



BECQUEREL
PROJECT

Проект
БЕККЕРЕЛЬ

Beryllium (Boron)
Clustering
Quest in
Relativistic Multifragmentation

<http://becquerel.jinr.ru>

Проект БЕККЕРЕЛЬ-D на 2012 – 14 гг.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ФРАГМЕНТАЦИИ ЛЕГКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ЯДЕР
МЕТОДОМ ЯДЕРНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Д. А. Артеменков, В. Браднова, П. И. Зарубин, И. Г. Зарубина, Н. В. Кондратьева, Н. К. Корнегруца, Д. О. Кривенков, А. И. Малахов, П. А. Рукояткин, В. В. Русакова
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

С. Г. Герасимов, Л. А. Гончарова, В. А. Дронов, Н. Г. Пересадько, Н. Г. Полухина, А. С. Русецкий, Н. И. Старков, М. М. Чернявский, В. Н. Фетисов, С. П. Харламов
Физический институт имени П. Н. Лебедева РАН, Москва, Россия (ФИАН)

В. Р. Саркисян, А. А. Моисеенко, Г. Т. Торосян
Ереванский физический институт, Ереван, Армения

Р. Станоева
Юго-Западный университет, Благоевград, Болгария.

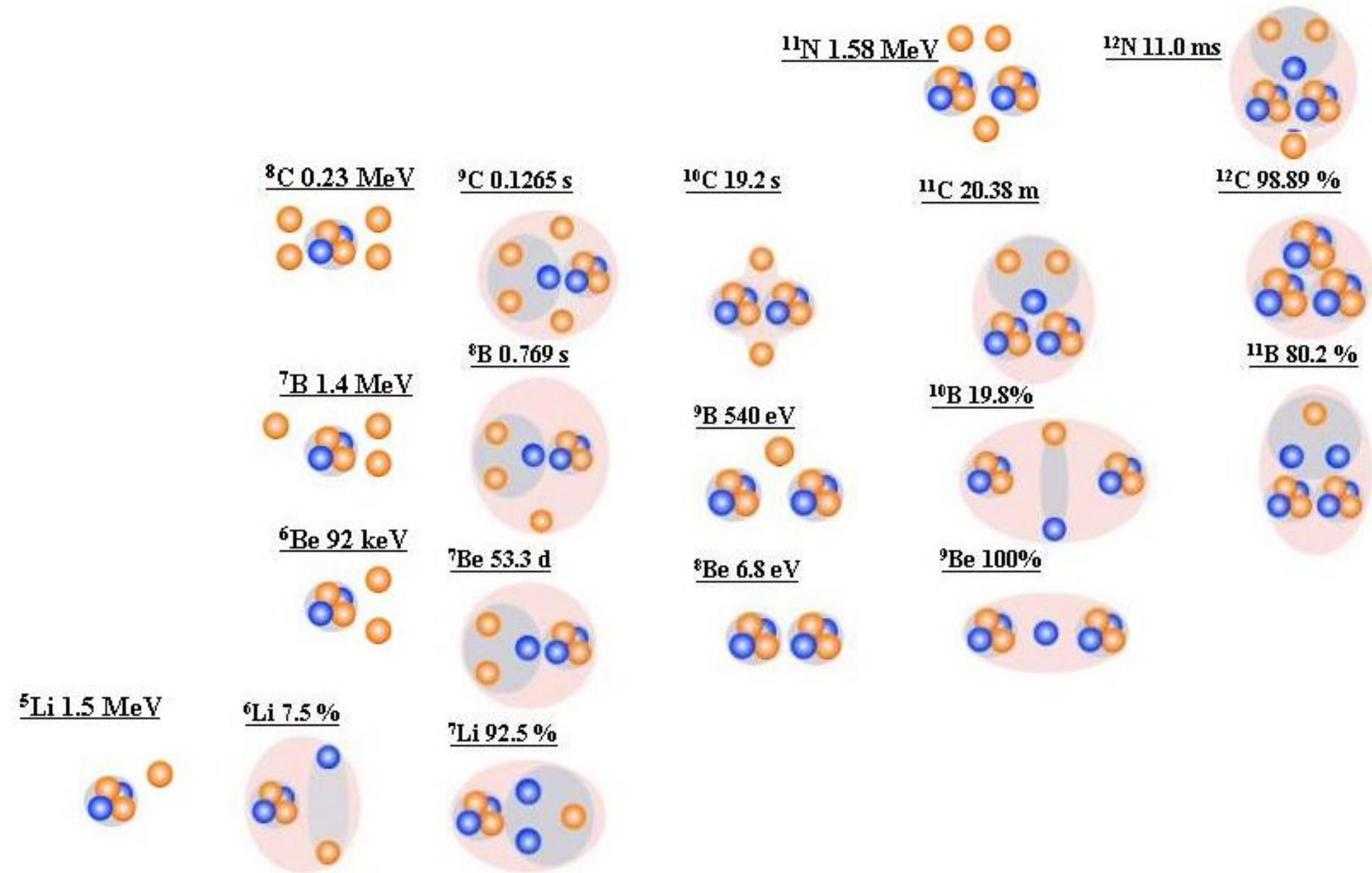
М. Хайдук, А. Неагу, Е. Штефан
Институт космических исследований, Бухарест, Румыния

С. С. Аликулов, Р. Бекмирзаев, К. З. Маматкулов,
Джизакский педагогический университет, Джизак, Узбекистан

Р. Р. Каттабеков, К. Олимов
Физико-технический институт, Ташкент, Узбекистан

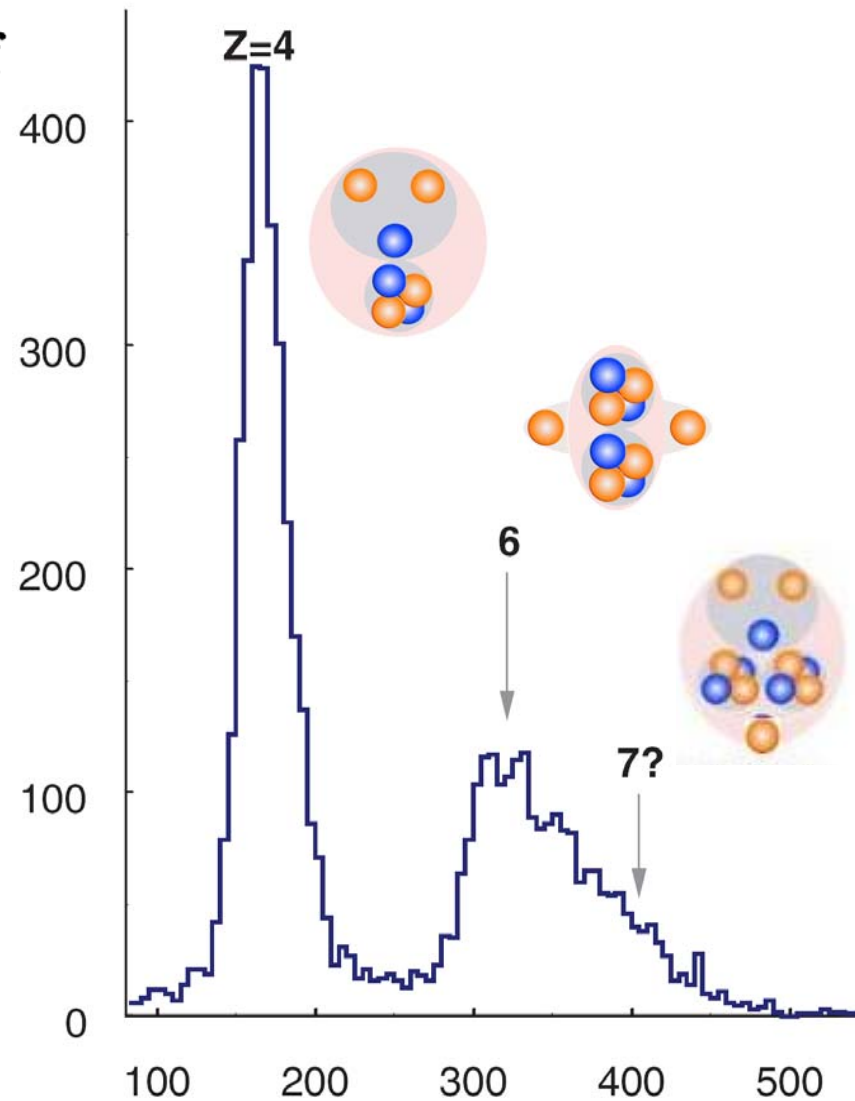


Центральная проблема на 2012-14 гг.: исследование структуры ядер ${}^7\text{Be}$, ${}^{10}\text{C}$ и ${}^{12}\text{N}$ при периферической фрагментации в ядерной эмульсии.

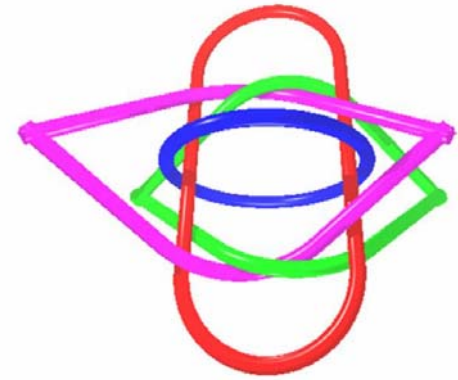
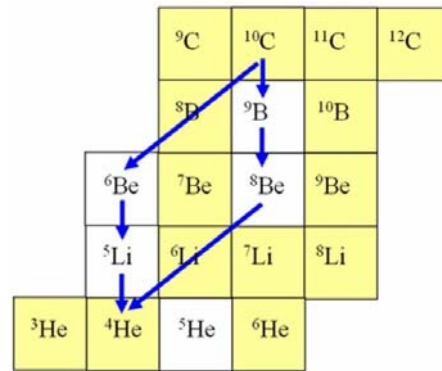
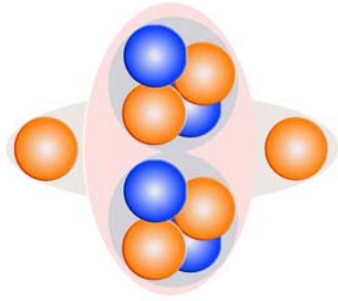


Exposure of emulsion to a mixed beam of relativistic ^{12}N , ^{10}C , and ^7Be nuclei

Generation of ^{12}N and ^{10}C nuclei is possible in charge exchange and fragmentation reactions of accelerated ^{12}C nuclei [3]. The charge to weight ratio $Z_{\text{pr}}/A_{\text{pr}}$ differs by only 3% for these nuclei, while the momentum acceptance of the separating channel is 2 - 3%. Therefore, their separation is not possible, and the ^{12}N and ^{10}C nuclei are simultaneously present in the secondary beam, forming a so-called beam “cocktail”. The contribution of ^{12}N nuclei is small in respect to ^{10}C ones in accordance with the cross sections for charge transfer and fragmentation reactions. Also, the beam contains ^7Be nuclei, differing by $Z_{\text{pr}}/A_{\text{pr}}$ from ^{12}N nuclei only by 2%.



Nuclear track emulsion is exposed to a mixed beam of ^{12}N , ^{10}C and ^7Be nuclei formed by means of primary 1.2A GeV ^{12}C nucleus beam. The initial scanning phase consisted in visual search of beam tracks with charges $Z_{\text{pr}} = 1, 2$ and $Z_{\text{pr}} > 2$. The ratio of beam tracks with charges $Z_{\text{pr}} = 1, 2$ and $Z_{\text{pr}} > 2$ is found to be equal $\approx 1 : 3 : 18$. Thus, the contribution of ^3He nuclei dramatically decreased compared with the ^9C irradiation, which radically raised the event search efficiency. The scanning along the total length of primary tracks in emulsion layers that was equal to 924.7 m revealed 6144 inelastic interactions, including 516 “white” stars.



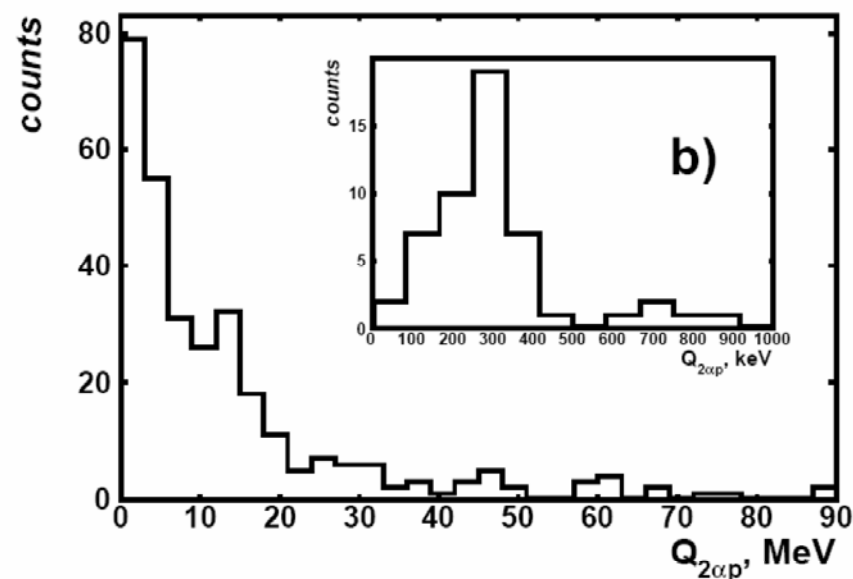
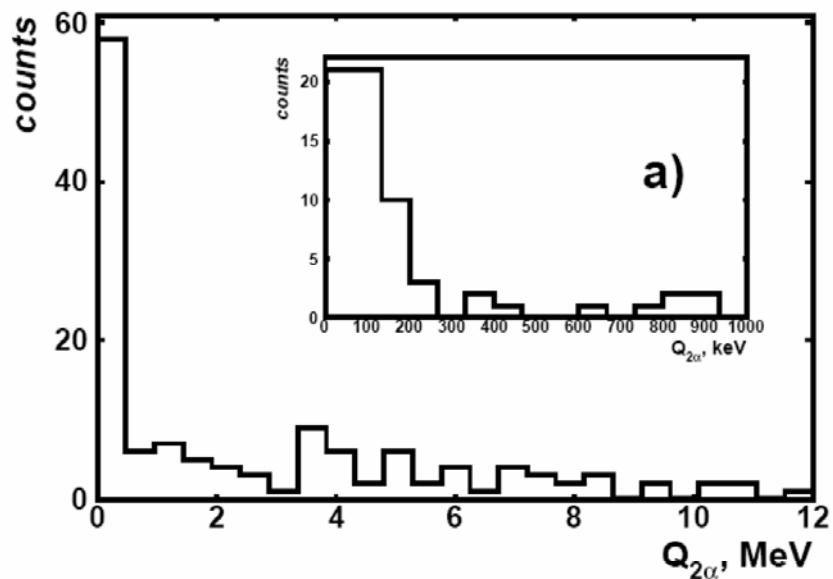
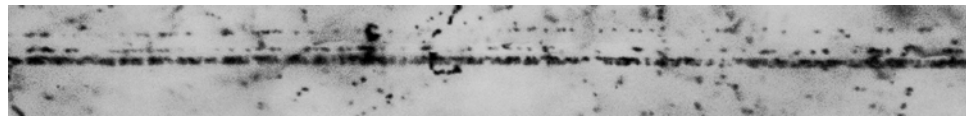
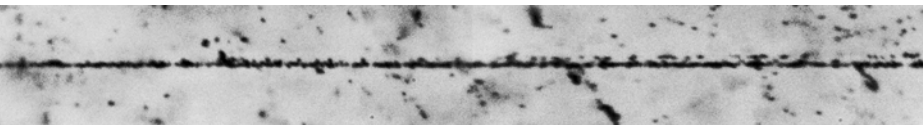
The ^{10}C nucleus is the only example of the system, which has the “super-boromean” properties, since the removal of one of the four clusters in the $2\alpha + 2p$ structure leads to an unbound state.

Distribution of the number of “white” stars, N_{ws} , and the number of events involving the production of target fragments, N_{tf} , with respect to $\sum Z_{\text{fr}} = 6$ channels

$\sum Z_{\text{fr}} = 6$	C	2He + 2H	He + 4H	6H	3He
N_{ws}	-	159	16	8	11
N_{tf}	27 (^9C)	211	76	16	11

For “white” stars N_{ws} with charge topology $\sum Z_{\text{fr}} = 6$ the most probable channel is represented by events $2\text{He} + 2\text{H}$, which might be expected for the isotope ^{10}C . The channel $\text{He} + 4\text{H}$ is found to be suppressed, as in the ^{10}C case it is required to overcome the high threshold of the α -cluster break up. Besides, events are observed in the channel $^{10}\text{C} \rightarrow 3\text{He}$.

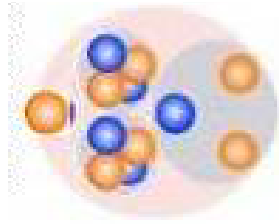
Production of ^8Be and ^9B nuclei in ^{10}C dissociation



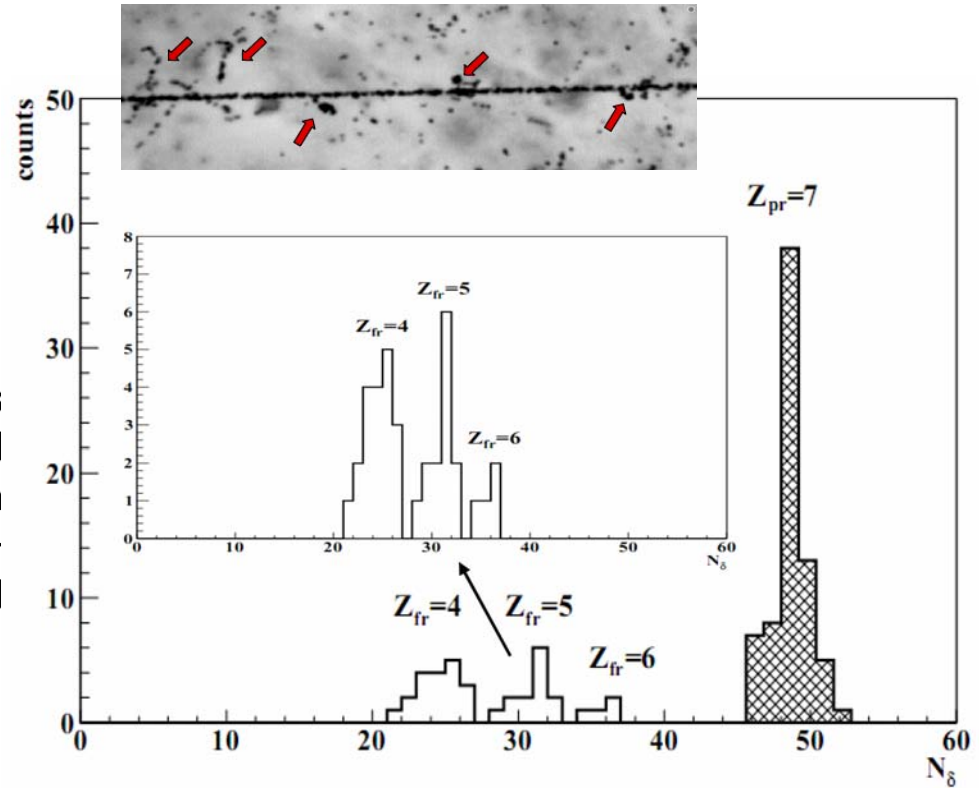
a) Distribution of the number of “white” stars $2\alpha + 2p$ versus excitation energy $Q_{2\alpha}$ of the α -pairs. In the inset a zoom over the $Q_{2\alpha}$ distribution is shown. b) Distribution of the number of “white” stars $2\alpha + 2p$ versus excitation energy $Q_{2\alpha p}$ of triples $2\alpha + p$. In the inset a zoom over the $Q_{2\alpha p}$ distribution is shown.

In 63 events the $Q_{2\alpha}$ value does not exceed 500 keV (inset a)). For them, the average value is $\langle Q_{2\alpha} \rangle \approx 110 \pm 20$ keV and the mean-square scattering $\sigma = 40$ keV, which well corresponds to the decays of the ^8Be 0^+ ground state. The unbound ^9B nucleus can be another major product of the ^{10}C coherent dissociation. The $Q_{2\alpha p}$ values for one of two possible $2\alpha + p$ triples do not exceed 500 keV in 58 events (inset b)). The average value for these triples is $\langle Q_{2\alpha p} \rangle = 250 \pm 15$ keV with rms $\sigma = 74$ keV.

Coherent dissociation of ^{12}N nuclei

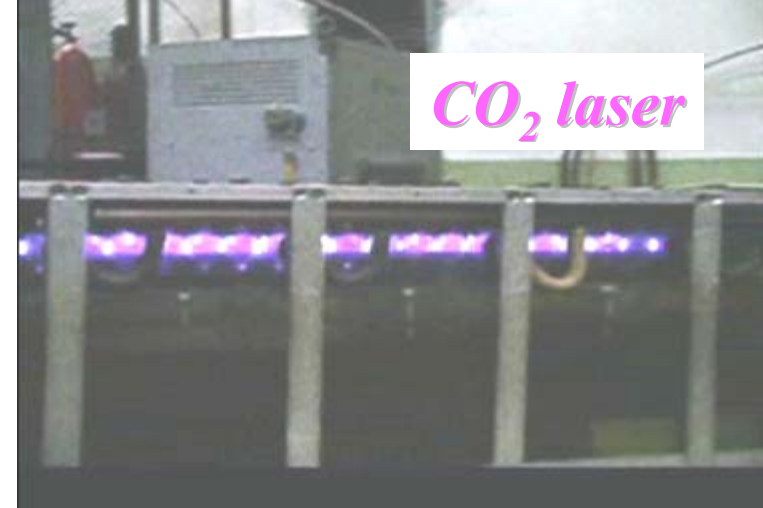
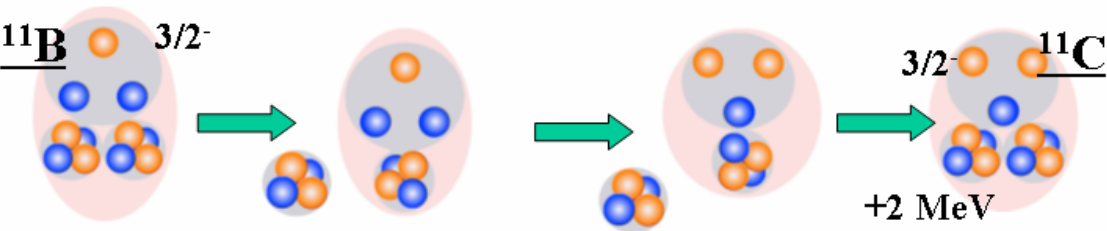


The particular feature of the ^{12}N nucleus consists in the low proton separation threshold (600 keV). Furthermore, the dissociation can occur through the channels $\alpha + {}^8\text{B}$ (8 MeV), $p + {}^7\text{Be} + \alpha$, as well as into more complicated ensembles with the ${}^7\text{Be}$ core break.



Number of “white” stars N_{ws} ($\theta < 11^\circ$) with $\sum Z_{\text{fr}} = 7$ and $Z_{\text{pr}} = 7$

C + H	${}^8\text{B} + \text{He}$	${}^7\text{Be} + \text{He} + \text{H}$	${}^8\text{B} + 2\text{H}$	${}^7\text{Be} + 3\text{H}$	$3\text{He} + \text{H}$	$2\text{He} + 3\text{H}$	$\text{He} + 5\text{H}$
4	3	9	11	10	2	24	9

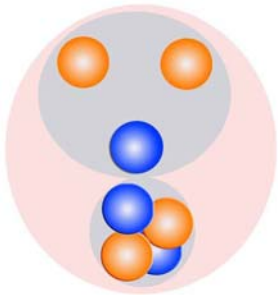


Of a fundamental interest is the search for effects depending on the charge of parent nucleus for relativistic ^{11}B and ^{11}C nuclei which demands new exposure. Nuclotron beam time requested is approximately 60 hours per year.

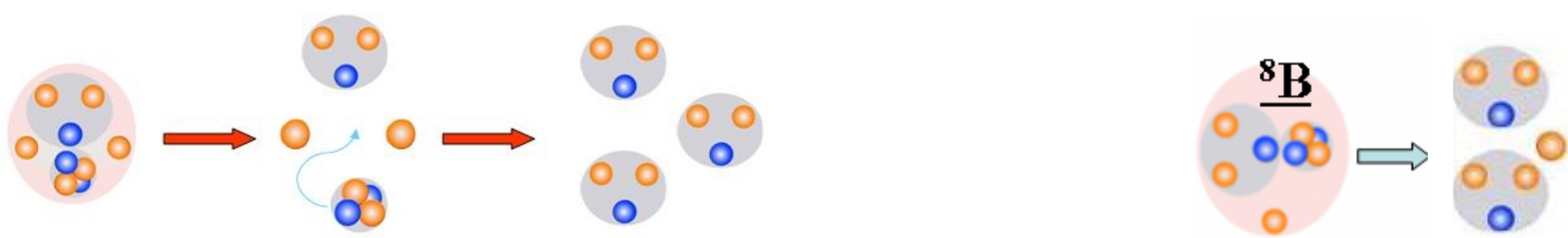
High statistics analysis of ${}^7\text{Be}$ dissociation

The BECQUEREL Collaboration performed irradiation of nuclear track emulsion in a mixed beam of ${}^{12}\text{N}$, ${}^{10}\text{C}$ and ${}^7\text{Be}$ nuclei. Thus, there are new opportunities with regard to the issue of “dihelion” based on the analysis of the found about 400 “non-white” stars ${}^7\text{Be} \rightarrow 2{}^3\text{He}$ with knocking out of a neutron and the formation of fragments of target nuclei or mesons, as in the case of ${}^8\text{B} \rightarrow 2\text{He} + \text{H}$. Thus, the indication to the existence of “dihelion” will be reviewed using a significantly larger statistics.

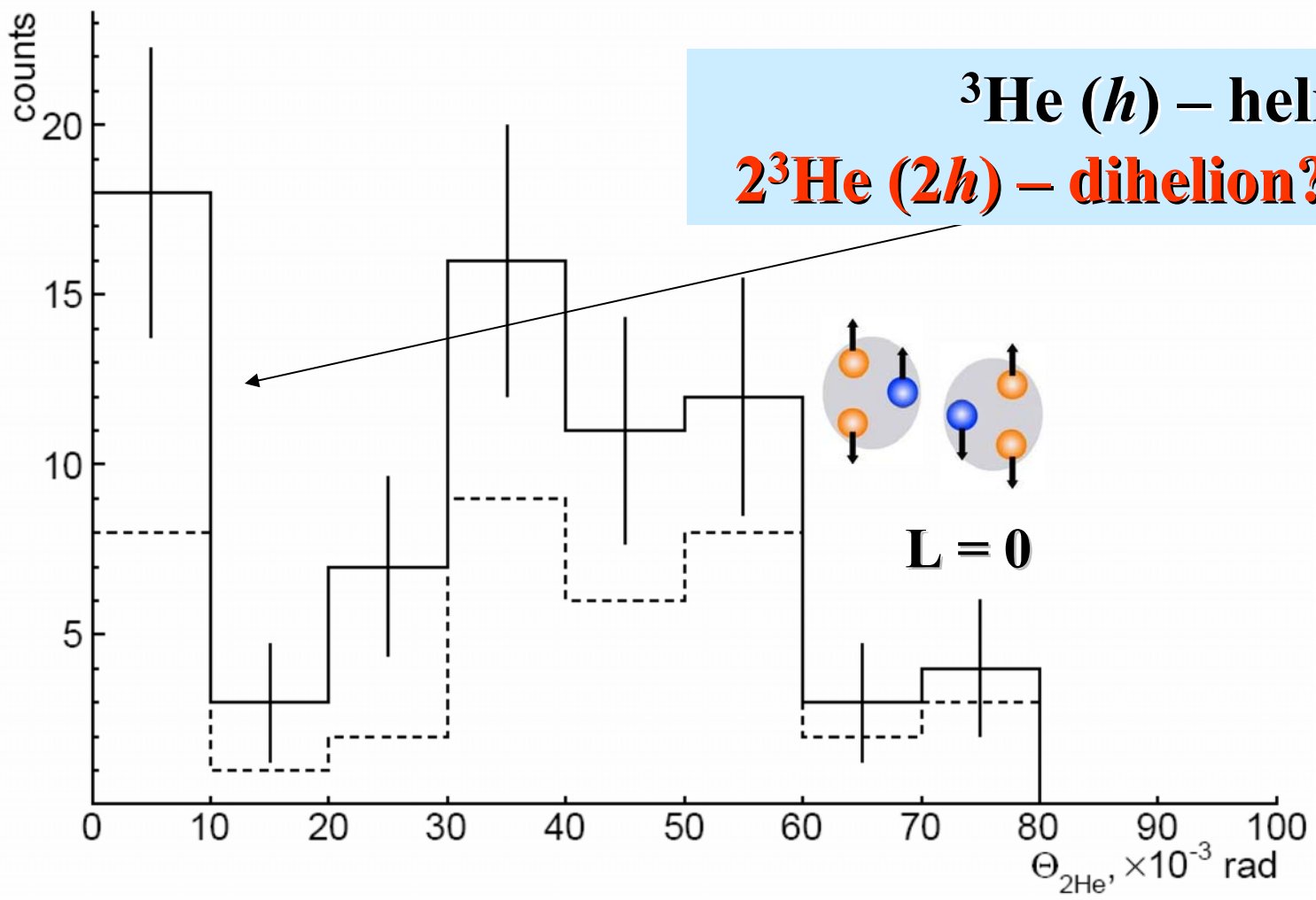
Distribution of the number of “white” stars, N_{ws} , and the number of events involving the production of target fragments, N_{tf} , with respect to $\sum Z_{\text{fr}} = 4$ channels



$\sum Z_{\text{fr}} = 4$	2He	He+2H	4H
N_{ws}	95	116	14
N_{tf}	371	554	16



${}^3\text{He} (h)$ – helion
 ${}^2{}^3\text{He} (2h)$ – dihelion?!...



Total distribution of opening angles $\Theta_{2\text{He}}$ between the relativistic He fragments in the “white” stars ${}^9\text{C} \rightarrow 3{}^3\text{He}$ and in events ${}^8\text{B} \rightarrow 2\text{He} + \text{H}$ with the formation of target nucleus fragments or meson; dotted line indicates the “white” stars contribution.

Основные задачи:

Исследование периферической фрагментации ядра ^{10}C на статистике 500 взаимодействий.

Исследование периферической фрагментации ядра ^{12}N на статистике 100 взаимодействий.

Поиск 2^3He -резонанса на статистике 200 пар.

Анализ ядерной эмульсии, облученной во вторичном пучке ядер ^{11}C , формируемом с помощью реакций перезарядки ускоренных ядер ^{11}B .

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ФРАГМЕНТАЦИИ ЛЕГКИХ
РАДИОАКТИВНЫХ ЯДЕР МЕТОДОМ ЯДЕРНОЙ ЭМУЛЬСИИ**

Продолжение проекта БЕККЕРЕЛЬ-D(ripline) на 2012-2014 гг.

ТЕМА 1087

Сотрудничество БЕККЕРЕЛЬ

**Д. А. Артеменков, В. Браднова, П. И. Зарубин, И. Г. Зарубина, Н. В. Кондратьева,
Н. К. Корнегруца, Д. О. Кривенков, А. И. Малахов, П. А. Рукояткин, В. В. Русакова**
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

В. Р. Саркисян, А. А. Моисеенко

Ереванский физический институт, Ереван, Армения

Р. Станоева

Юго-Западный университет, Благоевград, Болгария.

И. Цаков

Институт ядерных исследований и ядерной энергетики БАН, София, Болгария

М. Хайдук, А. Неагу, Е. Штефан

Институт космических исследований, Бухарест, Румыния

С. Г. Герасимов, Л. А. Гончарова, В. А. Дронов, Н. Г. Пересадыко, Н. Г. Полухина,

А. С. Русецкий, Н. И. Старков, М. М. Чернявский, В. Н. Фетисов, С. П. Харламов

Физический институт имени П. Н. Лебедева РАН, Москва, Россия (ФИАН)

С. С. Аликулов, Р. Бекмирзаев, К. З. Маматкулов,

Джизакский педагогический университет, Джизак, Узбекистан

Р. Р. Каттабеков, К. Олимов

Физико-технический институт, Ташкент, Узбекистан

РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА Зарубин Павел Игоревич

ЗАМЕСТИТЕЛЬ РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА

ВЫПИСКА

из протокола заседания N1-2011 НТС НЭОФТИ ЛФВЭ
от 14 февраля 2011г.

Присутствовали 10 членов НТС из 14 по списочному составу.

СЛУШАЛИ:

1. Отчет и предложение по продлению на 3 года по проекту БЕККЕРЕЛЬ-Д.
Докл. Зарубин П.И.
Рецензенты: В.А.Никитин, А.Г.Литвиненко

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Рекомендовать НТС ЛФВЭ ОИЯИ одобрить предлагаемый отчет по проекту БЕККЕРЕЛЬ и ходатайствовать о продлении работ по проекту БЕККЕРЕЛЬ-Д на 2012-20014г. "Единогласно".

Председатель НТС НЭОФТИ ЛФВЭ

проф. Малахов А.И.

Секретарь НТС НЭОФТИ ЛФВЭ

Мигулина И.И.

Рецензия на отчет о работе по проекту БЕККЕРЕЛЬ за 2009-2011 гг. и предложении о продлении на 2012-14 г.

Представленный материал содержит Введение в актуальные проблемы физики ядерной кластеризации, основные физические результаты, полученные и опубликованные по проекту БЕККЕРЕЛЬ в период 2008-11, и задачи анализа облученной эмульсии на последующие три года.

За отчетный период опубликовано 6 публикаций в рецензируемых журналах. Среди наиболее значительных конференций где представлялись устные доклады: «The 20th European Conference on Few-Body Problems in Physics», Пиза, Италия, 2008; «International Symposium on Exotic Nuclei», Сочи, Россия, 2009; «2nd Workshop on «State of the Art in Nuclear Cluster Physics» Брюссель, Бельгия, 2010 (приглашенный доклад); «The 21st European Conference on Few-Body Problems in Physics», Саламанка, Испания, 2010. Защищены 3 кандидатских и докторская диссертация. Постоянно обновляется сайт проекта и видеокolleкция взаимодействий ядер в эмульсии. Таким образом, итоги работы по проекту достаточно хорошо представлены, опубликованы и оформлены в диссертациях.

Главный и завершённый результат недавних исследований состоит в изучении структурных особенностей ядра ^9C при энергии 1.2А ГэВ. Доказана правильность формирования на нуклотроне ОИЯИ пучка изотопа ^9C , получена обзорная информация по зарядовой топологии его фрагментации в ядерной эмульсии и изучены динамические особенности каналов как с отделением протонов, так и на три ядра ^3He . В канале $^9\text{C} \rightarrow 3^3\text{He}$. Обнаружены коррелированные пары ядер 2^3He , указывающие на возможность существования резонансного состояния в системе 2^3He вблизи порога образования. Выдвинута проблема его поиска. На основе этих результатов подготовлена к защите еще одна кандидатская диссертация.

Продолжение проекта БЕККЕРЕЛЬ-D на 2012-14 гг. посвящено обзорному исследованию фрагментации в ядерной эмульсии релятивистских ядер ^9C , ^{10}C и ^{12}N , облучение которыми уже выполнено в предшествующей фазе проекта. Оно является развитием работ Сотрудничества по кластерной структуре ядер ^7Be и $^{8,10,11}\text{B}$. Будут продолжены исследования кластерных степеней свободы в ядрах ^7Be и $^{8,10,11}\text{B}$ на новом уровне статистики и детальности описания. Уже облученная эмульсия позволит исследовать ядерно-молекулярную структуру несвязанных ядер ^6Be , ^7B , ^8C и ^{11}N , которые образуются в реакции фрагментации ядер ^7Be , ^8B , ^9C и ^{12}N со срывом нейтронов. Сотрудничество обладает статистикой взаимодействий в сотни событий, что создает основу для угловых измерений. В работе участвуют 5 аспирантов.

Используемый метод ядерной эмульсии может привести к наблюдениям структуры фрагментации релятивистских ядер, которые трудно будет повторить в других центрах и другими методами на обозримую перспективу. По-существу в периферических взаимодействиях можно осуществить «томографию ядерной структуры». Поэтому, важно сохранить методическую культуру и набранный темп анализа ядерных взаимодействий в эмульсии. Необходимо на более простых задачах подготовить специалистов, способных решать столь сложную задачу как анализ множественной фрагментации тяжелых релятивистских ядер в десятки треков. Сам метод ядерной эмульсии заслуживает обновления, без изменения в принципах детектирования, с тем, чтобы увеличить скорость поиска по первичным следам достаточно редких событий периферической диссоциации. Отчет по проекту заслуживает одобрения, а сам рекомендован для продления на ближайшие три года.

Начальник сектора ЛФВЭ
Д. ф.-м.н.

А. Г. Литвиненко

Рецензия
на отчет о работе по проекту БЕККЕРЕЛЬ за 2009-2011 гг
и на предложение о продлении темы на 2012-14 г.

Сотрудничеством БЕККЕРЕЛЬ осуществляется облучение ядерных эмульсий на вновь формируемых пучках нуклотрона ОИЯИ, включая вторичные пучки радиоактивных ядер. В Сотрудничестве объединены группы, обладающие просмотрными и измерительными микроскопами, а также оборудованием для обработки ядерной эмульсии. Метод ядерной эмульсии обеспечивает уникальную по полноте наблюдаемость множественных систем фрагментов, образующихся при диссоциации релятивистских ядер. В проекте единообразно изучается когерентная диссоциация целого семейства легких ядер. Получен ряд принципиальных результатов.

В периферической диссоциации ядер ^9Be по 2α -частичному каналу обнаружено доминирование основного и первого возбужденного состояний ядра ^8Be , проявляющихся с близкими вероятностями. Впервые установлено, что при диссоциации ядра ^{14}N по лидирующему 3α -частичному каналу основная часть конечных состояний соответствует области кластерных возбуждений ядра ^{12}C . В когерентной диссоциации релятивистских изотопов $^{10,11}\text{B}$ обнаружено лидирование зарядовой топологии фрагментов $2\text{He} + \text{H}$, для которой установлено проявление d и t типов кластеризации. Впервые установлена лидирующая роль ^3He типа кластеризации в релятивистской диссоциации ядер ^7Be . Впервые изучена когерентная диссоциация релятивистского ядра ^8B , обнаружено лидирование канала $^7\text{Be} + p$ и определены условия электромагнитной диссоциации. Впервые изучена когерентная диссоциация релятивистского ядра ^9C , в которой идентифицировано образование кластерного состояния 3^3He . Все эти результаты хорошо представлены на конференциях, в публикациях и 4-х диссертациях (включая докторскую) и кратко изложены в отчетной части представленного проекта. Проект динамично развивается, что позволяет ставить новые задачи.

Новый, и, по-видимому, завершающий этап связан с исследованием периферической фрагментации ядра ^{10}C на статистике 500 взаимодействий и ядра ^{12}N на статистике 100 взаимодействий. Облучение уже выполнено, проведен первичный набор статистики. Новый этап состоит в угловых измерениях и физическом анализе данных. На материале этого же облучения будет проведен поиск 2^3He -резонанса (дигелиона) в периферической фрагментации ^7Be на статистике 200 пар 2^3He . Над этими задачами активно работают 5 аспирантов, что позволяет рассчитывать на скорое и успешное решение поставленных задач.

Отчетный материал может быть одобрен, а проект рекомендован к продлению.

Главный научный сотрудник ЛФВЭ
Д. ф.-м. н.
Профессор

В. А. Никитин

20.02.2011.

Дата 19.01.11 № 1220-9311-41
№ _____ от _____

Глубокоуважаемый Михаил Григорьевич!

В рамках сотрудничества Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ и ФИАН успешно проводятся работы по проекту БЕККЕРЕЛЬ (руководители Зарубин П.И. – ОИЯИ, Полухина Н.Г. – ФИАН). С использованием фотоэмulsionной методики выполнены исследования структуры целого семейства легких ядер, включая радиоактивные. (В 2008-2010 г.г. по результатам совместной работы в ФИАНе составлены защиты студентов ОИЯИ - трех кандидатских и одной докторской диссертации). В 2010 году этим же коллективом начаты работы по подготовке новых экспериментов по поиску частиц темной материи на основе эмульсионной методики.

Полученные важные ядерно-физические результаты, достигнутый уровень подготовки исследователей, дает все основания рассчитывать на успешное продолжение проекта, поскольку в 2012-2014 г.г. предполагается продолжать совместные исследования в научных тяжелых ионах. В этой связи хотелось бы иметь возможность включения проекта БЕККЕРЕЛЬ в проблемно-тематический план ОИЯИ.

Директор ФИАН, академик



Г. А. Мещк
Г. А. Мещк

*В.В. Кесельман
Письмо по согласованию*

100214, Toshkent sh. Uyg'och ob-habotchi
Tel. (8-10-99877) 130 30 70, 289 31 18
Fax: (8-10-99877) 130 30 80
E-mail: info@fip.uz
http://www.fip.uz



100214, Ташкент, о. Уйчулок
Тел. (8-10-99877) 130 30 70, 289 31 18
Факс (8-10-99877) 130 30 80
E-mail: info@fip.uz
http://www.fip.uz

С.С.Р.11 № 5-2015-П

[O совместных работах]

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

И.О. ДИРЕКТОРА, профессор
М.Г. ИТКУС

Глубокоуважаемый Михаил Григорьевич!

Выражаю заинтересованность в продолжении в 2012-2014гг. совместных работ по проекту БЕККЕРЕЛЬ в рамках проблемно-тематического плана ОИЯИ. В настоящее время в этом проекте от Республики Узбекистан принимают участие аспиранты Р.Р. Каттабеков (Физико-технический институт АН Узбекистана), К.З. Маматкулов и С.С. Аликулов (Джизакский педагогический университет). Они приобрели опыт анализа взаимодействий релятивистских ядер в ядерной эмульсии и освоили современные программы обработки результатов. Результаты их активной работы над анализом облучений ядерной эмульсии в пучке радиоактивных ядер на нуклотроне вошли в две публикации сотрудничества и позволяют сформулировать темы диссертационных работ.

С глубоким уважением,

Директор

У.С. Салихбаев

У.С. САЛИХБАЕВ



708000, Jizzax shaxri, tel.: (8372) 226-13-57, faks-226-59-94 708000, г.Джизак,
Sh.Kashidov shox Sh.Kashidov shox E-mail: jdnok@intal.uz проспект

№ С.С.Р.11

«29» 01 2011 г.

И. о. директора ОИЯИ
Проф. М. Г. Иткус

Глубокоуважаемый Михаил Григорьевич!

Ректорат Джизакского Государственного Педагогического института выражает заинтересованность в продолжении в 2012-2014 г.г. работы сотрудничества БЕККЕРЕЛЬ в рамках проблемно-тематического плана ОИЯИ. В настоящее время по этому проекту из нашего института принимают участие аспиранты К. З. Маматкулов и С. С. Аликулов. Они приобрели опыт анализа взаимодействия релятивистских ядер в ядерной эмульсии и освоили современные программы представления результатов. Результаты их активной работы над анализом облучений ядерной эмульсии в пучке радиоактивных ядер на Нуклотроне вошли в две публикации сотрудничества и позволяют сформулировать темы диссертационных работ.

Ректор

О. Дусматов

Проф. О. Дусматов

№ 24 от 01 2011 г. № С.С.Р.11/24

И.о. директора ОИЯИ
Проф. М. Г. Иткус

Глубокоуважаемый Михаил Григорьевич!

Прошу поддержать в 2012-2014 г.г. работу сотрудничества БЕККЕРЕЛЬ (ИЯИ ОИЯИ) в рамках проблемно-тематического плана ОИЯИ. В проекте участвуют специалисты по методу ядерной эмульсии из Ерванской Национальной научной лаборатории им. А.А.Чилынгарова, ведущие последние статистики по периферическим взаимодействиям релятивистских ядер кримины и серы. Используемая методика может привести к наблюдению структуры ядерной фрагментации, которая трудно будет повторить в других центрах и другими методами на обзорную перспективу. В связи с активной работой по проекту хочу отметить важность научных контактов между нашими институтами.

Директор ИЯИ им. А.А.Чилынгарова
А.А. Чилынгаров

А.А. Чилынгаров



С.С.Р.11 № 130-21

[O совместных работах]

И. о.директора ОИЯИ
Проф. М. Г. Иткус

Глубокоуважаемый Михаил Григорьевич!

Многолетнее сотрудничество с ОИЯИ является очень важным для Академии наук Республики Узбекистан. В его рамках получен обширный экспериментальный материал в области адрон- и ядро-адронных взаимодействий и подготовлен целый ряд квалифицированных молодых ученых. В настоящее время одной из центральных проблем релятивистской ядерной физики является изучение коллективных взаимодействий и структуры ядер, а также установление их влияния на процессы фрагментации. Аналогичное направление исследований осуществляется в ФИИ и ИЯИ АН РУз. Настоящим подтверждаю заинтересованность ФИИ ИЯИ «Физика-Солнце» АН РУз в продолжении в 2012-2014 г.г. работы сотрудничества БЕККЕРЕЛЬ в рамках проблемно-тематического плана ОИЯИ. В настоящее время от Узбекистана в этом проекте принимают участие несколько молодых ученых, в числе которых аспирант Р. Р. Каттабеков. Они приобрели опыт анализа взаимодействия релятивистских ядер в ядерной эмульсии и освоили современные программы обработки и представления результатов. Результаты их активной работы над анализом облучений ядерной эмульсии в пучке радиоактивных ядер на нуклотроне вошли в две публикации сотрудничества и позволяют сформулировать темы диссертационных работ.

Генеральный директор
ИЯО «Физика-Солнце» АН РУз
Проф. С. Л. Лутфуллаев



To: Prof. Mikhail Grigorievich Itsk
Acting Director of the Joint Institute for Nuclear Research
Dubna - Russia

+7 (4982) 66-180

Dear Prof. Itsk,

Our laboratory is interested in the BEKKEEREL Project for 2012-14. We are collaborating with INR since 1960 and would like to continue this collaboration. We consider that the extension of the Beqan project for 2012-2014 will provide new valuable information on the fragmentation of relativistic nuclei, their nuclear structure as well as very useful data for nuclear astrophysics.

This is the reason why we would like to ask you to sustain this project.

Best regards,

Director ISS

Dr.ing. Durdinot HASHEGAN

Durdinot Hashegan

Tashkent 25.01.2011

Смета затрат по проекту

ФАЗА/БЕККЕРЕЛЬ в части БЕККЕРЕЛЬ (ЛФВЭ)

на 20012-14 гг.

№№ затрат	Наименование статей	Полная стоимость	2012 г.	2013 г.	20014 г.
1.	Ускоритель НУКЛОТРОН	150 час.	50 час.	50 час.	100 час.
2.	Оборудование и расходные материалы	20 тыс. \$	10 тыс. \$	6 тыс. \$	4 тыс. \$
3.	Командировочные расходы	15 тыс. \$	5 тыс. \$	5 тыс. \$	5 тыс. \$
Итого по прямым расходам		35 тыс. \$	15 тыс. \$	11 тыс. \$	9 тыс. \$

Руководитель Проекта

Директор Лаборатории

Ведущий инженер-экономист Лаборатории



Progress of the BECQUEREL Project in 2008-11 and Contribution to the Joint FAZA/BECQUEREL Project for 2012-2014

D. A. Artemenkov, V. Bradnova, A. I. Malakhov, N. K. Kondratieva, N. K. Kornegrutsa, D. O. Krivenkov, P. A. Rukoyatkin, V. V. Rusakova, P. I. Zarubin (Project Leader), I. G. Zarubina
*V. I. Veksler and A. M. Baldin Laboratory of High Energy Physics
 Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia*
 M. M. Chernyavsky, V. A. Dronov, V. N. Fetisov, S. P. Kharlamov, S. G. Gerasimov, L. A. Goncharova, A. S. Rusetsky, N. G. Peresadko, N. G. Polukhina, N. I. Starkov
P. N. Lebedev Physical Institute RAS, Moscow, Russia
 M. Haiduc, A. Neagu, E. Firu
Institute of Space Sciences, Bucharest-Magurele, Romania
 A. A. Moiseenko, V. R. Sarkisyan, G. G. Torosyan
Erevan Physical Institute, Erevan, Armenia
 R. Stanoeva
South-West University, Blagoevgrad, Bulgaria
 R. R. Kattabekov, K. Olimov
Institute of Physics and Technology UAS, Tashkent, Uzbekistan
 S. S. Alikulov, R. N. Bekmirzaev, K. Z. Mamatkulov
Dzhizak State Pedagogical Institute, Dzhizak, Uzbekistan



Progress of the BECQUEREL project and its continuation in 2012–2014

D. A. Artemenkov, V. Bradnova, A. I. Malakhov, N. K. Kondratieva, N. K. Kornegrutsa, D. O. Krivenkov, P. A. Rukoyatkin, V. V. Rusakova, P. I. Zarubin (Project Leader), I. G. Zarubina
*V. I. Veksler and A. M. Baldin Laboratory of High Energy Physics
 Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia*
 M. M. Chernyavsky, V. A. Dronov, V. N. Fetisov, S. P. Kharlamov, S. G. Gerasimov, L. A. Goncharova, A. S. Rusetsky, N. G. Peresadko, N. G. Polukhina, N. I. Starkov
P. N. Lebedev Physical Institute RAS, Moscow, Russia
 M. Haiduc, A. Neagu, E. Firu
Institute of Space Sciences, Bucharest-Magurele, Romania
 A. A. Moiseenko, V. R. Sarkisyan, G. G. Torosyan
Erevan Physical Institute, Erevan, Armenia
 R. Stanoeva
South-West University, Blagoevgrad, Bulgaria
 R. R. Kattabekov, K. Olimov
Institute of Physics and Technology UAS, Tashkent, Uzbekistan
 S. S. Alikulov, R. N. Bekmirzaev, K. Z. Mamatkulov
Dzhizak State Pedagogical Institute, Dzhizak, Uzbekistan

The BECQUEREL Project (Beryllium (Boron) Clustering Quest in Relativistic Multifragmentation) at the JINR Nuclotron is devoted systematic exploration of clustering features of light stable and radioactive nuclei. A nuclear track emulsion is used to explore the fragmentation of the relativistic nuclei down to the most peripheral interactions - nuclear "white" stars. This technique provides a record spatial resolution and allows one to observe the 3D images of peripheral collisions. The analysis of the relativistic fragmentation of neutron-deficient isotopes has particular advantages owing to a larger fraction of observable nucleons.

The features of dissociation of ${}^9\text{Be}$, ${}^{10}\text{C}$, and ${}^{12}\text{N}$ nuclei of 1.2A GeV in nuclear track emulsion energy are presented. The data presented for the nucleus ${}^9\text{Be}$ can be considered as evidence that there is a core in its structure in the form of 0^+ and 2^+ states of the ${}^8\text{Be}$ nucleus having roughly equal weights. Events of coherent dissociation ${}^9\text{C} \rightarrow 3{}^3\text{He}$ associated with the rearrangement of the nucleons outside the α -clustering are identified. The charge fragment topology in the dissociation of ${}^{10}\text{C}$ and ${}^{12}\text{N}$ nuclei is obtained. Contribution of the unbound nucleus decays to the cascade process ${}^{10}\text{C} \rightarrow {}^9\text{B} \rightarrow {}^8\text{Be}$ is identified.

Continuation of the BECQUEREL project for the years 2012-14 will be mostly devoted to observational study of peripheral fragmentation of ${}^{10}\text{C}$ and ${}^{12}\text{N}$ nuclei in exposed emulsion. Production of unbound nuclei ${}^6\text{Be}$, ${}^7\text{B}$, ${}^8\text{C}$ and ${}^{11}\text{N}$ formed in the fragmentation of ${}^7\text{Be}$, ${}^8\text{B}$, ${}^9\text{C}$ and ${}^{12}\text{N}$ nuclei will be explored in the exposed emulsion. The investigation of the cluster degrees of freedom in the ${}^7\text{Be}$ and ${}^{10,11}\text{B}$ nuclei will be extended to a new level of statistics and detailed descriptions.

It is suggested to expose emulsion in a secondary ${}^{11}\text{C}$ beam prepared via a selection of products of charge exchange reaction ${}^{11}\text{B} \rightarrow {}^{11}\text{C}$. The project will support beam tests with heavy nuclei at the Nuclotron as well as other accelerators.

УЧРЕЖДЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Физический ИНСТИТУТ



имени
П.Н.Лебедева

Ф И А Н

119991, Москва, В-333
Ленинский проспект, 53, ФИАН
Телефоны: (499) 135 1429
135 4264

Телефакс: (499) 135 7880
<http://www.lebedev.ru>
postmaster@lebedev.ru

Дата 29.09.11

№ 112.20-9511-1160

На № от

Глубокоуважаемый Виктор Анатольевич!

В рамках сотрудничества Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ и Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН под руководством Зарубина П. И. (ОИЯИ) и Полухиной Н. Г. (ФИАН) успешно ведутся работы по проекту БЕККЕРЕЛЬ. С использованием ядерной эмульсии, облученной на нуклотроне ОИЯИ, исследована структура целого семейства легких ядер, включая радиоактивные. В 2008-2011 гг. по результатам совместной работы состоялись защиты докторской и четырех кандидатских диссертацией. Создана уникальная коллекция видеозаписей взаимодействий релятивистских ядер. Получены важные ядерно-физические результаты и достигнут высокий уровень подготовки молодых исследователей, что дает все основания рассчитывать на развитие проекта.

На 2012-2014 гг. предлагаются совместные исследования в пучках тяжелых ионов нуклотрона ОИЯИ. Разрабатываются новые задачи по распадам радиоактивных ядер в эмульсии. Этим же коллективом начаты работы по подготовке новых экспериментов по поиску частиц темной материи, для чего совместно с ОАО «Славич» ведется разработка и тестирование новых образцов эмульсии. Таким образом, активное использование в проекте БЕККЕРЕЛЬ химико-технологической и микроскопной базы ОИЯИ и ФИАН оказывается важным для сохранения как самого метода ядерной эмульсии, имеющего серьезную перспективу, так и связанного с ним сообщества исследователей. В этой связи хотелось бы иметь возможность сохранения в проблемно-тематическом плане ОИЯИ проекта БЕККЕРЕЛЬ как самостоятельного в рамках темы по исследованию взаимодействий релятивистских ядер, руководимой проф. А. И. Малаховым.

Директор ФИАН, академик



Г. А. Месяц

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
FANLAR AKADEMIYASI

YADRO FIZIKASI INSTITUTI



100214, Toshkent sh., Ulug'bek shaharchasi
Tel.: (8-10-99871) 150 30 70, 289 31 18
Fax: (8-10-99871) 150 30 80
E-mail: info@inp.uz
<http://www.inp.uz>

АКАДЕМИЯ НАУК
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

100214, Ташкент, п. Улуг'бек
Тел.: (8-10-99871) 150 30 70, 289 31 18
Факс: (8-10-99871) 150 30 80
E-mail: info@inp.uz
<http://www.inp.uz>

141011 № 5-2115-657

[О совместных работах]

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ДИРЕКТОРУ
АКАДЕМИКУ В.А.МАТВЕЕВУ

Глубокоуважаемый Виктор Анатольевич!

В настоящее время в научных исследованиях по проекту БЕККЕРЕЛЬ от Республики Узбекистан принимают участие аспиранты Р.Р.Каттабеков (Физико-технический институт АН Узбекистана) и К.З.Маматкулов (Джизакский педагогический университет). Они приобрели опыт анализа взаимодействия релятивистских ядер в ядерной эмульсии и освоили современные программы представления результатов. Результаты их активной работы над анализом облучений ядерной эмульсии в пучке радиоактивных ядер на нуклотроне вошли в две публикации сотрудничества и позволяют сформулировать темы диссертационных работ. Со стороны Джизакского государственного педагогического института ведутся переговоры с руководителем проекта БЕККЕРЕЛЬ ЛВЭ ОИЯИ д.ф.-м.н. Зарубиным П.И. о дополнительном направлении 2-х молодых специалистов для проведения совместных исследований и подготовки кандидатских диссертаций по специальности 01.04.16 – физика ядра и элементарных частиц.

От имени дирекции ИЯФ АН РУз и руководств вышеуказанных научных учреждений Узбекистана выражаю признательность дирекции ОИЯИ за поддержку аспирантов из Узбекистана и сообщаю о заинтересованности в продолжении в 2012-2014гг. совместных работ по проекту БЕККЕРЕЛЬ в рамках проблемно-тематического плана ОИЯИ.

С глубоким уважением,

Директор


У.С.САЛИХБАЕВ

От: Tarek Hussein <tarek@sci.cu.edu.eg>
Кому: "'D.V. Kamanin'" <kamanin@jinr.ru>
Написано: 24 октября 2011 г., 10:59:09
Тема: research using nuclear emulsion tech
Папка: ARE / kamanin

Dear Kamanin;

Recalling our last call phone we discussed reactivating the joint research in nuclear emulsion technique. In the past our lab in Cairo University was using emulsion plates processed in JINR. The plates were dedicated to proton-nucleus and heavy ion collisions at high and extremely high energy. We appreciate encouraging scientists from both side to use this technique in dealing with modern trends in this field. You can connect me with the PI of the laboratory to discuss together the possible research topics according to the availabilities.

Regards,
Tarek Hussein

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА Исследование кластерной структуры легких радиоактивных ядер в процессах релятивистской фрагментации (БЕККЕРЕЛЬ)		НОМЕР ПРОЕКТА 12-02-00067 	
ОБЛАСТЬ ЗНАНИЯ 02 - физика и астрономия		КОД(Ы) КЛАССИФИКАТОРА 02-120	
ВИД КОНКУРСА а - Инициативные проекты			
ФАМИЛИЯ, ИМЯ, ОТЧЕСТВО РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА Зарубин Павел Игоревич		ТЕЛЕФОН РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА (49621)62004	
ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ГДЕ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРОЕКТ Объединенный институт ядерных исследований			
ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ЧЕРЕЗ КОТОРУЮ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ФИНАНСИРОВАНИЕ Объединенный институт ядерных исследований			
ОБЩИЙ ОБЪЕМ ФИНАНСИРОВАНИЯ НА 2012 г. 500000 руб.		ГОД НАЧАЛА ПРОЕКТА 2012	ГОД ОКОНЧАНИЯ ПРОЕКТА 2014
ЧИСЛО УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА 6	ЧИСЛО УЧАСТНИКОВ, ИМЕЮЩИХ УЧЕНУЮ СТЕПЕНЬ 3	ЧИСЛО МОЛОДЫХ УЧАСТНИКОВ 3	
"ИСПОЛНИТЕЛИ ПРОЕКТА СОГЛАСНЫ С УСЛОВИЯМИ КОНКУРСОВ РФФИ, В ТОМ ЧИСЛЕ - С ОПУБЛИКОВАНИЕМ (В ПЕЧАТНОЙ И ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМАХ) НАУЧНЫХ ОТЧЕТОВ И ПЕРЕЧНЯ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ПРОЕКТУ."			
ФАМИЛИЯ, ИМЯ, ОТЧЕСТВО ОСНОВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ		ПОДПИСИ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ	
Артеменков Денис Александрович			
Зарубина Ирина Геннадиевна			
Корнегруца Надежда Константиновна			
Кривенков Дмитрий Олегович			
Русакова Валерия Викторовна			
ПОДПИСЬ РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА		ДАТА ПОДАЧИ ЗАЯВКИ 24.08.2011	
ПРОХОЖДЕНИЕ ЗАЯВКИ (заполняется в РФФИ)			
РЕКОМЕНДАЦИЯ ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА Проект прошел полный цикл экспертизы и к финансированию: - рекомендован - не рекомендован (ненужный вариант зачеркнуть)			
РЕШЕНИЕ СОВЕТА ФОНДА По результатам рассмотрения на заседании Совета Фонда проект к финансированию: - принят - не принят (ненужный вариант зачеркнуть)			

Смета затрат по проекту


ФАЗА/БЕККЕРЕЛЬ в части БЕККЕРЕЛЬ (ЛФВЭ)**на 20012-14 гг.**

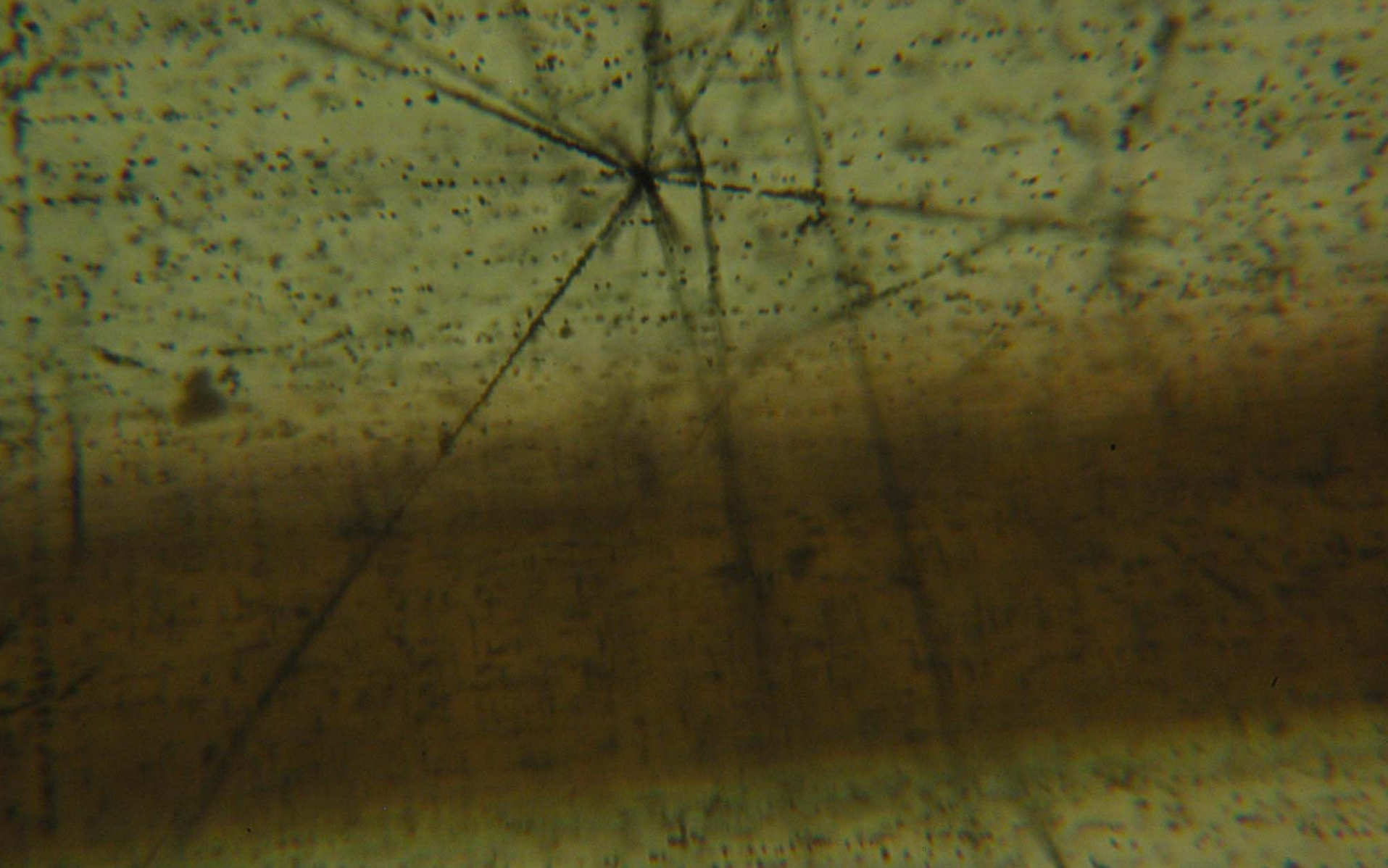
№№ затрат пп	Наименование статей	Полная стоимость	2012 г.	2013 г.	20014 г.
1.	Ускоритель НУКЛОТРОН	150 час.	50 час.	50 час.	100 час.
2.	Оборудование и расходные материалы	20 тыс. \$	10 тыс. \$	6 тыс. \$	4 тыс. \$
3.	Командировочные расходы	15 тыс. \$	5 тыс. \$	5 тыс. \$	5 тыс. \$
	Итого по прямым расходам	35 тыс. \$	15 тыс. \$	11 тыс. \$	9 тыс. \$

Руководитель Проекта

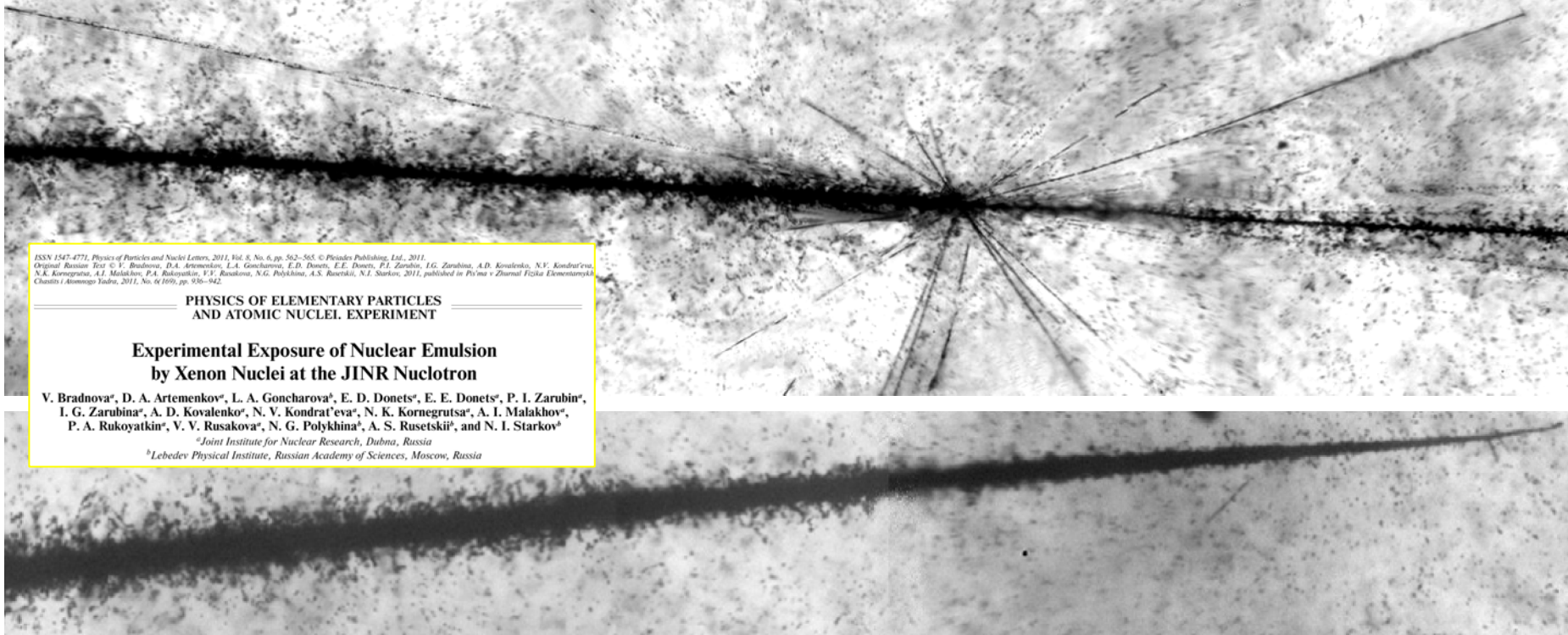
Директор Лаборатории

Ведущий инженер-экономист Лаборатории



Macrophoto of nuclear star induced by 5 GeV hadron in nuclear track emulsion and human hair



ISSN 1547-4771, Physics of Particles and Nuclei Letters, 2011, Vol. 8, No. 6, pp. 562–565. © Pleiades Publishing, Ltd., 2011.
Original Russian Text © V. Bradnova, D. A. Artemenkov, L. A. Goncharova, E. D. Donets, E. E. Donets, P. I. Zarubin, I. G. Zarubina, A. D. Kovalenko, N. V. Kondrat'eva, N. K. Kornegruitsa, A. I. Malakhov, P. A. Rukoyatkin, V. V. Rusakova, N. G. Polykhina, A. S. Rusetskii, N. I. Starkov, 2011, published in Pis'ma v Zhurnal Fizika Elementarnykh Chastits i Atomnoy Yadra, 2011, No. 6/1609, pp. 936–942.

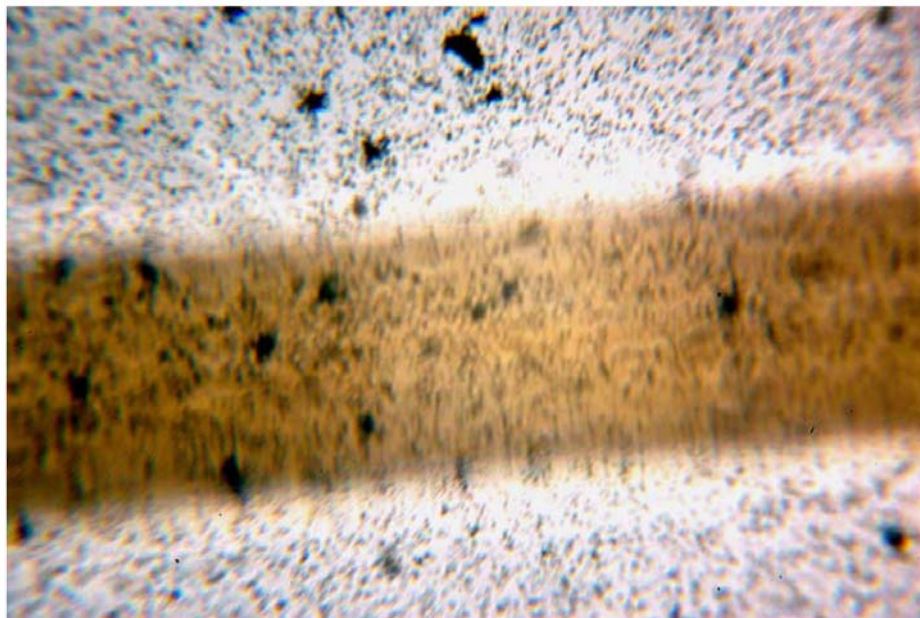
PHYSICS OF ELEMENTARY PARTICLES
AND ATOMIC NUCLEI EXPERIMENT

**Experimental Exposure of Nuclear Emulsion
by Xenon Nuclei at the JINR Nuclotron**

V. Bradnova^a, D. A. Artemenkov^a, L. A. Goncharova^a, E. D. Donets^a, E. E. Donets^a, P. I. Zarubin^a,
I. G. Zarubina^a, A. D. Kovalenko^a, N. V. Kondrat'eva^a, N. K. Kornegruitsa^a, A. I. Malakhov^a,
P. A. Rukoyatkin^a, V. V. Rusakova^a, N. G. Polykhina^a, A. S. Rusetskii^a, and N. I. Starkov^b

^aJoint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

^bLebedev Physical Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia



Hammer tracks in cosmic ray events:

^8Be produced in
 β -delayed decay of
stopped ^8B and ^8Li



Beta Decay of a C^9 Nucleus*

M. S. SWAMI, J. SCHNEPS, AND W. F. FRY

*Department of Physics, University of Wisconsin,
Madison, Wisconsin*

(Received June 29, 1956)

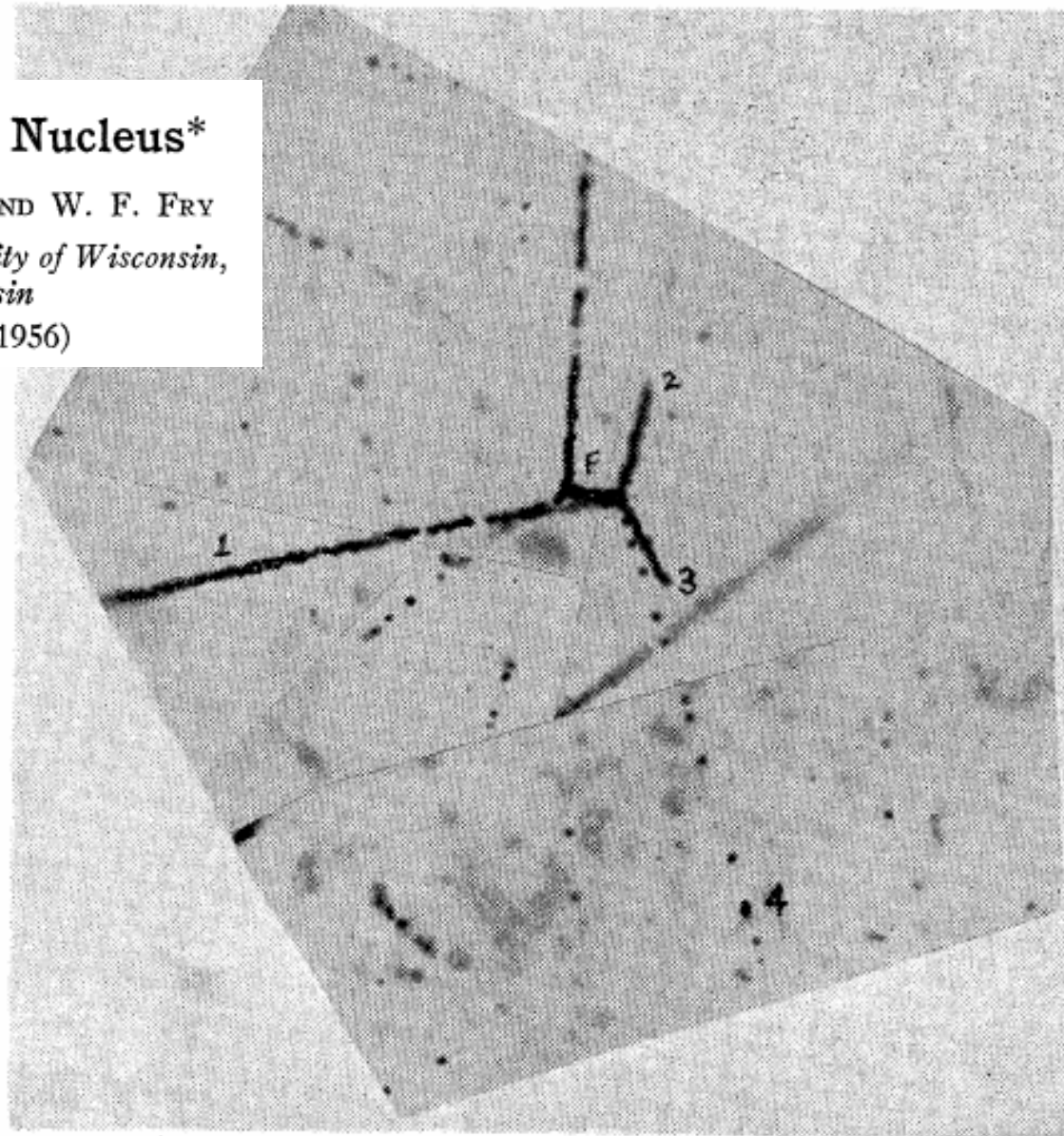


FIG. 1. A photograph of an event interpreted as the beta decay of C^9 . The C^9 nucleus (track F) was produced in star (A) and disintegrated into a proton, two alpha particles, and a positron (tracks 1, 2, 3, and 4, respectively).

Наименование узлов и систем установки, ресурсов, источников финансирования		Стоимость узлов (тыс.долл.) установки. Потребности в ресурсах	Предложения лабораторий по распределению финансирования и ресурсов					
			1 г.	2 г.	3 г.	4 г.	5 г.	
Основные узлы и оборудование		1.Датчики для микроскопов и эмульсия	1.20 тыс. дол.	35 тыс. долл.	25 тыс. долл.	20 тыс. долл.		
Необходимые ресурсы	нормо	ОП ОИЯИ – механические работы – электроника КБ ЛАБОРАТОРИЯ ООЭП						
	час	Ускоритель (Нуклотрон) Реактор ЭВМ (тип)		100	100	100		
		Эксплуатационные расходы						
Источники финансирования	бюджет	Затраты из бюджета, в том числе инвалютные средства	20 тыс. долл.	10 тыс. долл.	5 тыс. долл.	5 тыс. долл.		
	внебюджетные	Вклады коллаборантов Средства по грантам Вклады спонсоров Средства по договорам Другие источники и т.д.						

УЧРЕЖДЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



119991, Москва, В-333
Ленинский проспект, 53, ФИАН
Телефоны: (499) 135 1429
135 4264
Телефакс: (499) 135 7880
http://www.lebedev.ru
postmaster@lebedev.ru

Дата 19.01.11 № 11220-9311-41
На № _____ от _____

Глубокоуважаемый Михаил Григорьевич!

В рамках сотрудничества Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ и ФИАН успешно проводятся работы по проекту БЕККЕРЕЛЬ (руководители Зарубин П.И. – ОИЯИ, Полухина Н.Г. – ФИАН). С использованием фотоэмульсионной методики выполнены исследования структуры целого семейства легких ядер, включая радиоактивные. (В 2008-2010 г.г. по результатам совместной работы в ФИАНе состоялись защиты сотрудников ОИЯИ - трех кандидатских и одной докторской диссертаций). В 2010 году этим же коллективом начаты работы по подготовке новых экспериментов по поиску частиц темной материи на основе эмульсионной методики.

Полученные важные ядерно-физические результаты, достигнутый уровень подготовки исследователей, дает все основания рассчитывать на успешное продолжение проекта, поскольку в 2012-2014 г.г. предполагалось продолжить совместные исследования в пучках тяжелых ионов. В этой связи хотелось бы иметь возможность включения проекта БЕККЕРЕЛЬ в проблемно-тематический план ОИЯИ.

Директор ФИАН, академик



Месяц Г. А. Месяц

И. о. директора ОИЯИ,
профессору
М. Г. Иткису

*В. В. Кескинбаев
Труду за успехом
Шинит*

ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI
FANLAR AKADEMIYASI

YADRO FIZIKASI
INSTITUTI



100214, Toshkent sh., Ulug'bek shaharchasi
Tel.: (8-10-99871) 150 30 70, 289 31 18
Fax: (8-10-99871) 150 30 80
E-mail: info@inp.uz
http://www.inp.uz

АКАДЕМИЯ НАУК
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ
ФИЗИКИ

100214, Ташкент, п. Улугбек
Тел.: (8-10-99871) 150 30 70, 289 31 18
Факс: (8-10-99871) 150 30 80
E-mail: info@inp.uz
http://www.inp.uz

Орд 11, № 5-2115-8X

[О совместных работах]

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

И.О. ДИРЕКТОРА, профессору
М.Г. ИТКИСУ

Глубокоуважаемый Михаил Григорьевич!

Выражаем заинтересованность в продолжении в 2012-2014гг. совместных работ по проекту БЕККЕРЕЛЬ в рамках проблемно-тематического плана ОИЯИ. В настоящее время в этом проекте от Республики Узбекистан принимают участие аспиранты Р.Р. Каттабеков (Физико-технический институт АН Узбекистана), К.З. Маматкулов и С.С. Аликулов (Джизакский педагогический университет). Они приобрели опыт анализа взаимодействий релятивистских ядер в ядерной эмульсии и освоили современные программы обработки результатов. Результаты их активной работы над анализом облучений ядерной эмульсии в пучке радиоактивных ядер на нуклотроне вошли в две публикации сотрудничества и позволяют сформулировать темы диссертационных работ.

С глубоким уважением,

Директор

У.С.САЛИХБАЕВ



708000, Jizzax shaxri, tel.: (8372) 226-13-57, faks-226-59-94 708000, г.Джизак,
Sh.Rashidov shox E-mail: jdnik@intal.uz проспект
ko'chasi Ш.Рашидова

№ 01-16
« 3 » 06 2011 г.

И. о. директора ОИЯИ
Проф. М. Г. Иткисы

Глубокуважаемый Михаил Григорьевич!

Ректорат Джизакского Государственного Педагогического института выражает заинтересованность в продолжении в 2012-2014 гг. работы сотрудничества БЕККЕРЕЛЬ в рамках проблемно-тематического плана ОИЯИ. В настоящее время по этому проекту из нашего института принимают участие аспиранты К. З. Маматкулов и С. С. Аликулов. Они приобрели опыт анализа взаимодействия релятивистских ядер в ядерной эмульсии и освоили современные программы представления результатов. Результаты их активной работы над анализом облучений ядерной эмульсии в пучке радиоактивных ядер на Нуклотроне вошли в две публикации сотрудничества и позволяют сформулировать темы диссертационных работ.

Ректор

Проф. О. Дусматов

FIGH 1: YERMI PHONE NO. : 374 2 280030 304 25 2011 01:05PM P1

ДЖИЗАКСКИЙ ГОСПЕДИНИТУТ ИМ. А.КАДЫРИ
JIZZAX DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI
ИМ. А.КАДЫРИ

НАЦИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ИМ. А.А.ИЛЮМИНА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИРРАДИОАКТИВНЫЙ ЦЕНТР

№ 01-16 2011 г. № 01/14/21

И.о. директора ОИЯИ
Проф. М.Г. Иткисы

Глубокуважаемый Михаил Григорьевич!

Прошу поддержать в 2012-2014 гг. работу сотрудничества БЕККЕРЕЛЬ (ИЯИ) в рамках проблемно-тематического плана ОИЯИ. В проекте участвуют специалисты по методу ядерной эмульсии из Ереванской Национальной научной лаборатории им. А.А.Илюмина, ведущие накопление статистики по периферическим взаимодействиям релятивистских ядер кремния и олова. Используемая методика может привести к наблюдению структуры ядерной фрагментации, которая трудно будет повторить в других центрах и другим методами на обзорную перспективу. В связи с активной работой по проекту хочу отметить важность научных контактов между нашими институтами.

Директор ИЯИ им. А.А.Илюмина
А.А. Чельвингарин

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR
AKADEMIYASI
S.A.AZIMOV NOMIDAGI "FIZIKA-QUVVOSI"
ILMIY JIHLAR SIYOSIYATI BILAN BIRGA
FIZIKA-TEKNIKA INSTITUTI

ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF
UZBEKISTAN
PHYSICAL-TECHNICAL INSTITUTE OF
SCIENTIFIC PRODUCTION ASSOCIATION
"PHYSICS-SUN" NAMED AFTER S.A.AZIMOV

102 11 № 01/01-11
(O'z jamoatida)

И.о.директора ОИЯИ
Проф. М. Г. Иткисы

Глубокуважаемый Михаил Григорьевич!

Многолетнее сотрудничество с ОИЯИ является очень важным для Академии наук Республики Узбекистан. В его рамках получен обширный экспериментальный материал в области адрон- и ядро-ядерных взаимодействий и подготовлен целый ряд квалифицированных молодых ученых. В настоящее время одной из центральных проблем релятивистской ядерной физики является изучение коллективных взаимодействий и структуры ядер, а также установление их влияния на процессы фрагментации. Аналогичное направление исследований осуществляется в ФТИ и ИФФ АН РУ. Настоящим подтверждаю заинтересованность ФТИ ИЯО «Физика-Солнце» АН РУ в продолжении в 2012-2014 гг. работы сотрудничества БЕККЕРЕЛЬ в рамках проблемно-тематического плана ОИЯИ. В настоящее время от Узбекистана в этом проекте принимают участие несколько молодых ученых, в числе которых аспирант Р. Р. Каттабеков. Они приобрели опыт анализа взаимодействия релятивистских ядер в ядерной эмульсии и освоили современные программы обработки и представления результатов. Результаты их активной работы над анализом облучений ядерной эмульсии в пучке радиоактивных ядер на нуклотроне вошли в две публикации сотрудничества и позволяют сформулировать темы диссертационных работ.

Генеральный директор
ИЯО «Физика-Солнце» АН РУ
Проф. С. Л. Дутпуллаев

ISS

NATIONAL INSTITUTE FOR LASER, PLASMA AND
RADIATION PHYSICS
INSTITUTE FOR SPACE SCIENCES
P.O. Box: MG-23 RO 07725 Bucharest-Magurele-ROMANIA
Tel./Fax (+4) 021 457 44 71
Fax: (+4) 021 457 58 40
E-Mail: hasegan@spaceinstitute.ro
http://www.spaceinstitute.ro

To: Prof. Mikhail Grigorievich Itkis
Acting Director of the Joint Institute for nuclear
Research
Dubna - Russia

+ 7 (4982) 05-100

Dear Prof. Itkis,

Our laboratory is interested in the BECQUEREL Project for 2012-14. We are collaborating with JINR since 1960 and would like to continue this collaboration. We consider that the extension of the Becquerel project for 2012-2014 will provide new valuable information on the fragmentation of relativistic nuclei, their nuclear structure as well as very useful data for nuclear astrophysics.

This is the reason why we would like to ask you to sustain this project.

Best regards,

Director ISS
Dring. Dumitru HASEGAN

Bucharest 25.01.2011

Смета затрат по проекту БЕККЕРЕЛЬ-D на 20012-14 гг.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ФРАГМЕНТАЦИИ ЛЕГКИХ
РАДИОАКТИВНЫХ ЯДЕР МЕТОДОМ ЯДЕРНОЙ ЭМУЛЬСИИ

(полное название Проекта)

№№ затрат пп	Наименование статей	Полная стоимость	2012 г.	2013 г.	20014 г.
1.	Ускоритель НУКЛОТРОН	150 час.	50 час.	50 час.	100 час.
2.	Оборудование и расходные материалы	20 тыс. \$	10 тыс. \$	6 тыс. \$	4 тыс. \$
3.	Командировочные расходы	15 тыс. \$	5 тыс. \$	5 тыс. \$	5 тыс. \$
Итого по прямым расходам		35 тыс. \$	15 тыс. \$	11 тыс. \$	9 тыс. \$

Руководитель Проекта
Директор Лаборатории

Ведущий инженер-экономист Лаборатории

Предлагаемый план-график и необходимые ресурсы для осуществления
проекта БЕККЕРЕЛЬ-D

Наименование узлов и систем установки, ресурсов, источников финансирования	Стоимость узлов (тыс.долл.) установки. Потребности в ресурсах	Предложения лабораторий по распределению финансирования и ресурсов				
		1 г.	2 г.	3 г.	4 г.	5 г.
Основные узлы и оборудование	ПК, датчики для микроскопов и эмульсия 20 тыс. дол.	10 тыс. долл.	6 тыс. долл.	4 тыс. долл.		
Необходимые ресурсы	норма ОП ОИЯИ – механические работы – электроника КБ ЛАБОРАТОРИЯ ООЭП					
	ча Ускоритель (Нуклотрон) Реактор ЭВМ (тип)	50	50	50		
	Эксплуатационные расходы					
Источники финансирования	бюджет Затраты из бюджета, в том числе инвальные средства	35 тыс. долл. (+5 тыс. в год МНТС)	15 тыс. долл.	11 тыс. долл.	9 тыс. долл.	
	внебюджетные Вклады коллборантов Средства по грантам Вклады спонсоров Средства по договорам Другие источники и т.д.					

Смета затрат по проекту БЕККЕРЕЛЬ-С на 2009-11 гг.

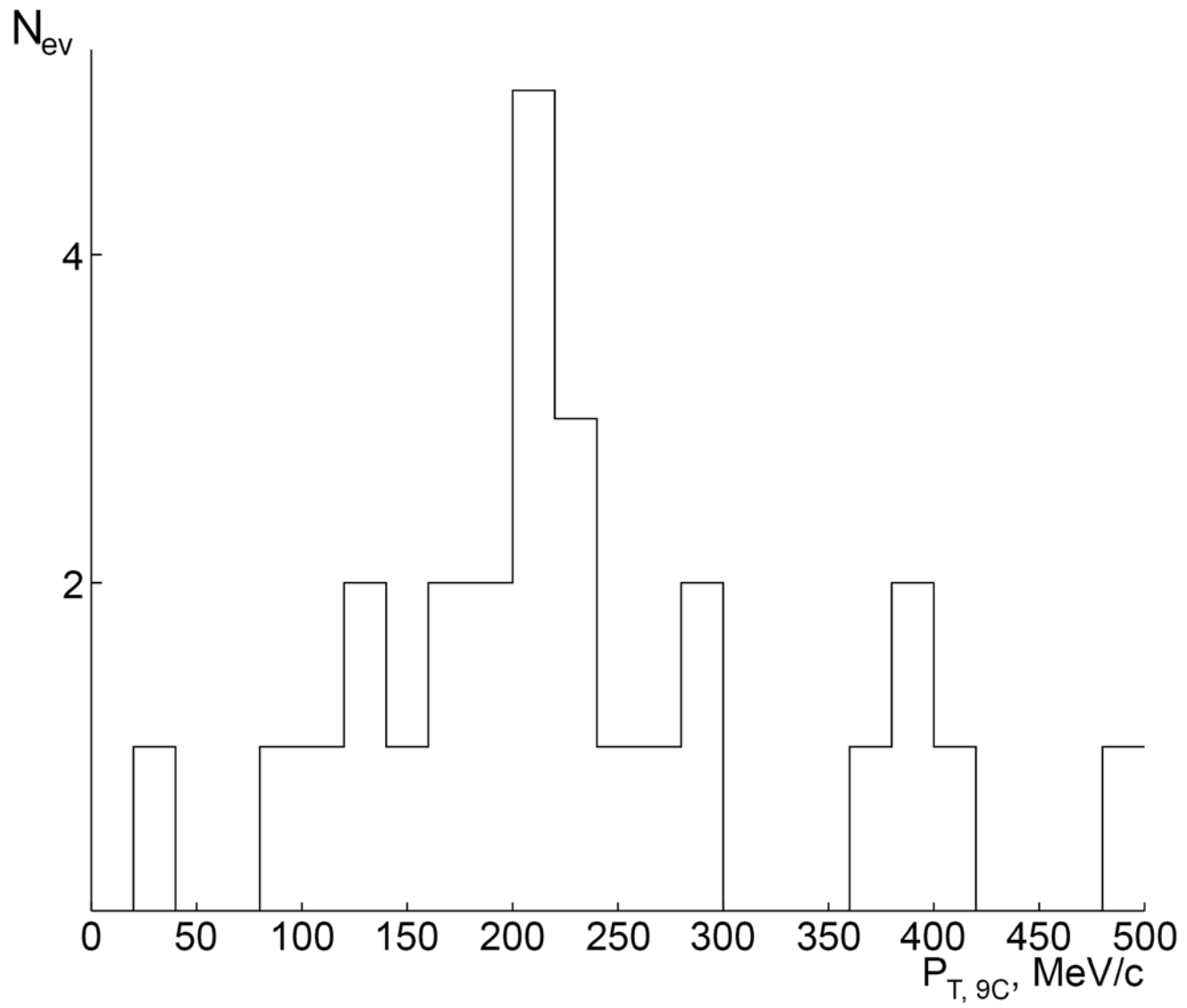
(полное название Проекта)

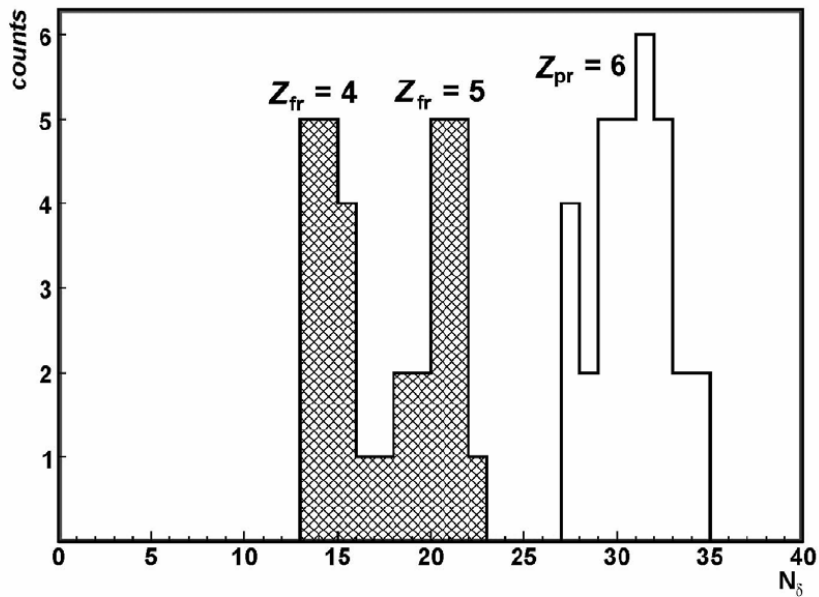
№№ затрат пп	Наименование статей	Полная стоимость	2009 г.	2010 г.	2011 г.
1.	Ускоритель НУКЛОТРОН	300 час.	100 час.	100 час.	100 час.
2.	Оборудование	14 тыс. \$	9 тыс. \$	4 тыс. \$	1 тыс. \$
3.	Командировочные расходы	15 тыс. \$	5 тыс. \$	5 тыс. \$	5 тыс. \$
Итого по прямым расходам		29 тыс. \$	14 тыс. \$	9 тыс. \$	6 тыс. \$

Грант ПП СР – 4500 \$ в год

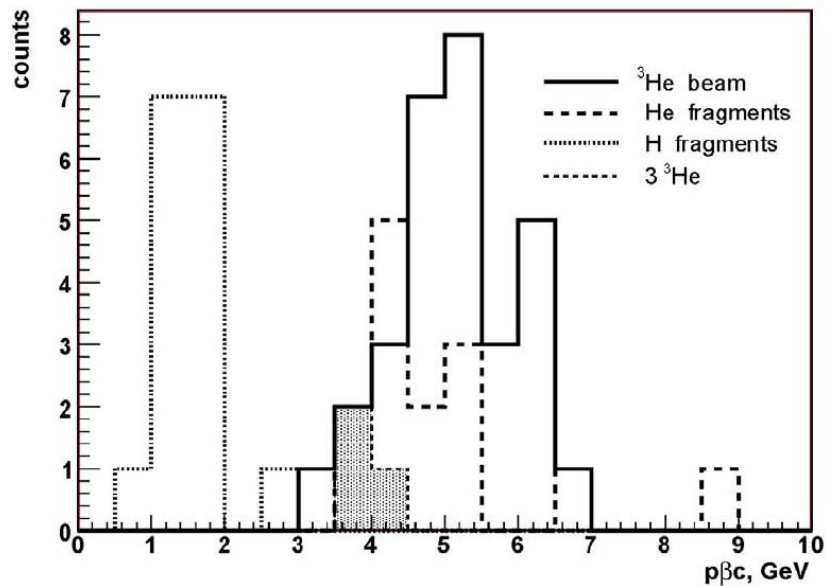
Грант ПП ЧР – 3000 \$ в год

+1 ПК

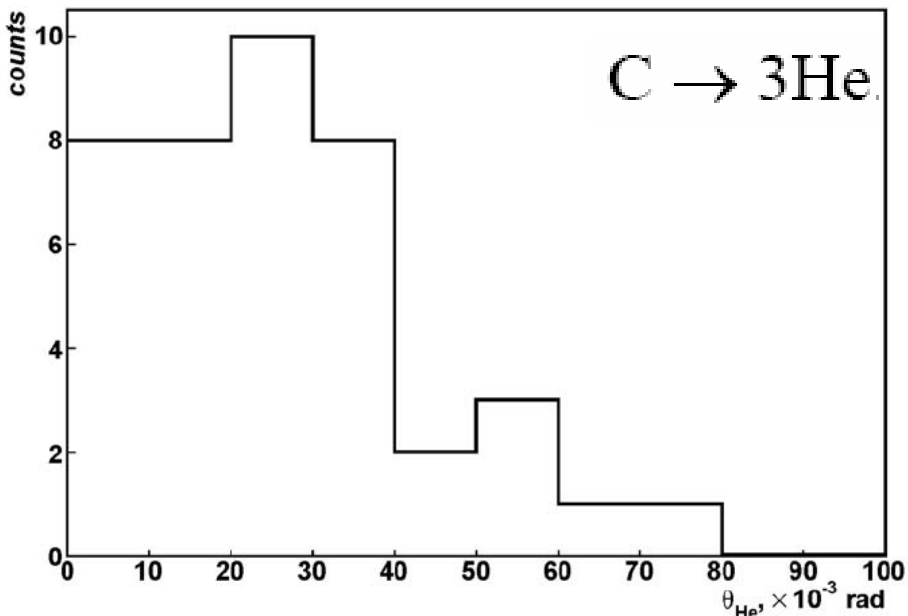




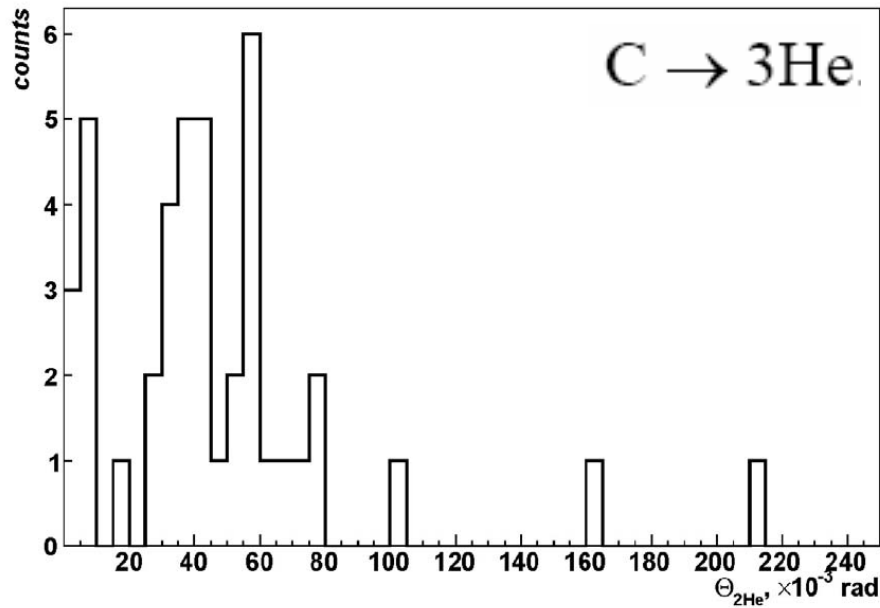
δ -electrons density for beam particles and relativistic fragments with charges $Z_{fr} > 2$ from "white" stars $\sum Z_{fr} = 5 + 1$ and $4 + 1 + 1$



$p\beta c$ for beam ${}^3\text{He}$ nuclei, H fragments of the "white" stars $\sum Z_{fr} = 5 + 1$ and $4 + 1 + 1$, He fragments of the "white" stars 3He and from the $3\text{ }^3\text{He}$ event

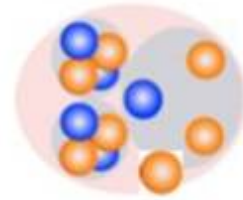


Polar angles θ for doubly charged fragments in the "white" stars $\text{C} \rightarrow 3\text{He}$

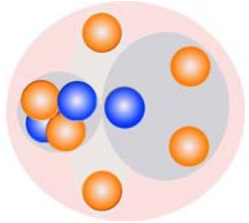


Opening angles $\Theta_{2\text{He}}$ between fragments in the "white" stars $\text{C} \rightarrow 3\text{He}$

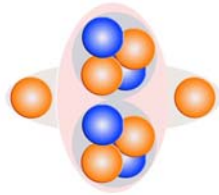
^{12}N 11 ms



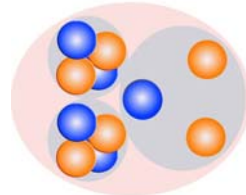
^9C 0.13 s



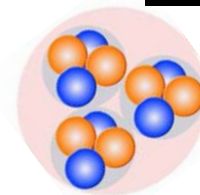
^{10}C 19 s



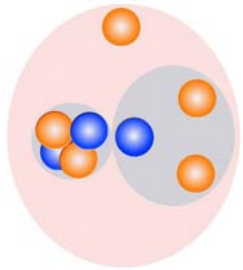
^{11}C 20 m



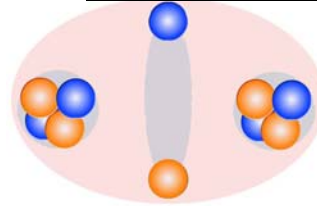
^{12}C 99%



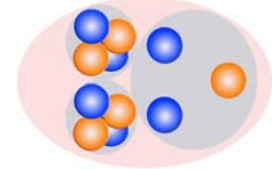
^8B 0.8 s



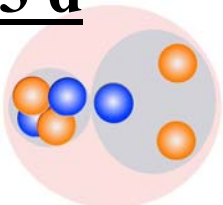
^{10}B 19.8%



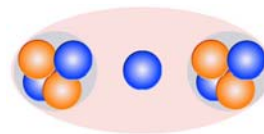
^{11}B 80.2%



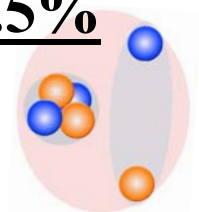
^7Be 53 d



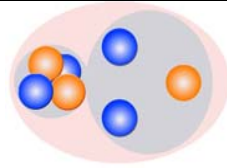
^9Be 100%



^6Li 7.5%

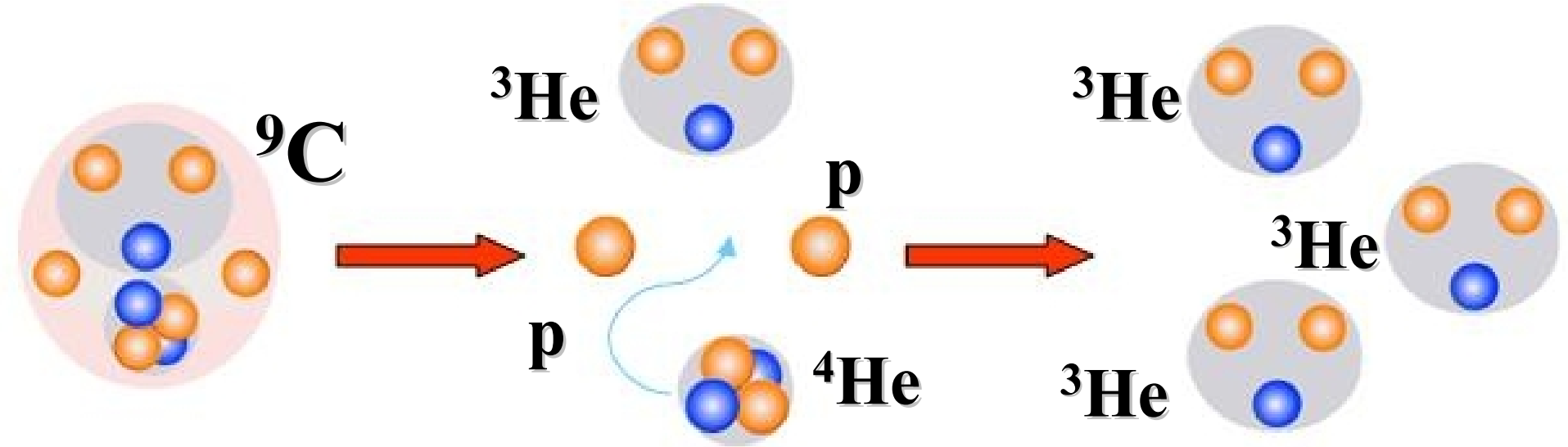


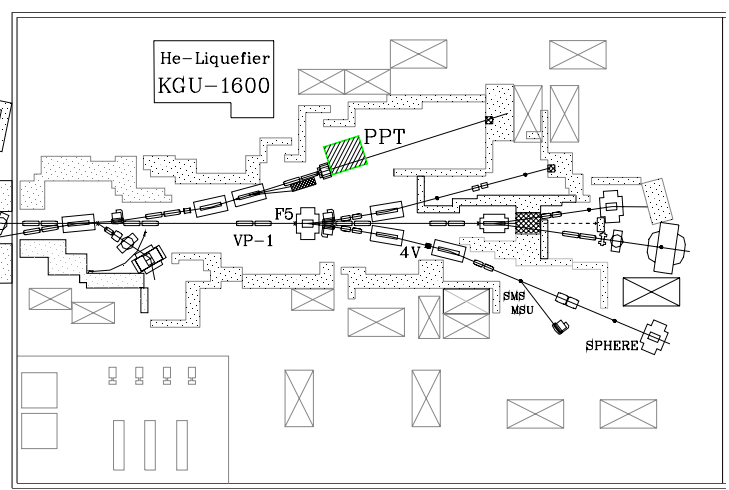
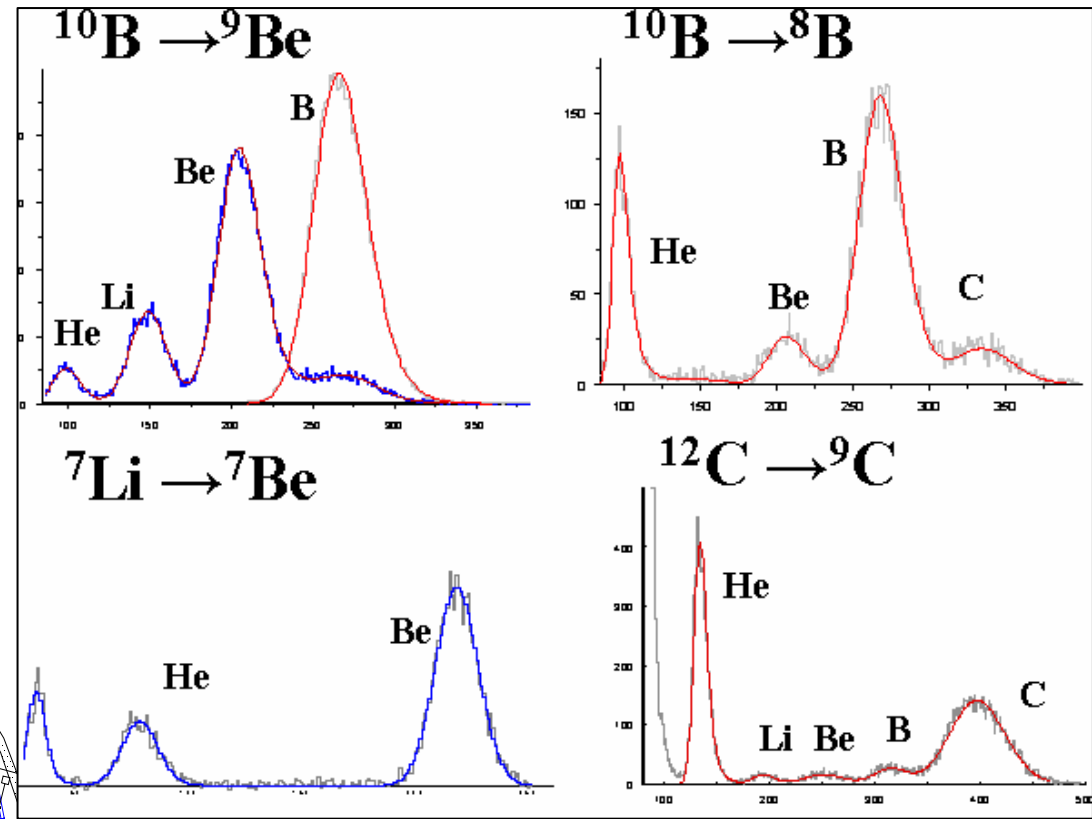
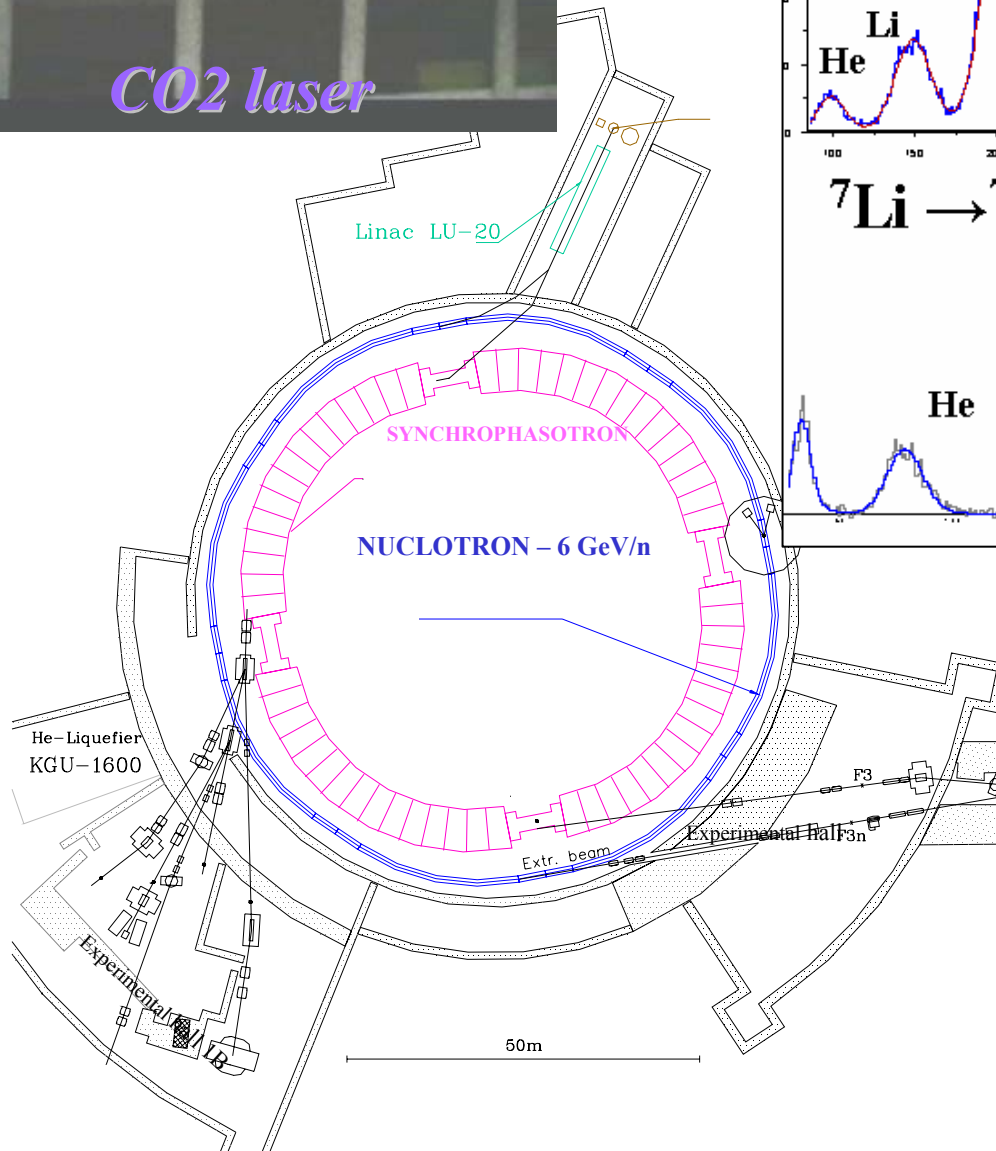
^7Li 92.5%

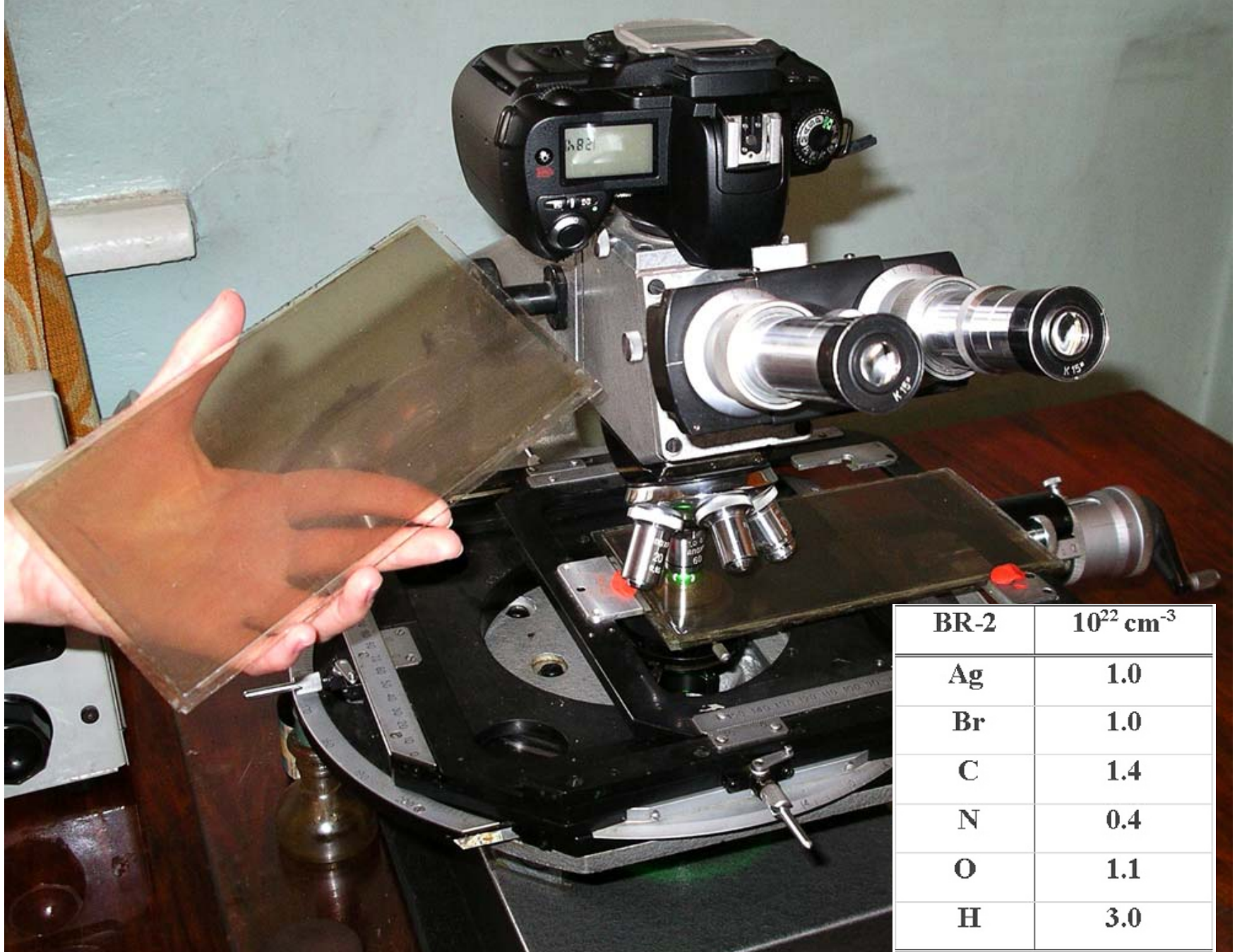


**Исследование множественной
фрагментации легких и тяжелых ядер при
релятивистских энергиях
(проект ФАЗА/БЕККЕРЕЛЬ)**

**Study of Multiple Fragmentation of Light and
Heavy Nuclei in Relativistic Energy Scale
(FAZA/BESQUEREL)**

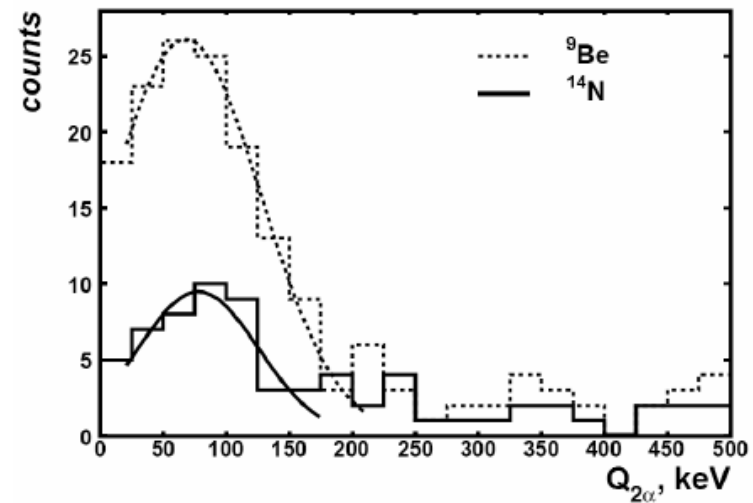
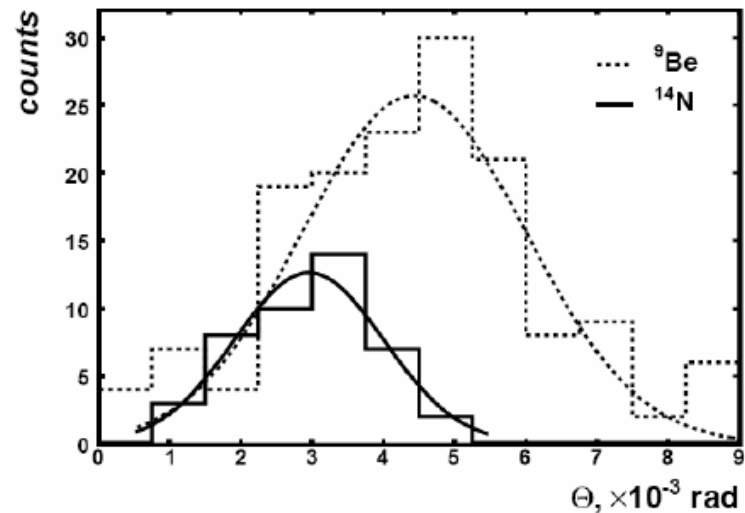
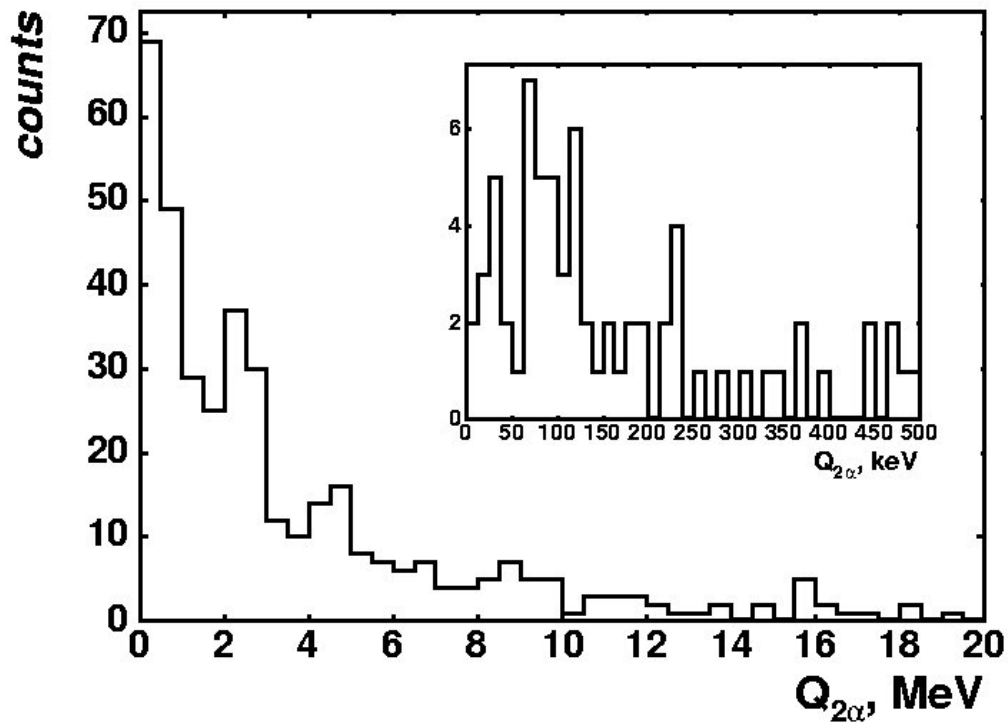


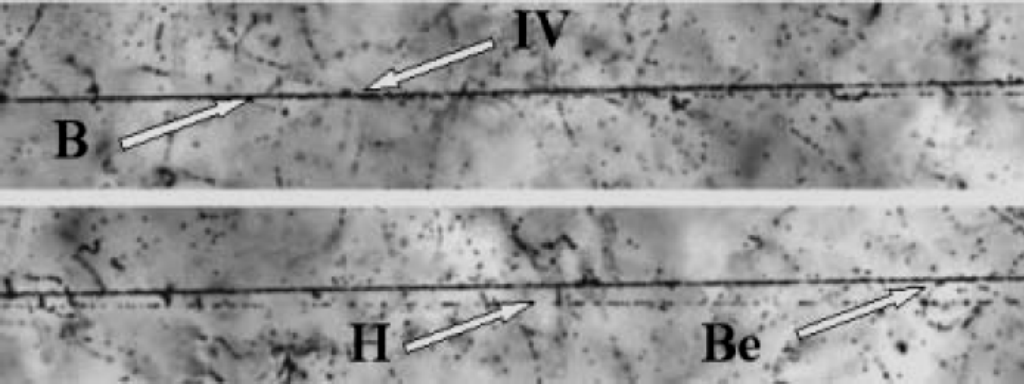




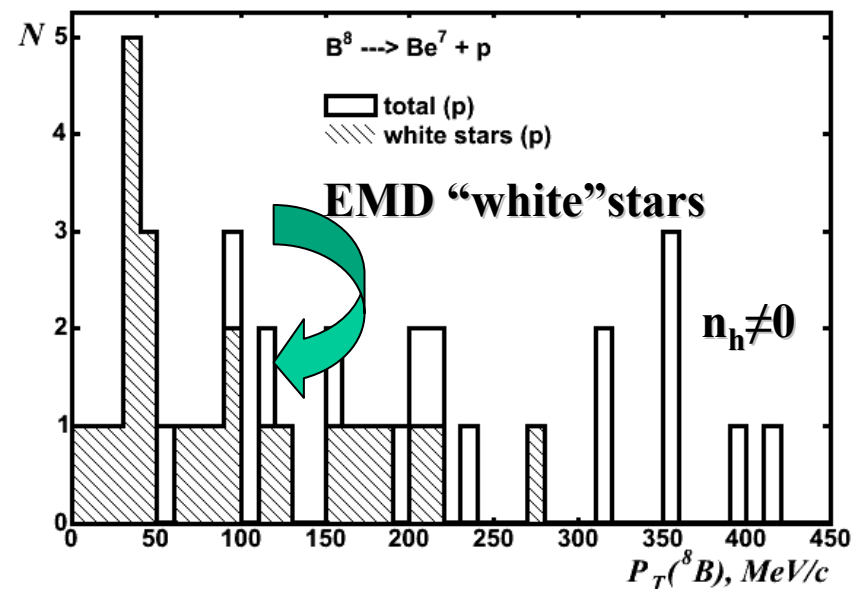
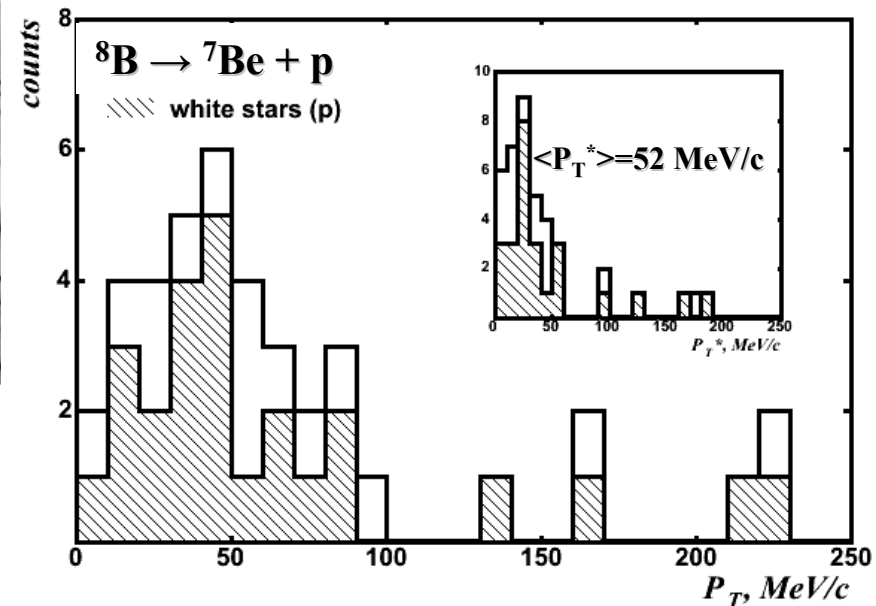
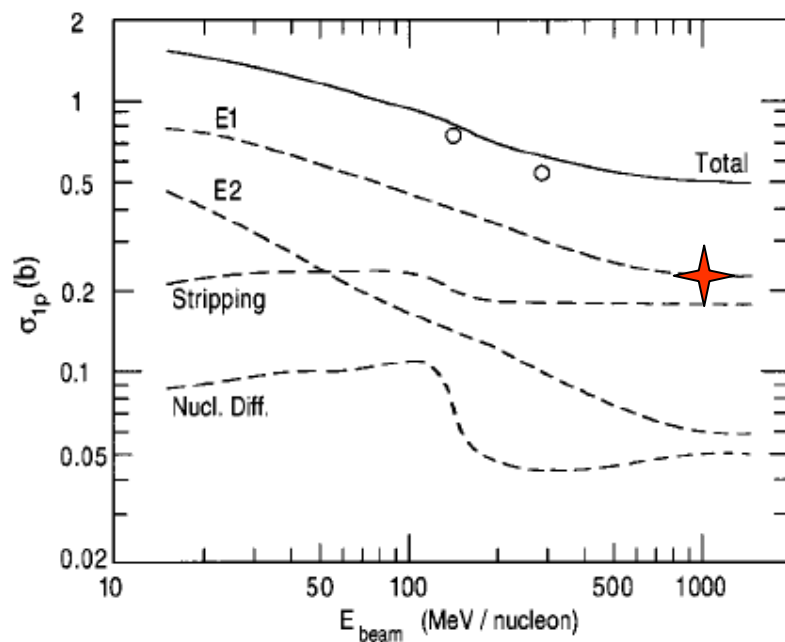
0.5 μm resolution, identification of charges and H&He isotopes

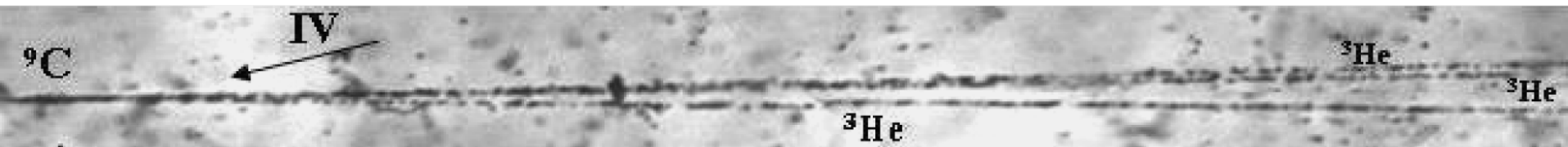
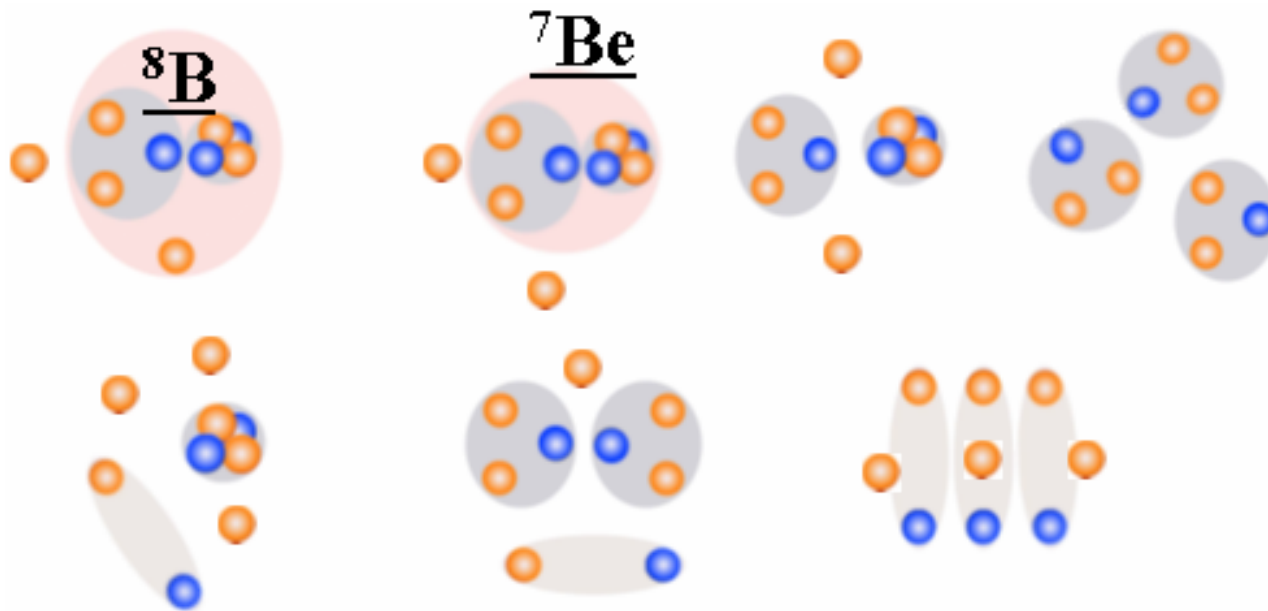
2.9A GeV /c $^{14}\text{N} \rightarrow 3\text{He} + \text{H}$ “white” star





	Q_{\min} (^{10}B), M Δ B	N_{ws} (^{10}B)	% (^{10}B)	Q_{\min} (^8B), M Δ B	N_{ws} (^8B)	% (^8B)
2He+H	6.0	30	73	1.724	14	27
He+3H	25	5	12	8.6	12	23
Be+H	6.6	1	2	0.138	25	48
B		-	-		1	2
Li+He	4.5	5	13	3.7	-	-



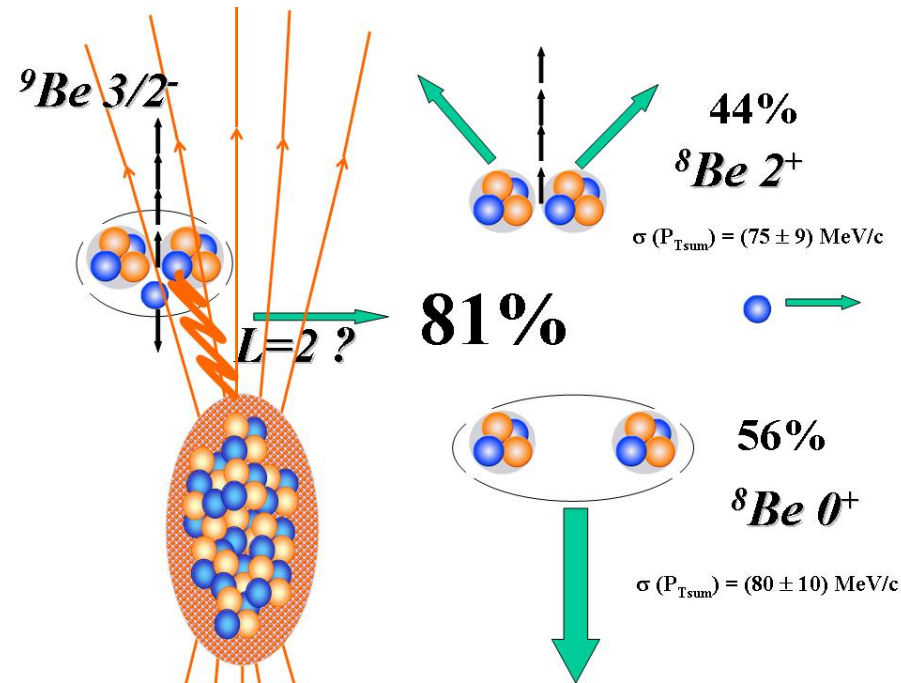
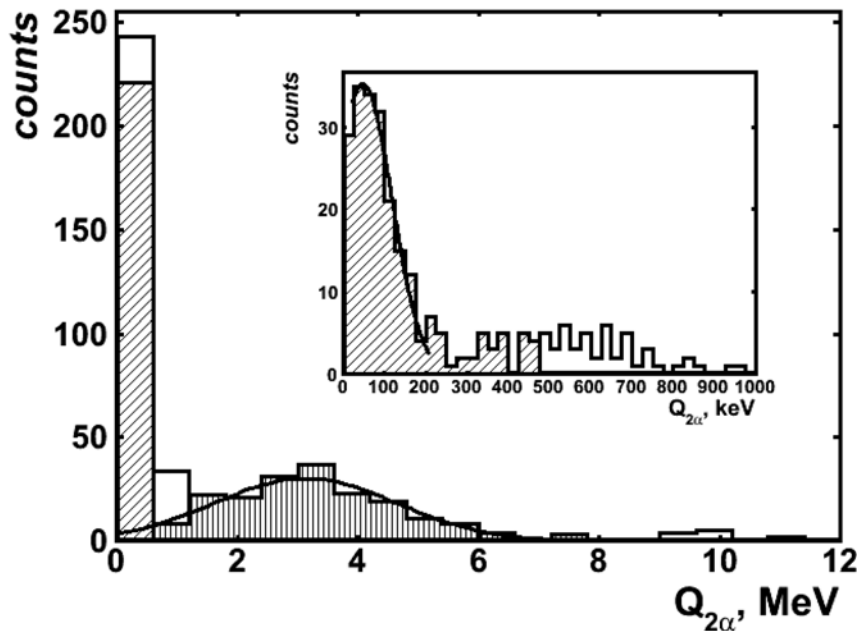


Macro photo of “white” star of ${}^9\text{C}$ dissociation to 3 ${}^3\text{He}$ nuclei in nuclear track emulsion; the interaction vertex IV is shown by the arrow.

In the study of $2A \text{ GeV}/c$ ${}^9\text{C}$ interactions it is found that the probability of the 3^3He coherent dissociation is roughly coincides with the values for the channels with the separation of one or a pair of nucleons. Due to a significant probability of the channel ${}^9\text{C} \rightarrow 3^3\text{He}$, 2^3He pairs with opening angles up to 10^{-2} rad are found as well as for ${}^8\text{B}$ interactions with the neutron knock out. This observation indicates the possible existence of a 2^3He resonance just near the threshold.

2A GeV/c ${}^9\text{Be} \rightarrow 2\alpha$ “white” star

The secondary ${}^9\text{Be}$ beam was obtained by fragmentation of accelerated ${}^{10}\text{B}$ nuclei. When scanning the exposed emulsion 500 events ${}^9\text{Be} \rightarrow 2\alpha$ in a fragmentation cone of 0.1 rad have been found. About 81% α -pairs form roughly equal groups on $\Theta_{2\alpha}$: “narrow” ($0 < \Theta_n < 10.5$ mrad) and “wide” ($15.0 < \Theta_w < 45.0$ mrad) ones. The Θ_n pairs are consistent with ${}^8\text{Be}$ decays from the ground state 0^+ , and pairs Θ_w - from the first excited state 2^+ . The Θ_n and Θ_w fractions are equal to 0.56 ± 0.04 and 0.44 ± 0.04 . These values are well corresponding to the weights of the ${}^8\text{Be}$ 0^+ and 2^+ states $\omega_{0^+} = 0.54$ and $\omega_{2^+} = 0.47$ in the two-body model $n - {}^8\text{Be}$, used to calculate the magnetic moment of the ${}^9\text{Be}$ nucleus.



For the coherent dissociation ${}^9\text{Be} \rightarrow 2\alpha + n$, the average value of the total α -pair transverse momentum is equal to $\langle P_{T\text{sum}} \rangle \approx 80 \text{ MeV/c}$ in correspondence with the Goldhaber statistical model. So, it can be assigned to the average transverse momentum carried away by neutrons. For the ${}^9\text{Be}$ coherent dissociation through the ${}^8\text{Be}$ 0^+ and 2^+ states there is no differences in the values $\langle P_{T\text{sum}} \rangle$, which points to a “cold fragmentation” mechanism. The whole complex of these observations may serve as an evidence of the simultaneous presence of the ${}^8\text{Be}$ 0^+ and 2^+ states with similar weights in the ground state of the nucleus ${}^9\text{Be}$.

EX 2009
SOCHI ON

International Symposium on

Exotic Nuclei

September 28 - October 2, 2009, Sochi, Russia

Editors:

Yu. E. Penionzhkevich

S. M. Lukyanov

AIP
American Institute
of Physics

AIP CONFERENCE PROCEEDINGS 1224



24th Nuclear Physics Divisional Conference

2nd Workshop on
"State of the Art in Nuclear Cluster Physics" SOTANCP2

Université Libre de Bruxelles, Belgium

May 25-28, 2010

<http://pntpm4.ulb.ac.be/sotancp2>



ULB

The 21st European Conference on Few-Body Problems in Physics



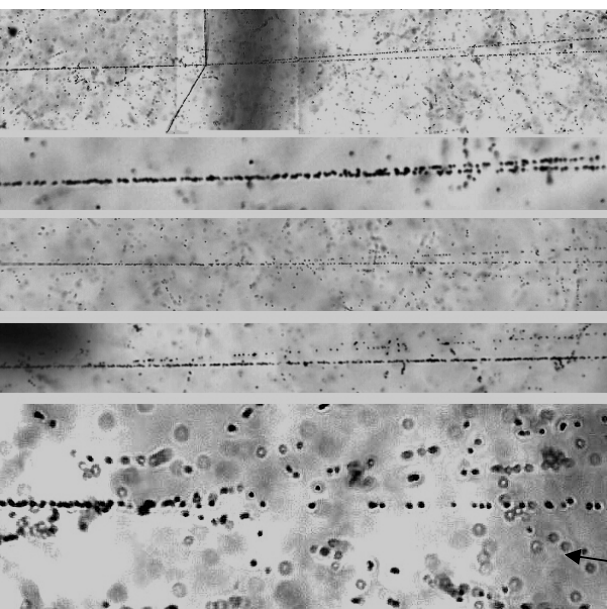
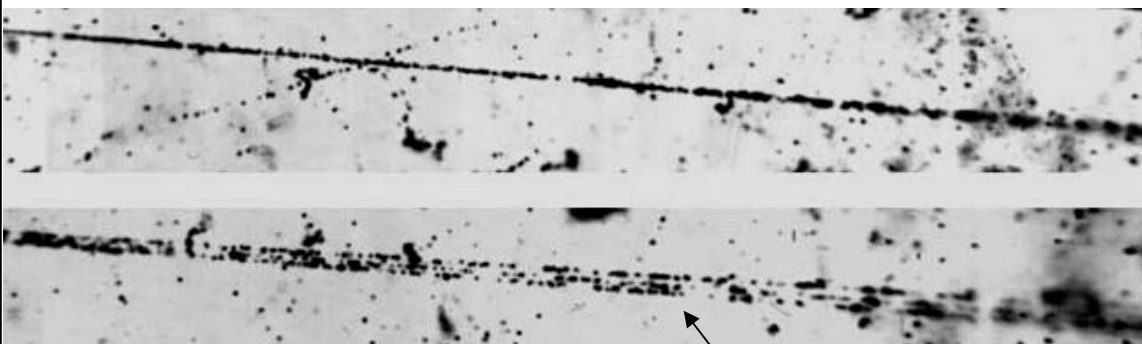
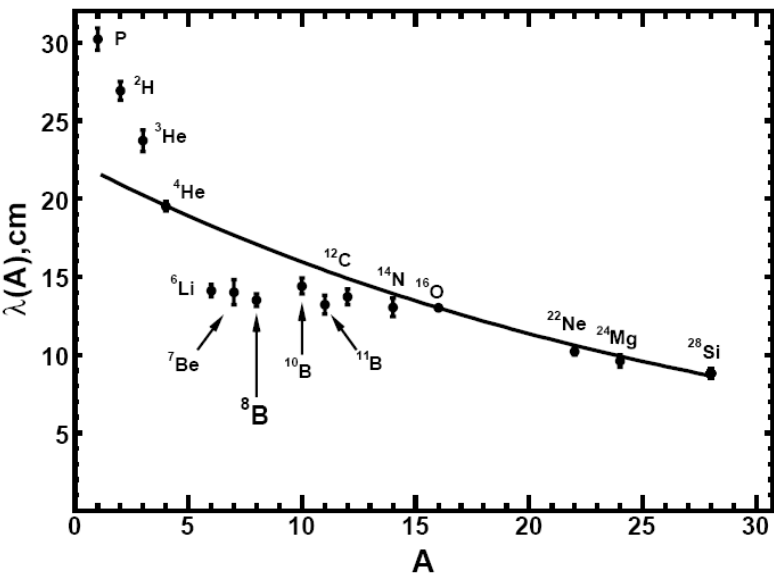
SALAMANCA (SPAIN)

August 29th – September 3rd 2010

Nuclear Physics in Astrophysics V

Eilat, Israel

April 3-8, 2011



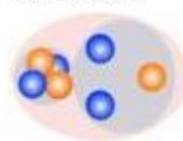
^5Li 1.5 MeV



^6Li 7.5 %



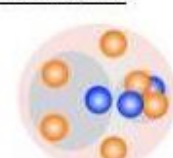
^7Li 92.5 %



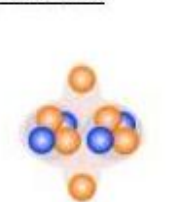
^8C 0.23 MeV



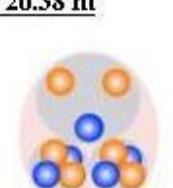
^9C 0.1265 s



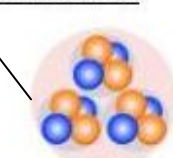
^{10}C 19.2 s



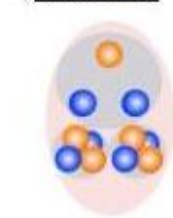
^{11}C 20.38 m



^{12}C 98.89 %



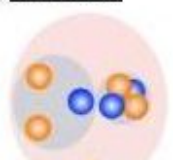
^{11}B 80.2 %



^7B 1.4 MeV



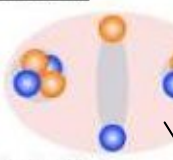
^8B 0.769 s



^9B 540 eV



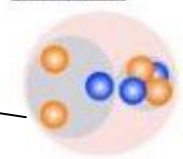
^{10}B 19.8%



^6Be 92 keV



^7Be 53.3 d



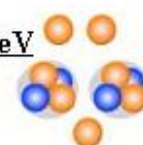
^8Be 6.8 eV



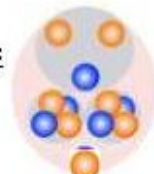
^9Be 100%



^{11}N 1.58 MeV



^{12}N 11.0 ms



Conclusions

The presented observations serve as an illustration of prospects of the Nuclotron for nuclear physics and astrophysics researches. The relativistic energy scale does not impede investigations of nuclear interactions down to energy scale relevant for nuclear astrophysics, but on the contrary gives advantages for investigation of multi-particle systems.

Due to a record space resolution the emulsion technique provides unique entirety in studying of light nuclei, especially, neutron-deficient ones. Providing the 3D observation of narrow dissociation vertices this classical technique gives novel possibilities of moving toward more and more complicated nuclear systems.

The results of the light nucleus study lead to the conclusion that their structure dominates in very peripheral dissociations while some unknown features are clearly observed

The investigations with light nuclei provide a basis for challenging studies of increasingly complicated systems $He - H - n$ produced via complete fragmentation of heaviest relativistic nuclei.

Long and bright road is ahead for nuclear structure studies using HEP techniques. Nuclear imaging continues to inspire our imagination.

Publications

1. Web site of the BECQUEREL Project: <http://becquerel.jinr.ru>.
2. Rukoyatkin P. A. et al., Eur. Phys. J. ST, 162, 267 (2008).
3. D. A. Artemenkov, T. V. Shchedrina, R. Stanoeva, and P. I. Zarubin, AIP Conf. Proc., 912, 78(2007); arXiv:0704.0384.
4. D. A. Artemenkov, D. O. Krivenkov, T. V. Shchedrina, R. Stanoeva, and P. I. Zarubin, Few Body Syst., 273-276, 2008.
5. Stanoeva R. et al., Phys. At. Nucl., 72, 690 (2009); arXiv:0906.4220.
6. Krivenkov D. O. et al., Phys. At. Nucl., 73, 2103 (2010); arXiv:1104.2439.
7. Kattabekov R. R., Mamatkulov K. Z., et al., Phys. At. Nucl., 73, 2110 (2010); arXiv:1104.5320.
8. Artemenkov D. A., Alikulov S. S., Kattabekov R. R., Mamatkulov K. Z., Kornegrutsa N. K., Krivenkov D. O., Zarubin P. I., Few Body Syst., 50, 259 (2011); arXiv:1105.2374.
9. Artemenkov D. A. et al., Int. J. Mod. Phys. E., 20, 993(2011); arXiv: 1106.1749.