

3.25 A GEV/C IMPULSLI ¹⁶OP-TO'QNASHUVLARIDA 6 - HAMDA 7-NUKLONLI TIZIMLAR VA YADROLAR BILAN BIRGALIKDA HOSIL BO'LADIGAN $A \leq 3$ MASSA SONLI YENGIL FRAGMENTLARNING VA TEPKI PROTONLAR O'RTACHA KO'PLAMCHILIGI

¹Qurbonov Anvar Razzaqovich - f.m.f.b.(PhD)

²Mahmudova Dilafruz Hasanovna - assistent

¹Ismoilov Sardor - magistr 1-kurs

¹Jizzax Davlat pedagogika instituti, Jizzax sh.

²Toshkent Davlat Transport universiteti, Toshkent sh.

Annotatsiya. 3,25 A GeV/c impulsli ¹⁶Op-to'qnashuvlarda 6 va 7-nuklonli sistemalar hosil bo'lgan kanallari ko'plamchiligini tahlil qilish natijalari keltirilgan. Parchalangan zarrachalarni ajratish uchun massa soni bo'yicha ajratish usuli qo'llanildi

Kalit so'zlar: ko'p nuklonli, α -klaster, 6-nuklonli tizimlar, 7-nuklonli tizimlar, o'rtacha ko'plamchilik, to'qnashuv.

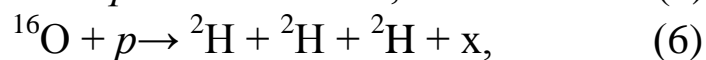
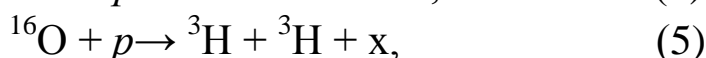
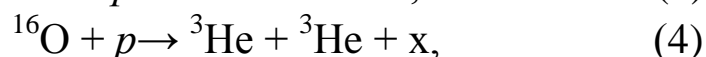
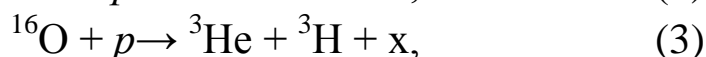
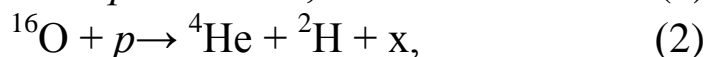
Аннотация. Представлены результаты анализа множественных в каналах с образования 6- и 7- нуклонных систем в ¹⁶Op-соударениях при импульсе 3.25 А ГэВ/с. Для разделения фрагментированных частиц использовали метод массового фракционирования.

Ключевые слова: много нуклонных, α -кластерные, 6-нуклонные системы, 7-нуклонные системы, сечение, столкновение.

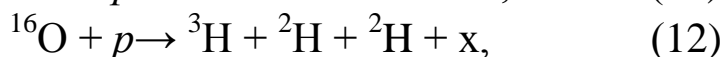
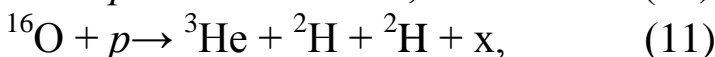
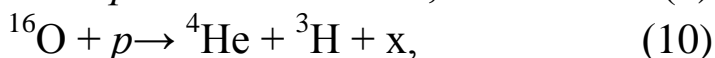
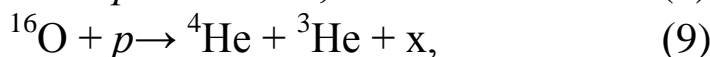
Abstract. The results of an analysis of the multinucleons in channels from the formation of 6- and 7-nucleon systems in ¹⁶Op collisions at a momentum of 3.25 A GeV/c are presented. The mass fractionation method was used to separate the fragmented particles.

Key words: Multi nucleon, α -cluster, 6-nucleon systems, 7-nucleon systems, cross section, collision.

3.25 A GeV/c impulsli ¹⁶Op-to'qnashuvlarida ko'p nuklonli fragmentlar tizimida olti yoki yetti nuklonni o'z ichiga olgan voqealar xarakteristikalarini tahlil qilish natijalarini taqdim etadi, ya'ni quyidagi poluinklyuziv reaksiyalar tipini:



6-nuklonli tizimlar va yadrolar hosil bo'lishi va



7-nuklonli tizimlar va yadrolar hosil bo'lishi. X-sifatida $A \leq 3$ massa sonli bir- yoki ikki-zaryadli fragment, tepki proton yoki pion bo'lishi mumkin. Shunday qilib, ya'ni $A \geq 4$ massa sonli hamroh yadrolar tug'iladigan tizimlar hosil bo'lishi mumkin bo'lgan boshqa kanallar muhokama qilinmagan[1-5].

Ushbu tadqiqotning maqsadi yuqorida ko'rsatilgan yarim inklyuziv reaksiyalarning kesimlarini aniqlash, shuningdek barion va elektr zaryadining saqlanish qonunlari kislorod yadrosi parchalanishining α -klasterli tuzilishining shakllanishida ahamiyati aniqlandi. (1) - (12) reaksiyalarda tahlil qilingan ko'p nuklonli tizimlar yakuniy holatda qayd qilingan tizim yig'indi zaryadi $Q=2\div 4$ bo'lgan bir, ikki yoki uchta ko'p nuklonli yadrolarni o'z ichiga oladi.

Ushbu monografiyada Birlashgan yadro tadqiqotlari instituti (OIYaI) Yuqori energiyalar laboratoriyasi (LVE) hamkorligi doirasida 1 m-li vodorodli pufakchali kamera(VPK)da olingan, har bir nuklonga 3.25 GeV/c impulsli kislorod-proton ta'sirlashuvlari bo'yicha eksperiment ma'lumotlarning fizik tahliliga asoslangan natijalar taqdim etilgan. Birlashgan yadro tadqiqotlari instituti (OIYaI) Yuqori energiyalar laboratoriyasi (LVE) Dubna sinxrofazotronida olingan relyativstik kislorod yadrosi oqimi bilan vodorodli pufakchali kamera nurlantirilgan.

Zarralar ko'plamchi tug'ilishi va yadro bo'linish jarayonlarini yuqori energiyadagi adron va yadro-yadroli to'qnashuvlarini o'rganishdagi vodorodli pufakchali kamera usuli bir qator afzalliklarga ega, masalan, magnit maydoni bo'lmagan emulsiyalar bilan tajribalar o'tkazishda mumkin emas bo'lgan zarralar va fragmentlarni (yadro-snaryadini) ajratish ehtimoli, 4π -geometriyaga yaqin sharoitlarda ularning impulsini yaxshi aniqlik bilan hisoblanadi. Pufakchali kameralarning asosiy kamchiliklari, birinchi navbatda, ularning past tezlik va tasvirga olishlarni qayta ishlashning jarayonidir; ikkinchidan, kameraning ish hajmida izning uzunligi ($L = 0.2-0.3$ m.) qisqartirilganligi sababli nishon yadroning sekin qismlarini qayd etishning ilojsizligidan iborat.

Biz ta'kidlaymizki, protonlarning energiya spektrlarini hodisalarni massa bo'yicha aniq ajratish uchun tahlil qilayotganda, kameraning ish hajmida tezkor bir tekis zaryadlangan zarralarning uzunligi 35 sm dan oshgan o'lchovlarni ko'rib chiqdik. Bu bo'limda tajriba natijalarini olish uslubi atroflicha tavsiflangan, birlamchi yadro dastasi va bir metrli vodorodli pufakchali kamera (VPK) asosiy xarakteristikalarini berilgan, impuls va burchaklarni o'lchash xatoliklari, eksperimental materiallar statistikasi, noelastik kesimi, fragmentlarning massa sonlari bo'yicha taqsimotlari, izotoplar tarkibi va 3.25 A GeV/c impulsli ^{16}O -to'qnashuvlarida $Z_{\text{fr}} = 1-4$ zaryadli fragmentlar hosil bo'lishi inklyuziv kesimlari keltirilgan. Massalari bo'yicha fragmentlar identifikatsiyasi uchun laboratoriya koordinatalar sistemasidagi quyidagi impuls oraliqlari kiritilgan. Oxirgi fragmentlarni massa soniga ko'ra ajratish uchun eksperimental sharoitlarga ko'ra, fragmentning o'rtacha tezligi massa bilan mutanosib bo'ladi. Ushbu tanlov bilan impuls o'lchashdagi o'rtacha xato ^1H , ^2H -lar uchun 3 % va ^3H -uchun 5 % dan kamni tashkil qiladi. [6,8,9,11-16] ishlarga muvofiq impuls spektrlarining berilgan chegaralarini qabul qildik, bu esa zaryadli va massali qismlarni ishonchli tarzda aniqlash imkonini beradi.

Parchalangan zarrachalarni ajratish uchun massa soni bo'yicha ajratish usuli qo'llaniladi, eksperimentning bu usulida fragmentlarning o'rtacha impulsli uning massa soniga proporsional bo'ladi. Belgilab

qo'yamizki, protonlarning energetik spektrida biz qarayotgan hodisalarda ajratilgan parchalarning o'lchash aniqligini oshirish uchun tezkor bir zaryadli zarralar izlarini o'lchashda izlarning kameradagi uzunligi 35 sm dan ortig'ini olamiz. Bunday tanlashlarda impulsini o'lchaganda o'rtacha chetlanish ^1H , ^2H uchun 3 % va ^3H uchun 5 % dan [1,4,5] oshmaydi.

- Bir zaryadli fragmentlar: $1.75 < p < 4.75$ GeV/c oralig'dagi bir zaryadli fragmentlar protonlar hisoblanadi, $4.75 < p < 7.75$ GeV/c oralig'idagilar ^2H ga va $p > 7.75$ GeV/c oraliqdagilar ^3H yadrosiga tegishli bo'ladi. Bunday ajratish jarayonida protonlar va π^+ -mezonlarning aralashib ketish jarayoni $1.25 < p < 1.75$ GeV/c impuls oraligida kuzatiladi, 2.4-paragrafda protonlar va π^+ -mezonlarning $1.25 < p < 1.75$ GeV/c impuls oralig'ida ajratish statistikasi ko'rsatilgan. Bunday tanlash $p \geq 1.75$ GeV/c dan yuqori impulsda protonlari bilan π^+ -mezonlar aralashuvi e'tiborsizlanishi mumkin, chunki π^+ -mezonlar hosil bo'lishi, bunday impulsda kinematik ravishda mumkin emas.

- Ikki zaryadli fragmentlar: $p < 10.75$ GeV/c oraliqdagi ikki zaryadli fragmentlar ^3He ga tegishli, $p > 10.75$ GeV/c oraliqdagilar esa ^4He yadrosiga tegishli hisoblanadi. Bunday fragmentlarni aniqlashda ($L > 35$ sm) massa izotoplarning aralashib ketishi 4-5% dan oshmaydi.

- Uch zaryadli fragmentlar: $p < 21.25$ GeV/c impulsli uch zaryadli fragmentlar ^6Li yadrosiga tegishli, $21.25 < p < 24.5$ GeV/c oraliqdagilar ^7Li yadrosiga, $p \geq 24.5$ GeV/c oraliqdagilar esa ^8Li yadrosiga tegishli bo'ladi.

- To'rt zaryadli fragmentlar: $p < 25.75$ GeV/c impulsli to'rt zaryadli fragmentlar ^7Be yadrosiga tegishli, impuls spektri boshlanishi ^7Be yadrolari impuls spektri oxiri bilan yopilishi mumkin bo'lgan berilliy yadro izotoplari orasida ^8Be turg'un yadrolari mavjud emas. Hamda $25.75 < p < 30.75$ GeV/c impuls oralig'i ^9Be yadrosiga tegishli va $p > 30.75$ GeV/c ^{10}B yadrosiga tegishli bo'ladi.

$Z_{fr} \geq 5$ zaryadli ko'p zaryadli fragmentlar uchun ularning uzunligi bo'yicha taqiqlash kiritilmagan, chunki bunday fragmentlar uchun massa bo'yicha identifikatsiya qilinmagan. Bitta va ikkita zaryadli fragmentlarning o'rtacha ko'plamchiliklarini aniqlashda ushbu

fragmentlarning yo'qolishi kameraning ishchi suyuqligi (vodorod) bilan o'zaro ta'siriga bog'liqligi uchun $L \leq 30$ sm masofada amalga oshirildi[15-21].

Belgilaymizki, snaryad yadrosining barcha ko'p zaryadli fragmentlari zaryadli qiymati bilan aniq belgilangan. Bu parchanish jarayonini alohida topologik kanal bo'yicha kelgusida tadqiq qilish imkonini beradi.

1 - jadval (6-nuklonli tizimlar uchun) va 2 - jadval (7-nuklonli tizimlar uchun) larda ko'p nuklonli konfiguratsiyalar 6- hamda 7-nuklonli tizimlar bilan birgalikda hosil bo'ladigan $A \leq 3$ massa sonli yengil fragmentlarning va tepki protonlar o'rtacha ko'plamchiligi va yig'indi zaryadi (Q) keltirilgan.

1-jadval

6-nuklonli tizimlar bilan birgalikda hosil bo'luvchi yengil fragmentlar va p_{tep} -tepki protonlar o'rtacha ko'plamchiligi va tizimlar yig'indi zaryadi (Q).

| Sistema tipi | Q | Kuzatiladigan zarralar | | | | |
|--|---|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | | ^1H | ^2H | ^3H | ^3He | p_{tep} |
| ^6Li | 3 | 3.42 ± 0.12 | 0.74 ± 0.08 | 0.28 ± 0.05 | 0.32 ± 0.05 | 0.49 ± 0.05 |
| $^4\text{He} + ^2\text{H}$ | 3 | 3.02 ± 0.05 | 0.83 ± 0.03 | 0.34 ± 0.02 | 0.32 ± 0.02 | 0.53 ± 0.02 |
| $^3\text{He} + ^3\text{H}$ | 3 | 3.36 ± 0.10 | 0.63 ± 0.05 | 0.30 ± 0.04 | 0.39 ± 0.05 | 0.51 ± 0.04 |
| $^3\text{He} + ^3\text{He}$ | 4 | 2.50 ± 0.13 | 0.71 ± 0.08 | 0.32 ± 0.04 | 0.31 ± 0.04 | 0.48 ± 0.04 |
| $^3\text{H} + ^3\text{H}$ | 2 | 3.84 ± 0.18 | 0.85 ± 0.10 | 0.23 ± 0.05 | 0.36 ± 0.05 | 0.60 ± 0.05 |
| $^2\text{H} + ^2\text{H} + ^2\text{H}$ | 3 | 3.69 ± 0.14 | 0.67 ± 0.07 | 0.32 ± 0.05 | 0.23 ± 0.05 | 0.49 ± 0.05 |

Hamroh zarralar o'rtacha ko'plamchiligi tahlili (1- va 2-jadvallarga qarang) 6-nuklonli tizimlar uchun eng yuqori protonlar ko'plamchiligi $^2\text{H} + ^2\text{H} + ^2\text{H}$ dastlabki tuzilishining maksimal yemirilish kanalida va $^2\text{H} + ^2\text{H} + ^3\text{H}$ – 7-nuklonli tizimlar uchun esa $^3\text{H} + ^3\text{H}$ – minimal yig'indi zaryadlar (2) kanalida kuzatilishini ko'rsatadi. $^3\text{He} + ^3\text{He}$ va ^6Li – 6-nuklonli tizimlar uchun protonlar o'rtacha ko'plamchiligi bu tizimlar zaryadlarining farqi qo'shimcha protonlar hosil bo'lishi bilan

компенсацийланishini, xuddi shunday boshqa hamroh zarralar o'rtacha ko'plamchiligi bir- biriga yaqinligini ko'rsatgan holda 0.9 ga farq qiladi.

Bir xil yig'indi zaryadli (4) ${}^7\text{Be}$, ${}^4\text{He}+{}^3\text{He}$ va ${}^2\text{H}+{}^2\text{H}+{}^3\text{He}$ – 7-nuklonli tizimlar uchun protonlar o'rtacha ko'plamchiligi statistik xatoliklar chegarasida mos keladi. Birinchi ikki kanal uchun statistik xatoliklar chegarasida ${}^2\text{H}$, ${}^3\text{H}$ va ${}^3\text{He}$ yadrolari ko'plamchiliklari mos keladi. ${}^3\text{He}$ yadrosi eksperimental o'rtacha ko'plamchiligining sezilarli farqi ${}^6\text{Li}$, ${}^3\text{He}+{}^3\text{H}$, ${}^3\text{He}+{}^3\text{He}$ va ${}^3\text{H}+{}^3\text{H}$ hosil bo'lish kanallarida kuzatiladi. Eksperimentda tepki protonlar o'rtacha ko'plamchiligi 6-nuklonli tizimlar uchun ko'plamchilik 0.52 ± 0.02 ni, 7-nuklonli tizimlar uchun 0.53 ± 0.02 ni tashkil qiladi. statistik xatoliklar chegarasida eksperiment qiymatlariga mos keladi.

2-jadval

7-nuklonli tizimlar bilan birgalikda hosil bo'luvchi yengil fragmentlar va p_{tep} - tepki protonlar o'rtacha ko'plamchiligi va yig'indi zaryad (Q) tizimlari.

| Sistema tipi | Q | Hamroh zarralar | | | | |
|---|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | | ${}^1\text{H}$ | ${}^2\text{H}$ | ${}^3\text{H}$ | ${}^3\text{He}$ | p_{tep} |
| ${}^7\text{Li}$ | 3 | 3.34 ± 0.14 | 0.77 ± 0.09 | 0.27 ± 0.05 | 0.28 ± 0.05 | 0.58 ± 0.05 |
| ${}^7\text{Be}$ | 4 | 2.76 ± 0.14 | 0.71 ± 0.07 | 0.28 ± 0.05 | 0.33 ± 0.05 | 0.53 ± 0.05 |
| ${}^4\text{He}+{}^3\text{He}$ | 4 | 2.71 ± 0.06 | 0.68 ± 0.04 | 0.27 ± 0.02 | 0.37 ± 0.03 | 0.51 ± 0.02 |
| ${}^4\text{He}+{}^3\text{H}$ | 3 | 3.32 ± 0.07 | 0.76 ± 0.04 | 0.30 ± 0.02 | 0.30 ± 0.02 | 0.57 ± 0.02 |
| ${}^3\text{He}+{}^2\text{H}+{}^2\text{H}$ | 4 | 2.76 ± 0.15 | 0.44 ± 0.06 | 0.23 ± 0.05 | 0.37 ± 0.05 | 0.42 ± 0.05 |
| ${}^3\text{H}+{}^2\text{H}+{}^2\text{H}$ | 3 | 3.69 ± 0.13 | 0.58 ± 0.07 | 0.25 ± 0.04 | 0.24 ± 0.05 | 0.51 ± 0.05 |

Bir xil yig'indi zaryadli (3) ${}^7\text{Li}$, ${}^4\text{He}+{}^3\text{H}$ – 7-nuklonli tizimlar uchun statistik xatoliklar chegarasida barcha hamroh zarralar o'rtacha ko'plamchiligi mos keladi. Shuningdek, ${}^6\text{Li}$ va ${}^7\text{Li}$ yadrolari hosil bo'lishida hamroh zarralarning eksperimental o'rtacha ko'plamchiligi mos kelishini ko'rish ham qiziqarli, ya'ni oxiridagi ortiqcha neytron o'rtacha ko'plamchiliklar kattaliklariga ta'sir ko'rsatmaydi.

^2H yadrosi hosil bo'lishi eksperimental olingan o'rtacha ko'plamchiliklari shuni ko'rsatadiki, ular dastlabki yadrolar α -klasterlari yemirilishidan deytronlar hosil bo'lishining mumkin bo'lgan kanallarini ko'rsatishimiz mumkin. ^3H yadrosi hosil bo'lish hollari uchun xuddi shunday mos qo'yish $^4\text{He}+^2\text{H}$, $^3\text{He}+^3\text{H}$ va $^3\text{He}+^3\text{He}$, shuningdek, ^7Be , $^4\text{He}+^3\text{He}$, $^4\text{He}+^3\text{H}$ va $^2\text{H}+^2\text{H}+^3\text{He}$ tizimlar uchun eksperiment qiymatlari uchun o'rinli ekanligini ko'rsatadi.

Bizning qarashlarimizga ko'ra, eksperimentdagi hisoblangan proton fragmentlar va tepki protonlarning o'rtacha ko'plamchilikdagi farqlari yadrodagi kaskadli jarayonlarning rivojlanish darajasini aks ettiradi. Eksperimentda protonlarning o'rtacha ko'plamchiligi 6-nuklonli tizimlar uchun 3.15 ± 0.04 ni tashkil qiladi va 7-nuklonli tizimlar uchun esa 3.05 ± 0.04 ni tashkil qiladi[13-15].

Ko'p nuklonli tizimlarning o'rtacha zaryadini o'rganish qiziqarli, chunki bu bilan ko'p nuklonli tizim va nishon proton o'rtasidagi zaryad almashuv jarayonlarining xususiyatlarini o'rganish mumkin. 6-nuklonli tizimlarning o'rtacha elektr zaryadi eksperimentda olingan qiymati (3.03 ± 0.03), mos keladi [1-3]. 7-nuklonli tizimlarning zaryadi eksperimentda olingan qiymati (3.51 ± 0.03), ham bir-biriga juda yaqin. 6- va 7- nuklonli tizimlar o'rtacha elektr zaryadining farqi eksperimentda 0.48 ± 0.04 ni tashkil qilib, bu eng katta ehtimol 0.5 ga yaqin bo'lib, u dastlabki kislorod yadrosining proton va neytronlar sonining teng bo'lishidan kelib chiqadi.

Massa sonli $A = 6-7$ oxirgi ko'p nuklonli tizimlar va yadrolarning shakllanishi bo'yicha qisqacha xulosalarni quyidagi tarzda keltirishimiz mumkin. Kislorod yadrosi α -klasterli tuzilishining $A \leq 7$ massa sonli ikkilamchi ko'p nuklonli yadrolarning shakllanishida hamda elektr va barion zaryadlari saqlanish qonunlaridagi yetarli darajada roli haqida ko'rsatma olindi. Bu bir qancha faktlar orqali o'z tasdig'ini topib, bulardan α -zarralar hosil bo'lishi bilan kuzatiladigan 6- va 7-nuklonli tizimlar kanallari ko'ndalang kesimlarining α -zarralar hosil bo'lmaydigan kanallar kesimlariga nisbatan sezilarli darajada yuqoriligini aytish mumkin. Dastlabki ko'p nuklonli tizimlar zaryadlaridagi farqlanish asosan qo'shimcha protonlar hosil bo'lishi

bilan to'ldiriladi. Hamroh tizimlar va yadrolar hosil bo'lishi bilan kuzatiladigan zarralar xarakteristikalarini asosan ko'p nuklonli holat zaryadi va yig'indi massa soni A orqali aniqlanadi va bu u bitta yadromi yo ikki yoki uch yadroning tarkib holatidan tashkil topganligidan bog'liq bo'lmaydi.

Adabiyotlar

1. Olimov K., Qurbonov A. 3.25 A GeV/c impulsli ^{16}O -to'qnashuvlarida kislorod yadrosi parchalanish kanallarida $A \leq 7$ massa sonli fragmentlar chiqish kesimi //Физико-технологического образования. – 2022. – №. 1.
2. Olimov K. et al. Formation of multinucleon systems and nuclei with mass numbers of 6 and 7 in ^{16}O -interactions at a momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2009. – Т. 72. – №. 4. – С. 596-600.
3. Olimov K. K., Sattarov A. R., Kurbanov A. Correlation effects in production of stable isotopes containing 2-7 nucleons in $\{sup 16\}$ O p-interactions at the momentum 3.25 GeV/s per nucleon; – 2008.
4. Olimov K. et al. Production of mirror nuclei ^7Li and ^7Be in ^{16}O - interactions at a momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2011. – Т. 74. – №. 2. – С. 268-271.
5. Olimov K. et al. Formation of six-nucleon systems and nuclei in ^{16}O - collisions at a momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2014. – Т. 77. – №. 3. – С. 325-329.
6. Olimov K. K. et al. ABOUT CROSS-SECTIONS OF YIELD OF EXCITED $^6\text{Li}^*$, $^7\text{Li}^*$, $^9\text{B}^*$ AND $^{10}\text{B}^*$ NUCLEI AND THEIR CONTRIBUTIONS TO FORMATION OF MULTINUCLEON SYSTEMS INVOLVING 4 He NUCLEI IN ^{16}O COLLISIONS AT 3.25 A GeV/c //International Journal of Modern Physics E. – 2013. – Т. 22. – №. 08. – С. 1350057.
7. Юлдашев Б. С. и др. Некоторые особенности образования зеркальных семиноуклонных систем и ядер в ^{16}O -соударениях при 3.25 А ГэВ/с //Узбекский физический журнал. – 2017. – Т. 19. – №. 2. – С. 120-123.
8. Olimov K. et al. Contributions of excited ^6Li and ^7Li nuclei to the production of $^4\text{He} + ^2\text{H}$ and $^4\text{He} + ^3\text{H}$ systems in ^{16}O p collisions at a momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2013. – Т. 76. – №. 7. – С. 881-882.
9. Kurbanov A. R., Petrov V. I., Yuldashev A. A. The formation seven-nucleon mirror systems and nuclei in ^{16}O p collisions at 3.25 A GeV/c. – 2013.

10. Qurbonov A. 3.25 A GeV/c impulsli ^{16}O p-to'qnashuvlarida ko'zguli (^3H , ^3He , ^7Li , ^7Be) yadrolar va mezonlar (π^+ , π^-) ning birgalikda hosil bo'lishi //Физико-технологического образование. – 2020. – №. 1.
- 11.Olimov K. et al. Comparative analysis of properties of channels of deuteron and tritium production in ^{16}O p- collisions at a projectile momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2014. – Т. 77. – №. 12. – С. 1456-1462.
- 12.Olimov K. et al. The formation of six-nucleon systems and nuclei in ^{16}O p collisions at 3.25 A GeV/s; Obrazovanie shestinuklonnykh sistem i yader v ^{16}O p-soudareniyakh pri 3.25 A GeV/s. – 2013.
- 13.Olimov K. K., Sattarov A. R., Kurbanov A. Correlation effects in formation of stable isotopes with 2-7 nucleons number in ^{16}O p-collisions at 3.25 GeV/s impulse on nucleon. – 2008.
- 14.Olimov K. K. et al. About Transverse Momentum Distributions of Negative Pions in $p^{12}\text{C}$ and $\pi^{-12}\text{C}$ Collisions at High Energies //Ukrainian Journal of Physics. – 2020. – Т. 65. – №. 2. – С. 97-97.
- 15.Olimov K. et al. The formation of six-nucleon systems and nuclei in ^{16}O p collisions at 3.25 A GeV/c. – 2013.
- 16.Olimov K. et al. Contributions of excited [⁶] Li and [⁷] Li Nuclei to the production of [⁴] He+[²] H and [⁴] He+[³] H systems in [¹⁶] Op collisions at a momentum of 3.25 GeV/c per nucleon //Physics of Atomic Nuclei. – 2013. – Т. 76. – №. 7. – С. 881-883.
- 17.Olimov K. et al. Cross sections of semi inclusive channels with formation of 6-and 7-nucleon systems and nuclei's in ^{16}O p-reactions at 3.25 A GeV/s. – 2012.
- 18.Olimov K. et al. Average multiplicities of fragments with $A \leq 3$, associated with formation of 6-and 7-nucleon systems and nuclei in ^{16}O p-collisions at 3.25 A GeV/s. – 2012.
- 19.Olimov K. et al. Disintegration of ^{16}O nuclei with 3.25 A GeV/s impulse in the interactions with protons on light fragments of $A=3$ and 4. – 2010.
- 20.Olimov K. et al. Singularities of mirror nuclei [⁷] Li and [⁷] Be production in [¹⁶] Op-interactions at 3.25 A GeV/s. – 2009.
- 21.Olimov K. et al. Singularities of mirror nuclei ^7Li and ^7Be production in ^{16}O p-interactions at 3.25 A GeV/s. – 2009.