. Rev. D 48 (1993) 3160, [hep-ph/9305266].
7. M. Cacciari, G. P. Salam, and G. Soyez, JHEP 0804 (2008) 063, [arXiv:0802.1189].



DETERMINATION OF CUT PARAMETER FOR HADRONIC CLUSTER'S SELECTION

R. Togoo¹, J. Shinebayar², D. Otgonsuren¹

1) Institut of Physics and Technology, MAS

2) School of Educational Studies, Mongolian National University of Education

E-mails: togoomas@gmail.com, jshinebayar@gmail.com

Abstract: A cut parameter of the hadronic cluster's selection for inelastic scattering processes from 2 meter propane bubble chamber and nuclear photoemulsion at incident 3.6A GeV energy of carbon nucleus was determined using k_T jet algorithm. The value of a cut parameter is obtained equals to 0.07.