



BECQUEREL
PROJECT

Проект
БЕККЕРЕЛЬ

Beryllium (Boron)
Clustering
Quest in
Relativistic Multifragmentation

<http://becquerel.jinr.ru>

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, Yerevan, Armenia

R. Stanoeva

South-West University, Blagoevgrad, Bulgaria

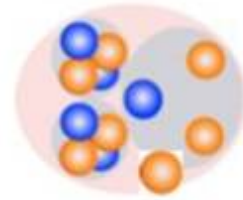
R. R. Kattabekov, K. Olimov

Institute of Physics and Technology UAS, Tashkent, Uzbekistan

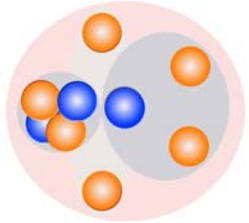
S. S. Alikulov, R. N. Bekmirzaev, K. Z. Mamatkulov

Dzhizak State Pedagogical Institute, Dzhizak, Uzbekistan

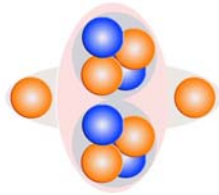
^{12}N 11 ms



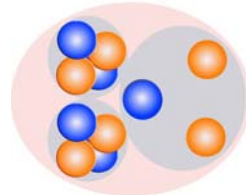
^9C 0.13 s



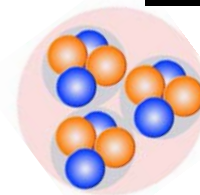
^{10}C 19 s



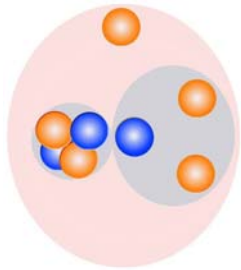
^{11}C 20 m



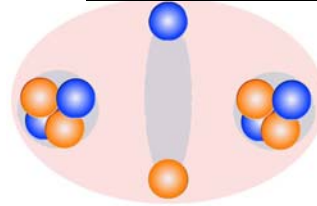
^{12}C 99%



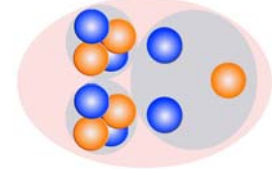
^8B 0.8 s



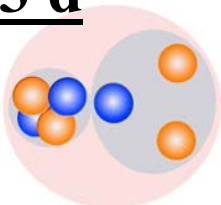
^{10}B 19.8%



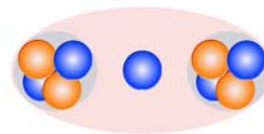
^{11}B 80.2%



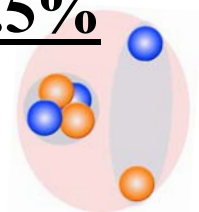
^7Be 53 d



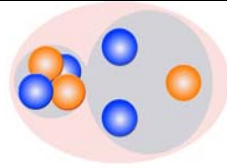
^9Be 100%

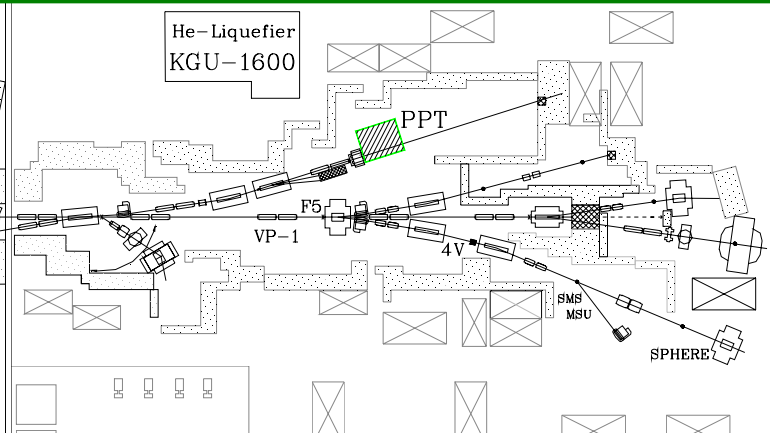
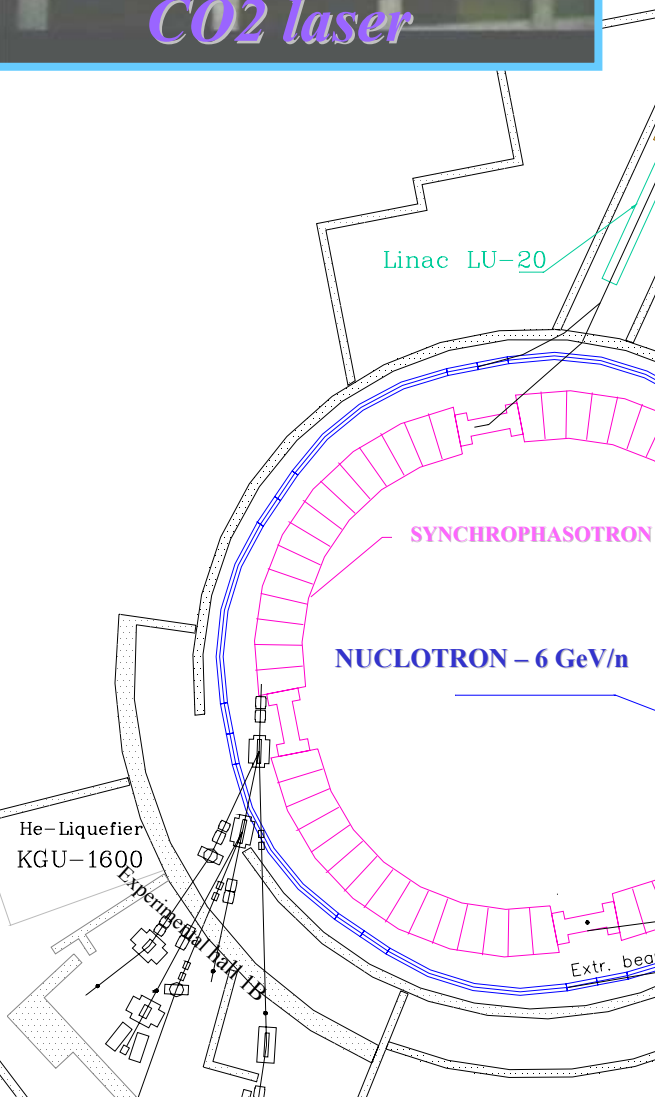
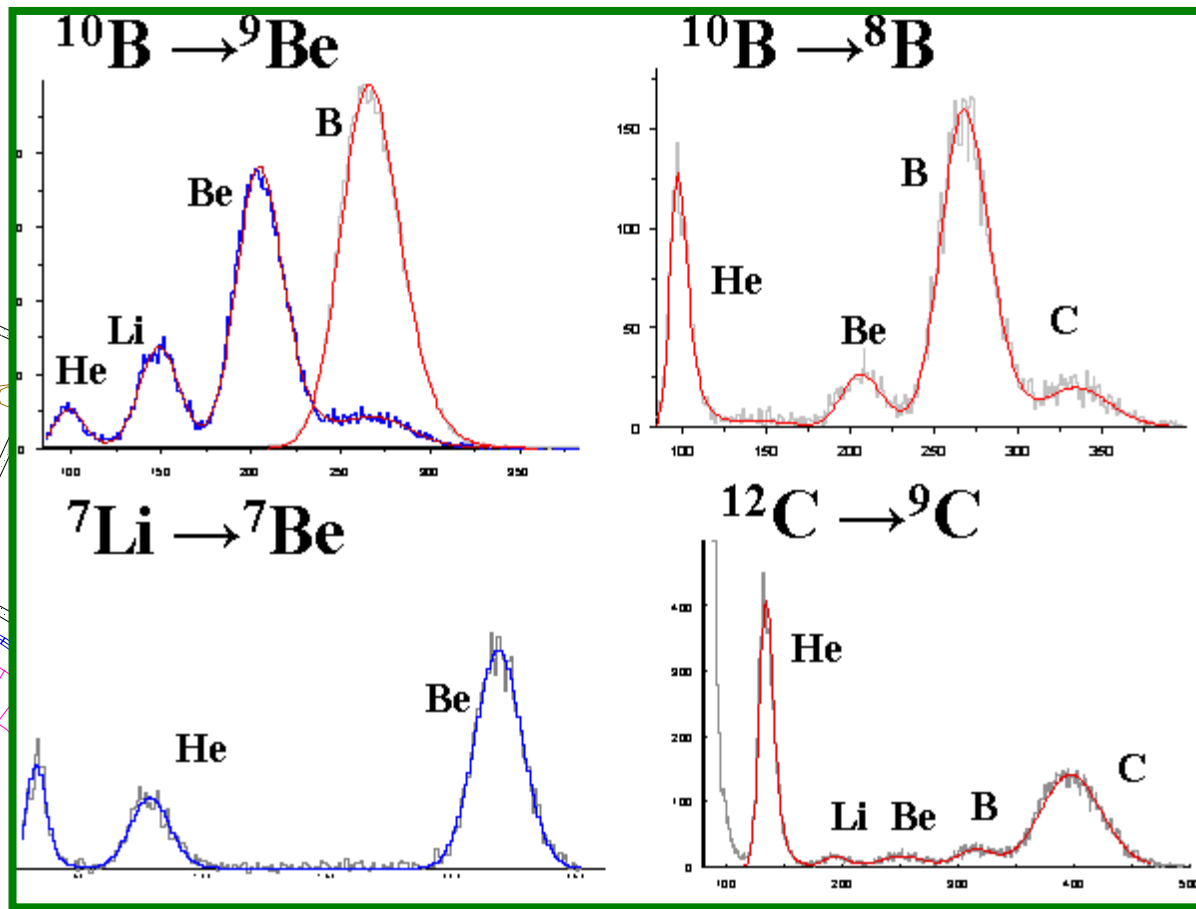


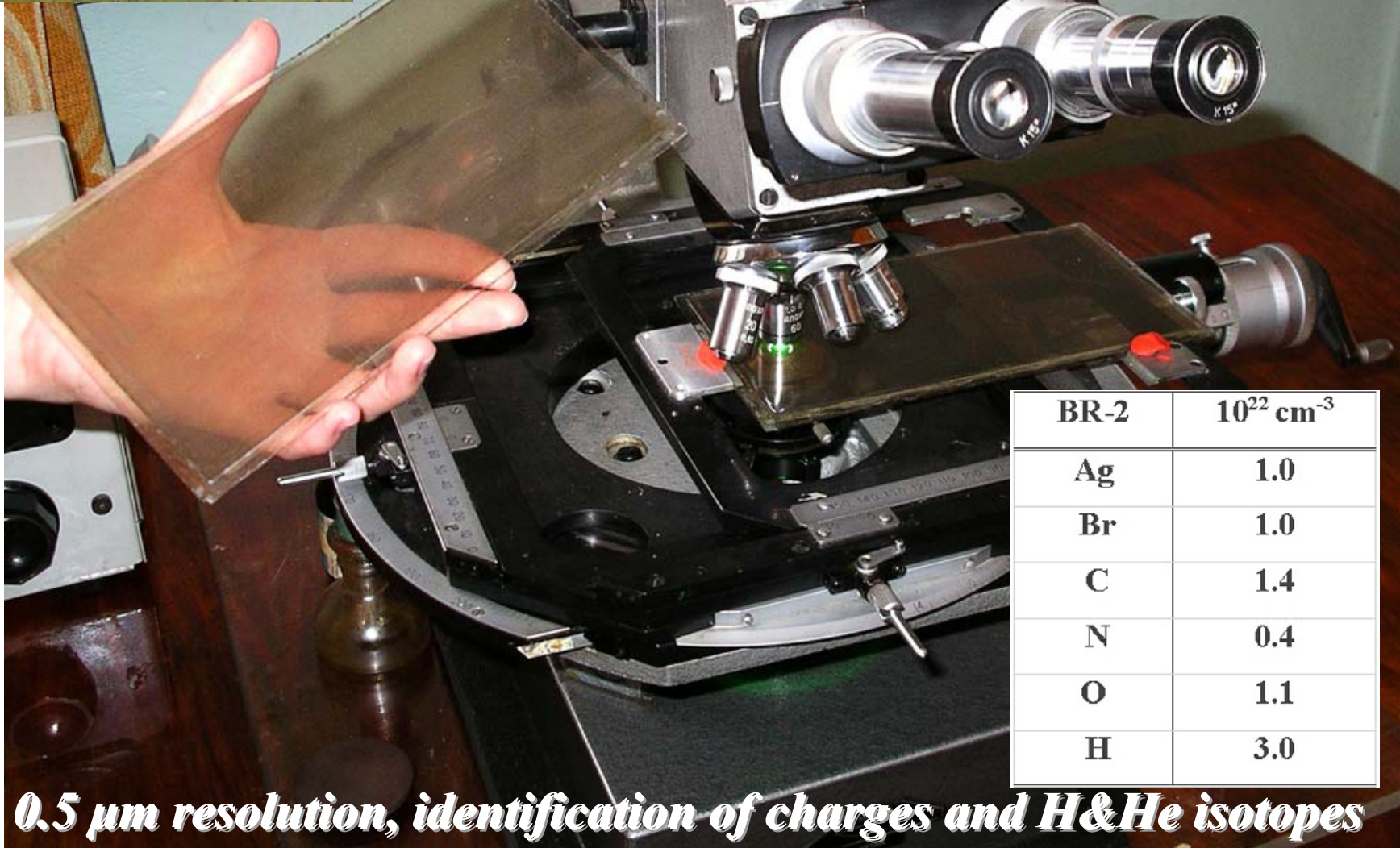
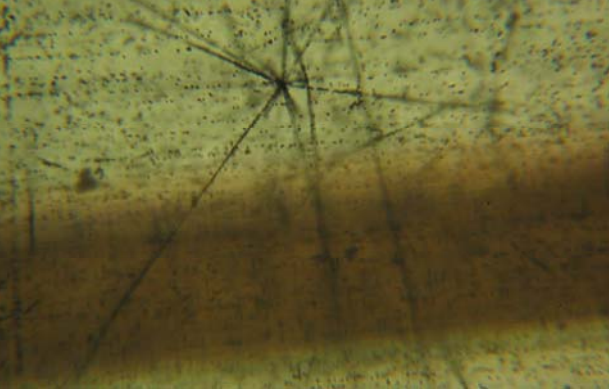
^6Li 7.5%



^7Li 92.5%

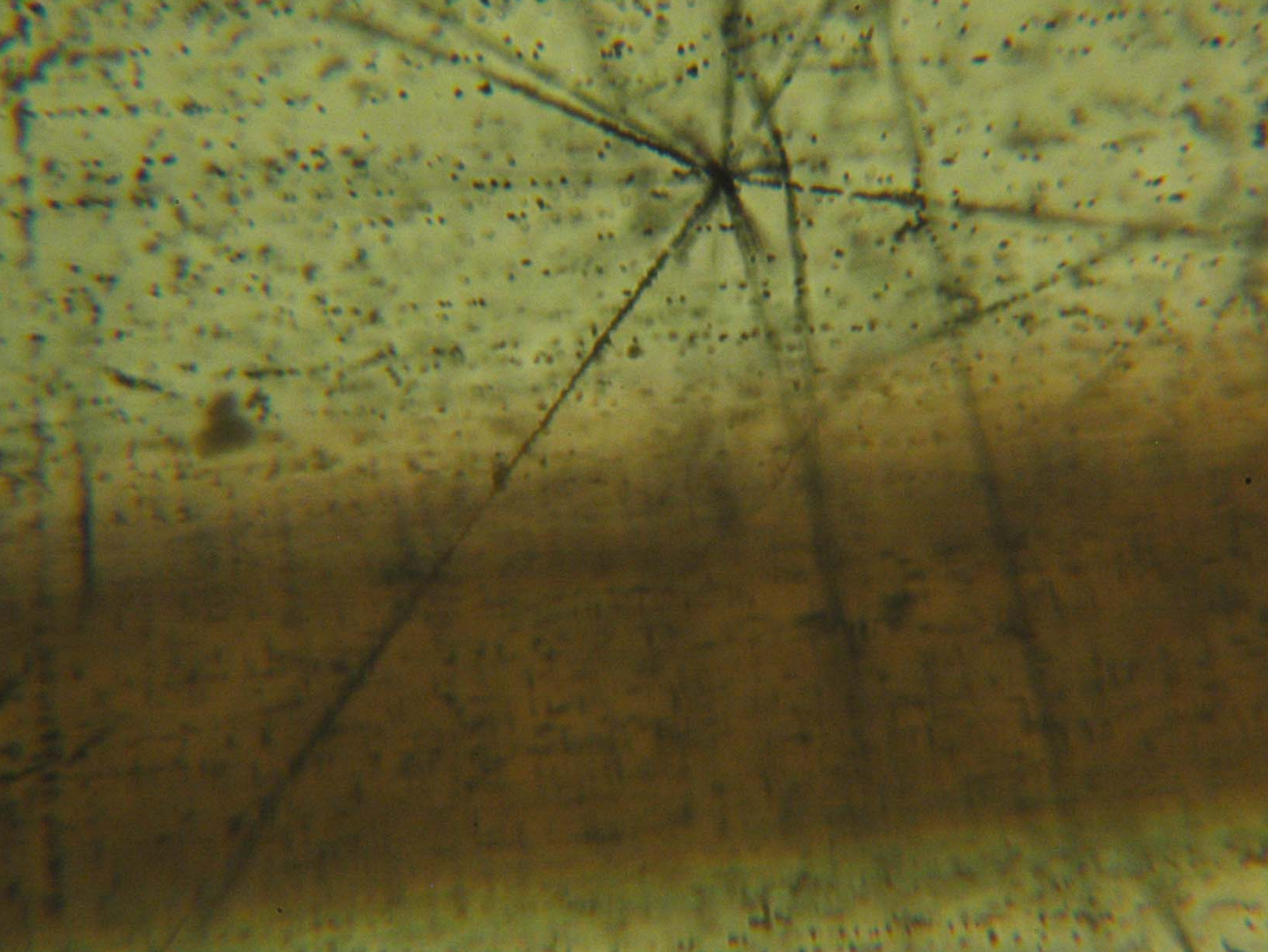




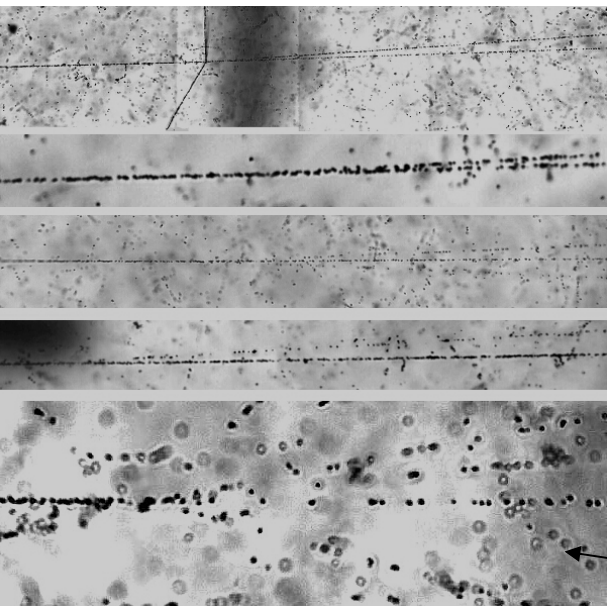
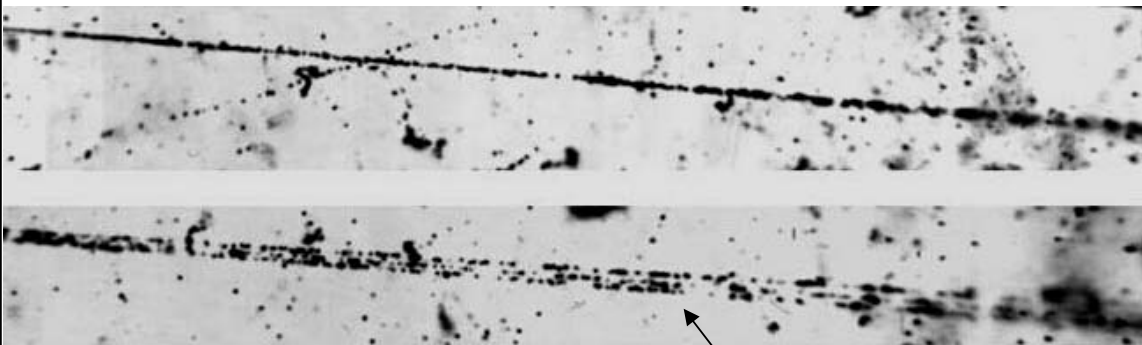
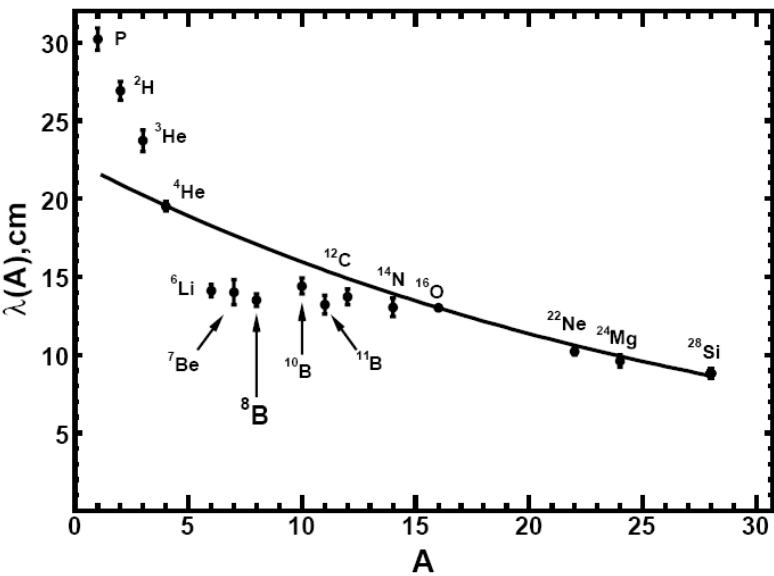


BR-2	10^{22} cm^{-3}
Ag	1.0
Br	1.0
C	1.4
N	0.4
O	1.1
H	3.0

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



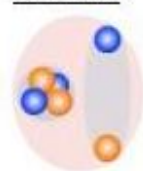




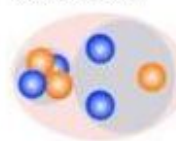
^5Li 1.5 MeV



^6Li 7.5 %



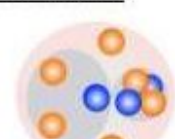
^7Li 92.5 %



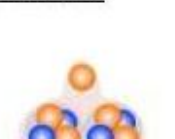
^8C 0.23 MeV



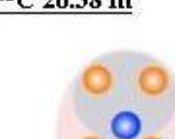
^9C 0.1265 s



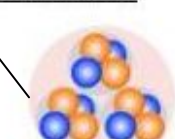
^{10}C 19.2 s



^{11}C 20.38 m



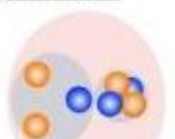
^{12}C 98.89 %



^7B 1.4 MeV



^8B 0.769 s



^9B 540 eV



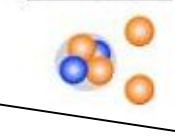
^{10}B 19.8%



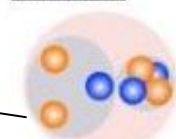
^{11}B 80.2 %



^6Be 92 keV



^7Be 53.3 d



^8Be 6.8 eV



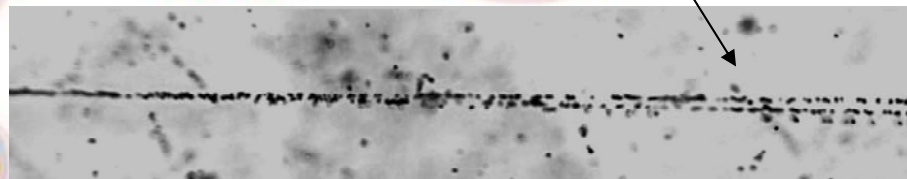
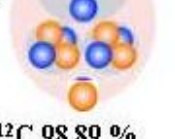
^9Be 100%



^{11}N 1.58 MeV

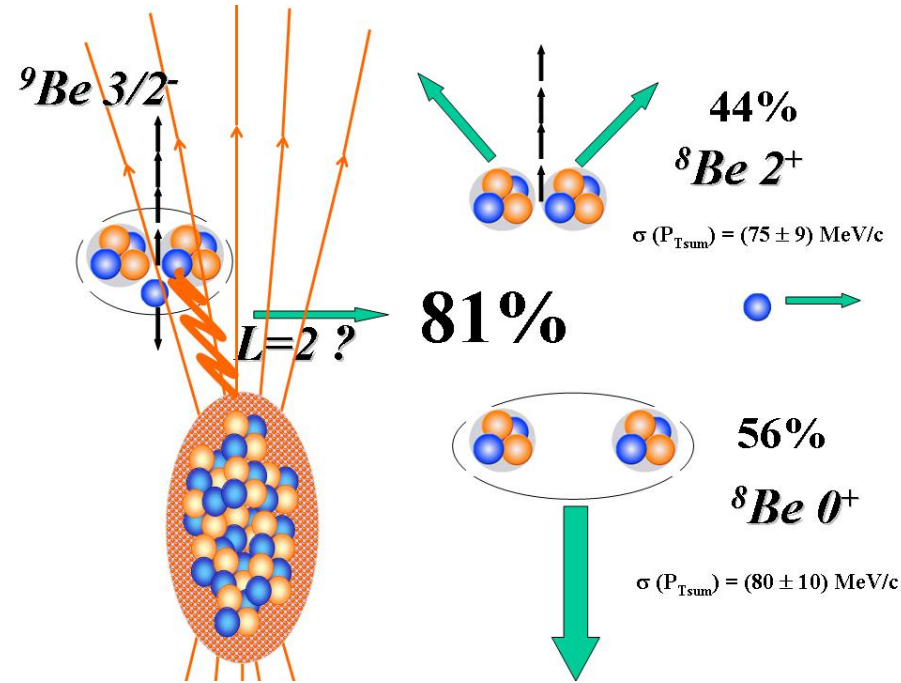
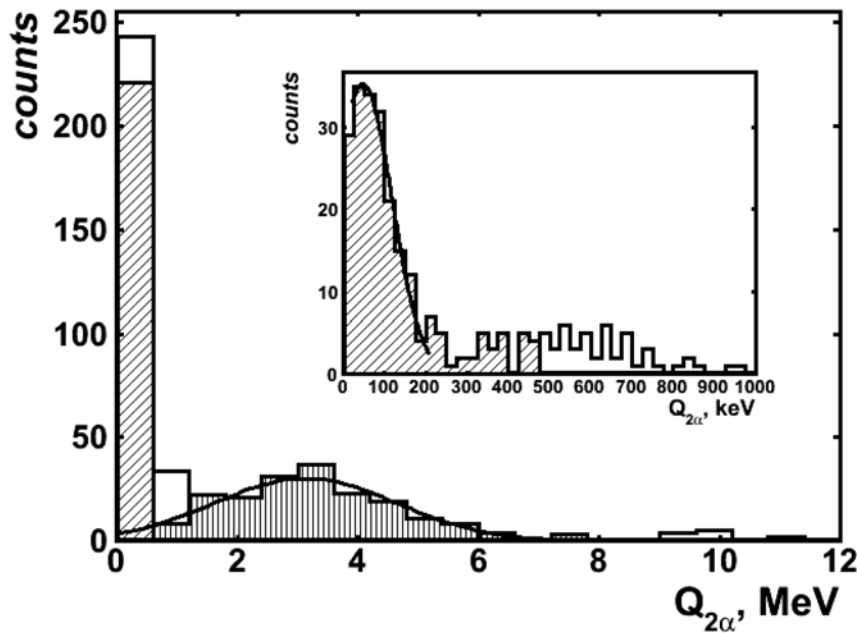


^{12}N 11.0 ms



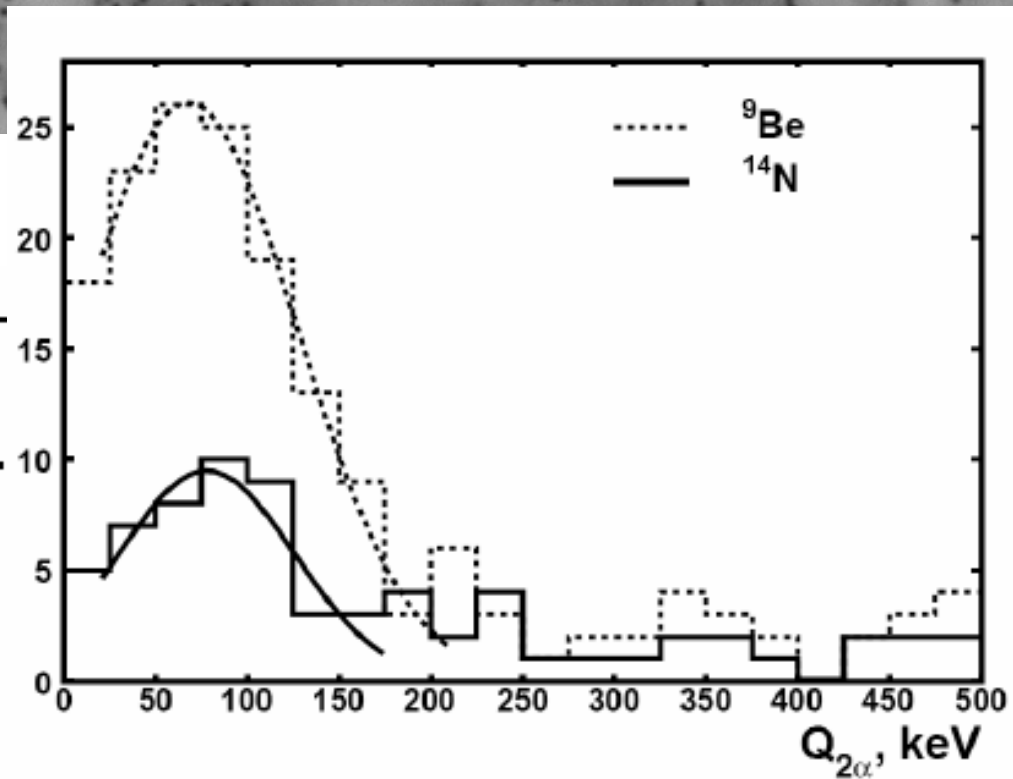
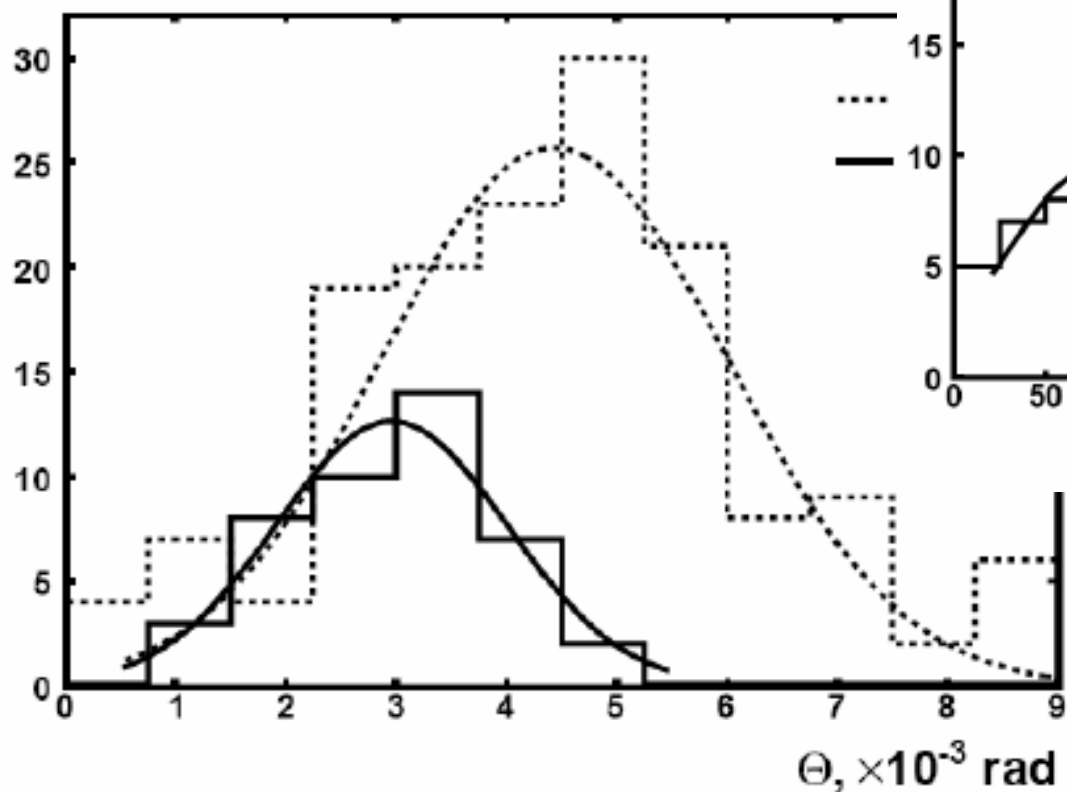
2A GeV/c ${}^9\text{Be} \rightarrow 2\alpha$ “white” star

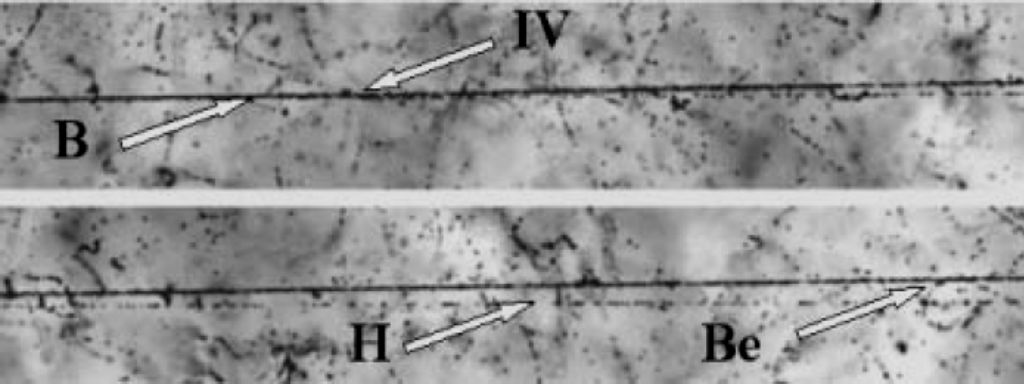
The secondary ${}^9\text{Be}$ beam was obtained by fragmentation of accelerated ${}^{10}\text{B}$ nuclei. When scanning the exposed emulsion 500 events ${}^9\text{Be} \rightarrow 2\alpha$ in a fragmentation cone of 0.1 rad have been found. About 81% α -pairs form roughly equal groups on $\Theta_{2\alpha}$: “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.



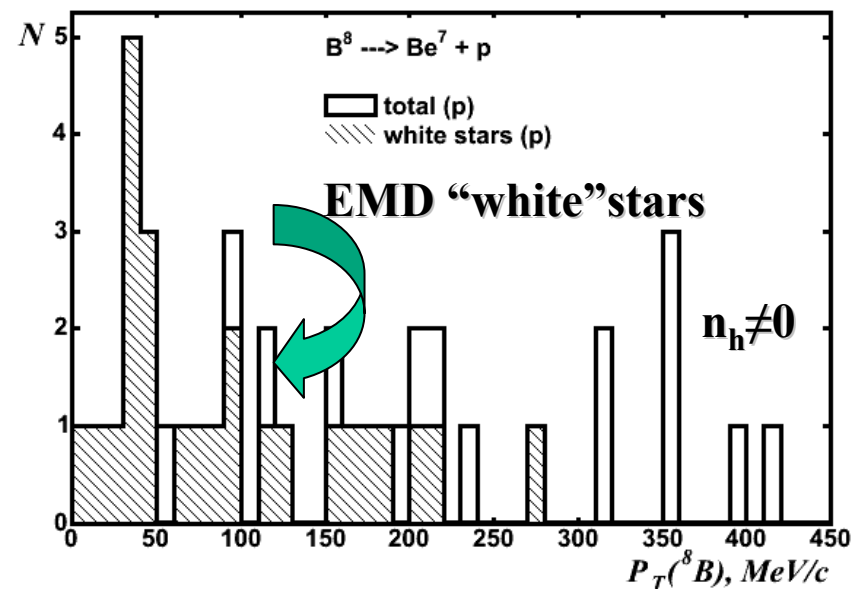
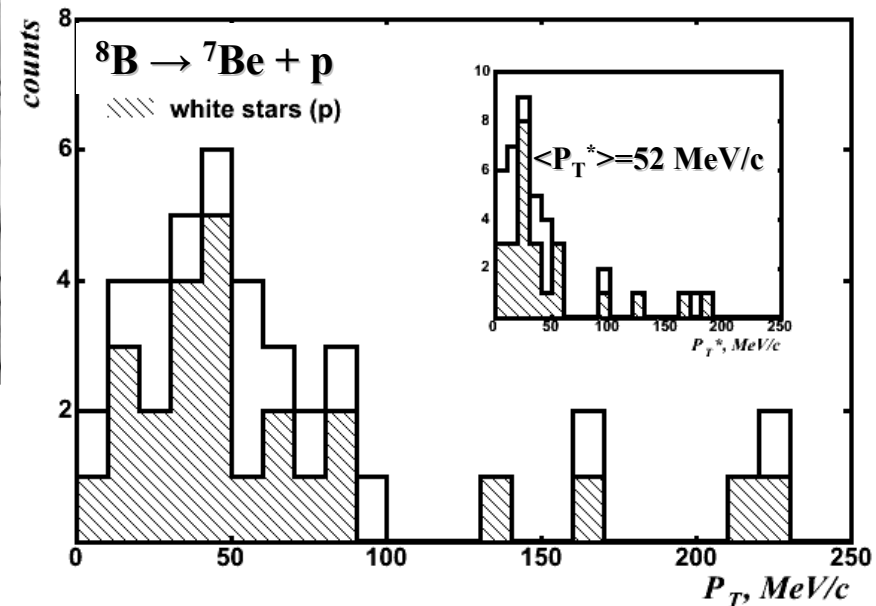
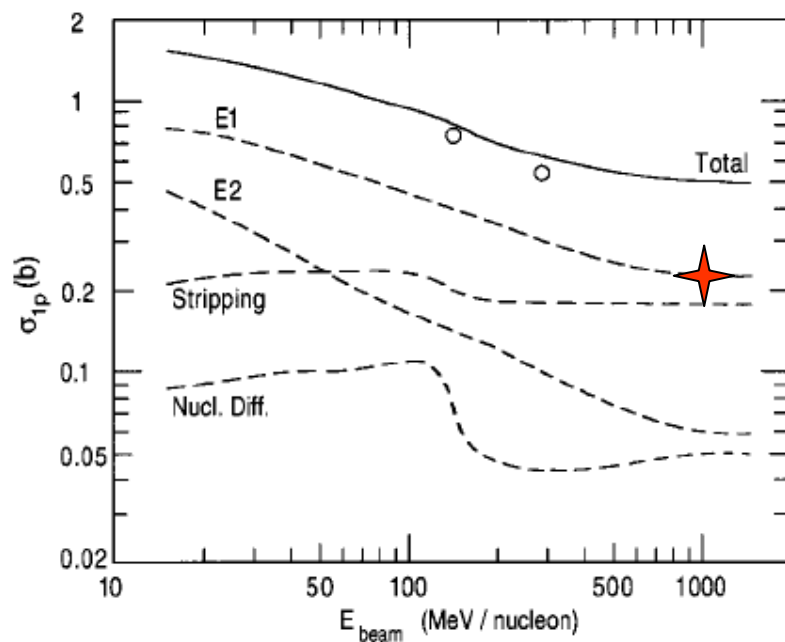
For the coherent dissociation ${}^9\text{Be} \rightarrow 2\alpha + n$, the average value of the total α -pair transverse momentum is equal to $\langle P_{Tsum} \rangle \approx 80 \text{ MeV/c}$ in correspondence with the Goldhaber statistical model. So, it can be assigned to the average transverse momentum 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 $\langle P_{Tsum} \rangle$, 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 ${}^9\text{Be}$.

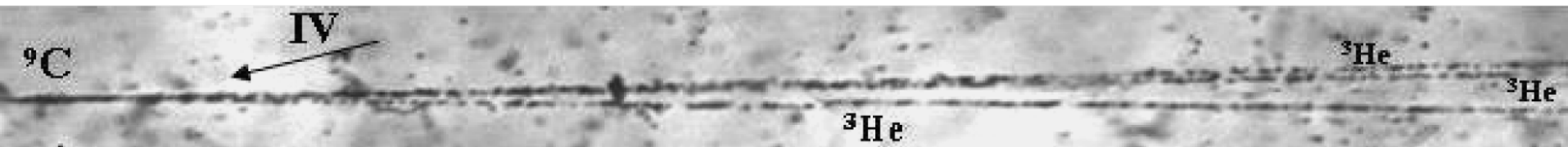
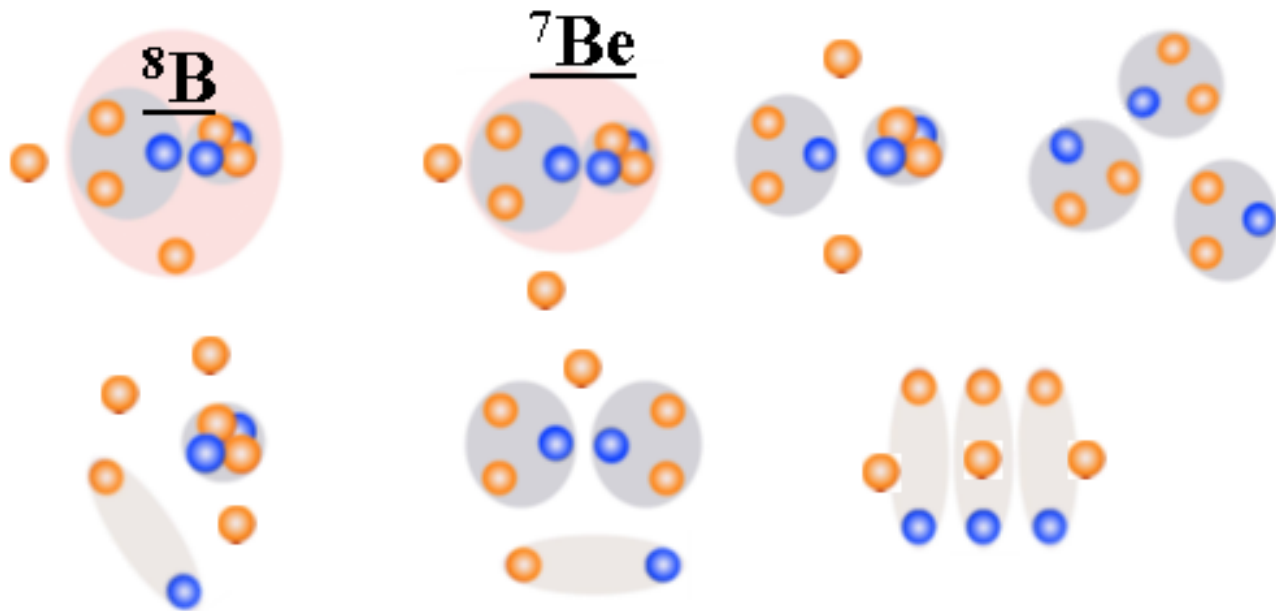
2.9A GeV /c $^{14}\text{N} \rightarrow 3\text{He} + \text{H}$ “white” star





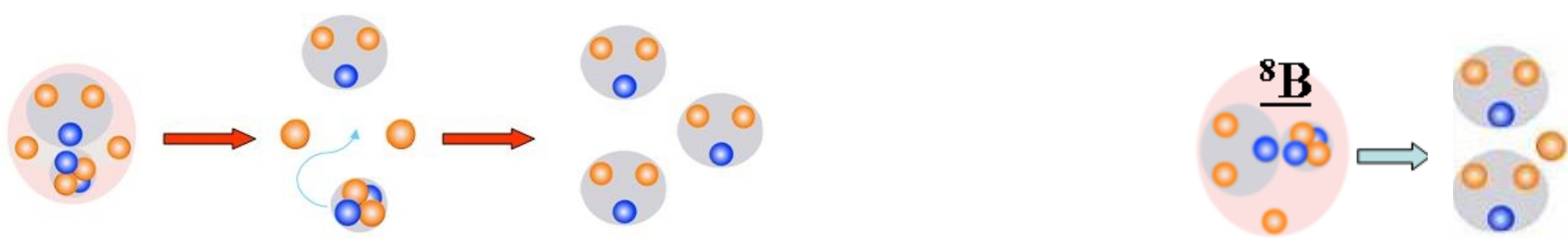
	Q_{\min} (^{10}B), M Δ B	N_{ws} (^{10}B)	% (^{10}B)	Q_{\min} (^8B), M Δ B	N_{ws} (^8B)	% (^8B)
2He+H	6.0	30	73	1.724	14	27
He+3H	25	5	12	8.6	12	23
Be+H	6.6	1	2	0.138	25	48
B		-	-		1	2
Li+He	4.5	5	13	3.7	-	-



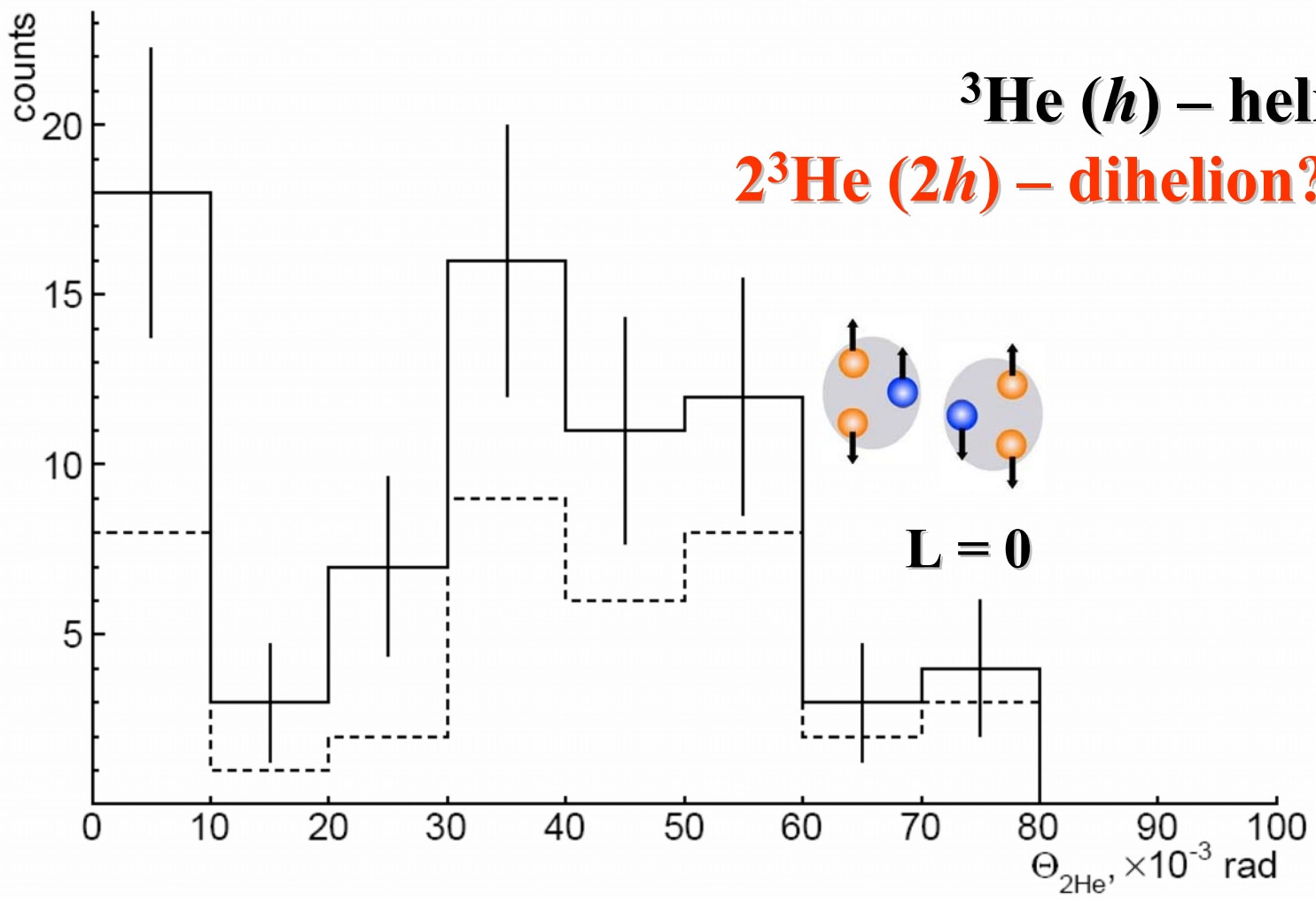


Macro photo of "white" star of ^9C dissociation to $3\ ^3\text{He}$ nuclei in nuclear track emulsion; the interaction vertex IV is shown by the arrow.

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



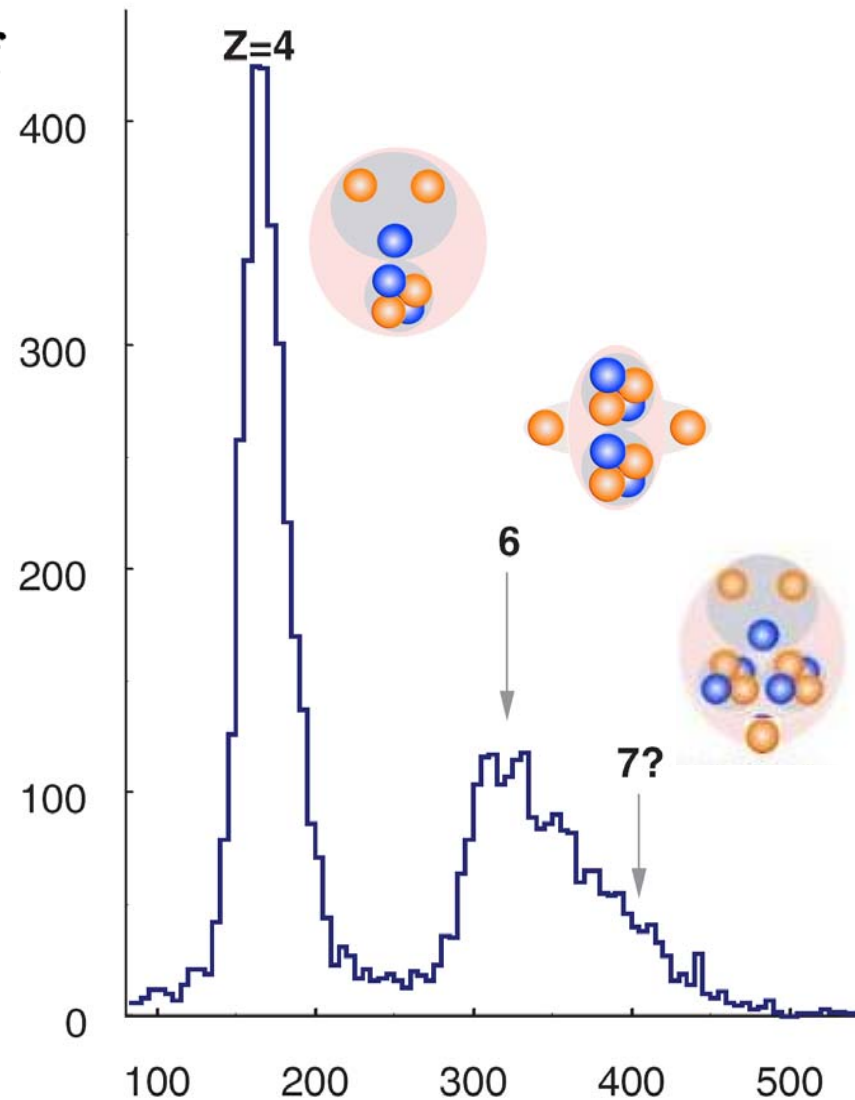
${}^3\text{He}$ (h) – helion
 $2{}^3\text{He}$ ($2h$) – dihelion?!...



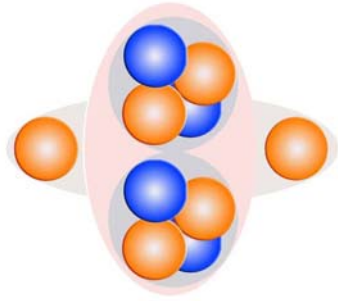
Total distribution of opening angles $\Theta_{2\text{He}}$ between the relativistic He fragments in the “white” stars ${}^9\text{C} \rightarrow 3{}^3\text{He}$ and in events ${}^8\text{B} \rightarrow 2\text{He} + \text{H}$ with the formation of target nucleus fragments or meson; dotted line indicates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

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

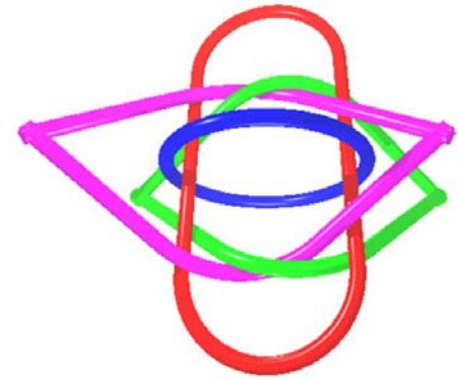
Generation of ^{12}N and ^{10}C nuclei is possible in charge exchange and fragmentation reactions of accelerated ^{12}C nuclei [3]. The charge to weight ratio $Z_{\text{pr}}/A_{\text{pr}}$ differs by only 3% for these nuclei, while the momentum acceptance of the separating channel is 2 - 3%. Therefore, 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.



		⁹ C	¹⁰ C	¹¹ C	¹² C
		⁸ B	⁹ B	¹⁰ B	
	⁶ Be	⁷ Be	⁸ Be	⁹ Be	
	⁵ Li	⁶ Li	⁷ Li	⁸ Li	
³ He	⁴ He	⁵ He	⁶ He		



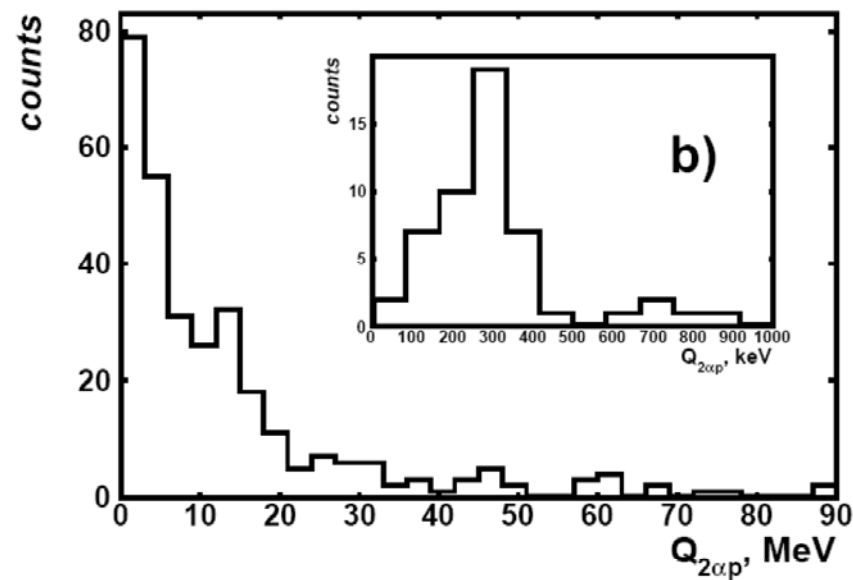
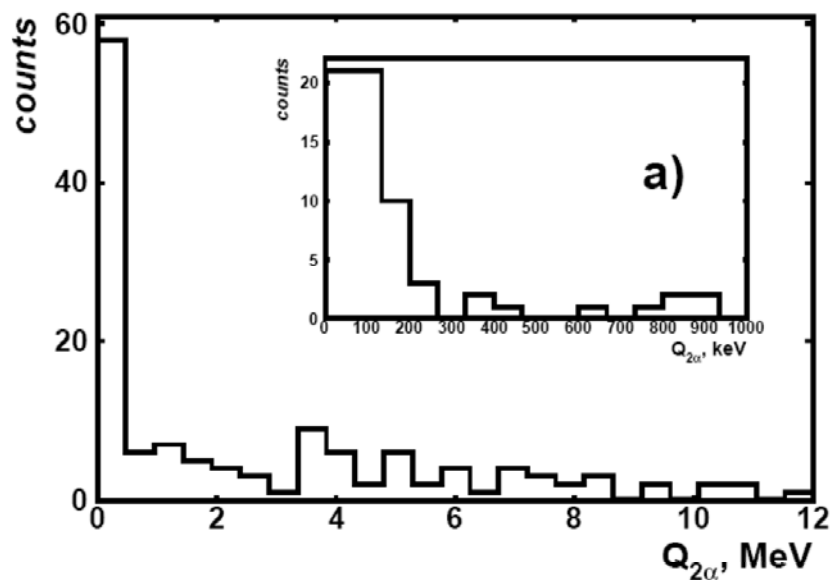
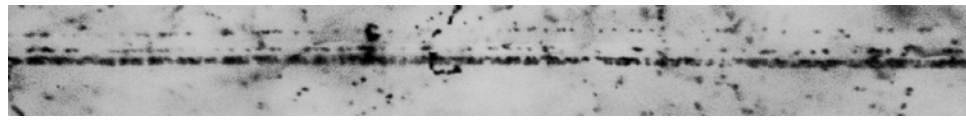
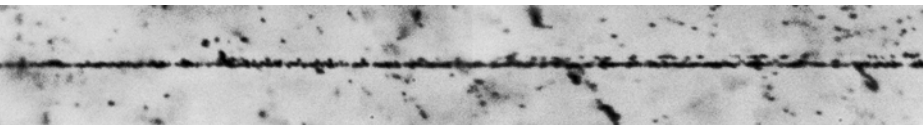
The ¹⁰C nucleus is the only example of the system, which has the “super-boromean” properties, since the removal of one of the four clusters in the 2 α + 2p structure leads to an unbound state.

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 $\sum Z_{fr} = 6$ channels

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

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

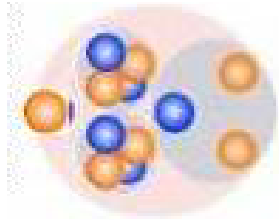
Production of ^8Be and ^9B nuclei in ^{10}C dissociation



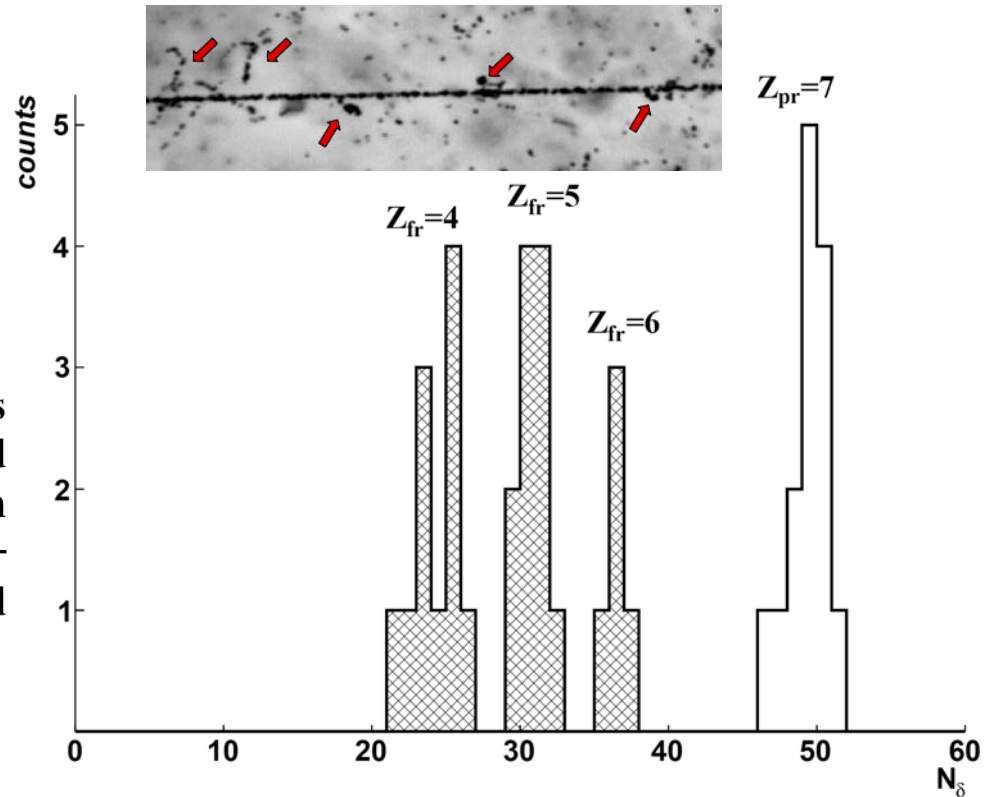
a) Distribution of the number of “white” stars $2\alpha + 2p$ versus excitation energy $Q_{2\alpha}$ of the α -pairs. In the inset a zoom over the $Q_{2\alpha}$ distribution is shown. b) Distribution of the number of “white” stars $2\alpha + 2p$ versus excitation energy $Q_{2\alpha p}$ of triples $2\alpha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



In this irradiation 41 "white" stars N_{ws} with $Z_{pr} = 7$ and $\sum Z_{fr} = 7$ are found, corresponding to the dissociation of ^{12}N nuclei. About half of the events contain a fragment $Z_{fr} > 2$, clearly differing from the cases of nuclei ^{14}N and ^{10}C .

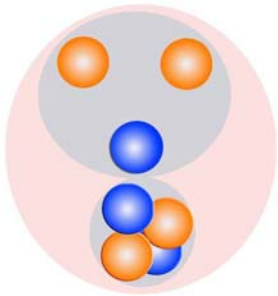
Distribution of the number of "white" stars, N_{ws} , with respect to the channels $\sum Z_{fr} = 7$ and $Z_{pr} = 7$

C + H	${}^8\text{B} + \text{He}$	${}^7\text{Be} + \text{He} + \text{H}$	${}^8\text{B} + 2\text{H}$	${}^7\text{Be} + 3\text{H}$	3He + H	2He + 3H	He + 5H
5	6	6	5	5	2	10	2

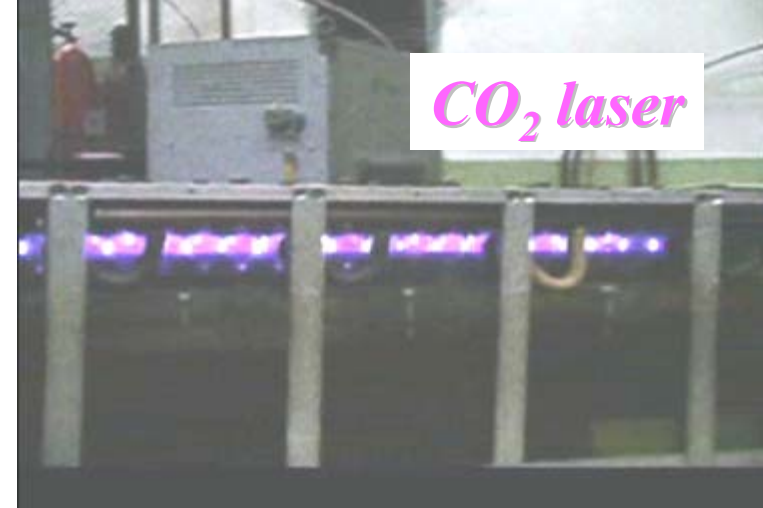
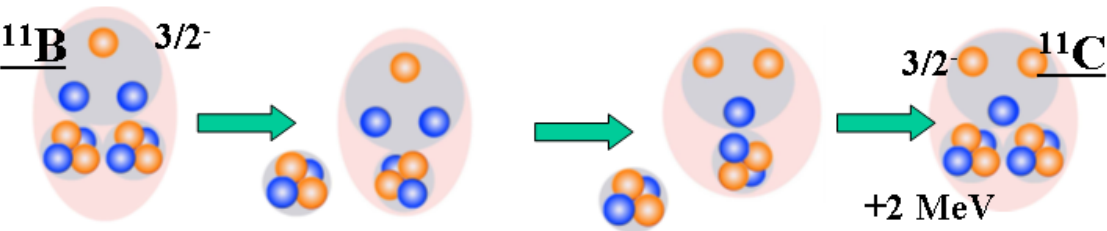
High statistics analysis of ${}^7\text{Be}$ dissociation

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.

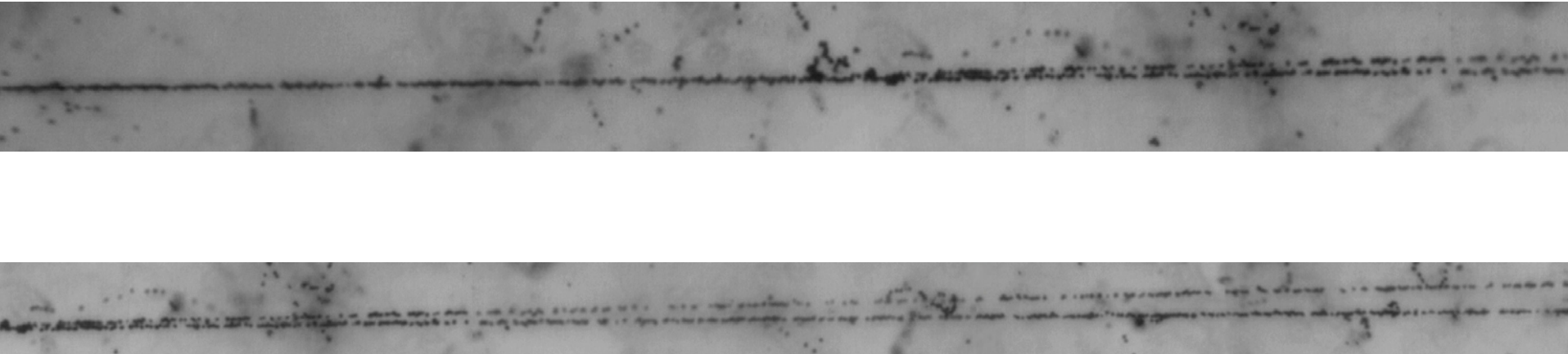
Distribution of the number of “white” stars, N_{ws} , and the number of events involving the production of target fragments, N_{tf} , with respect to $\sum Z_{\text{fr}} = 4$ channels

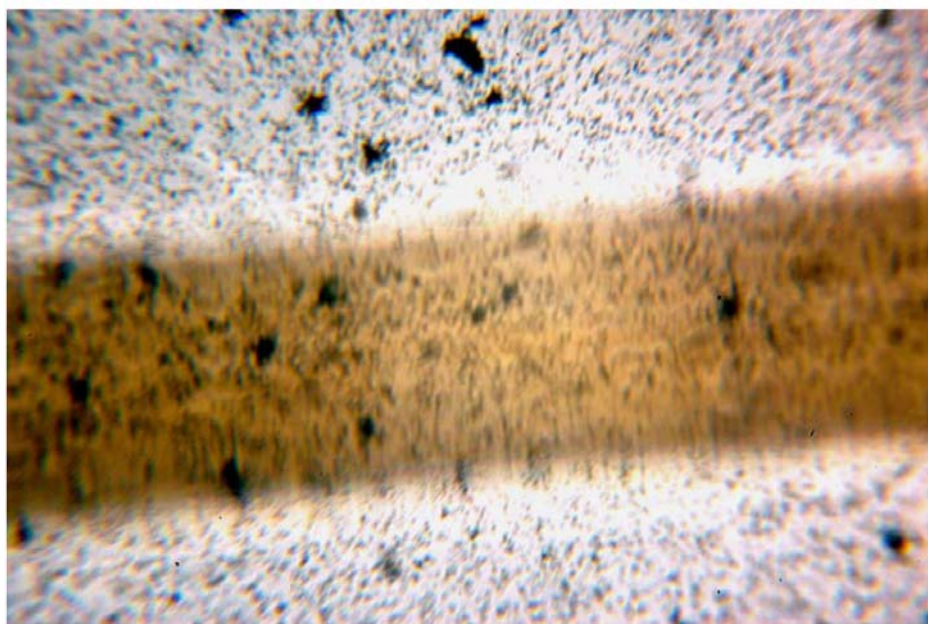
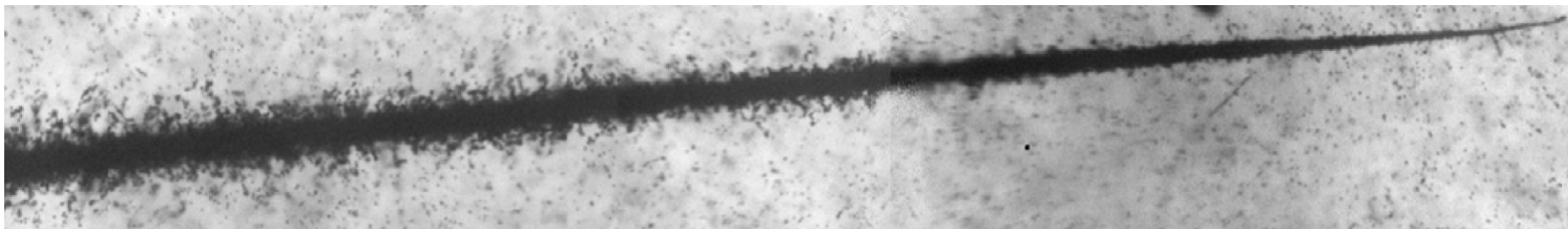
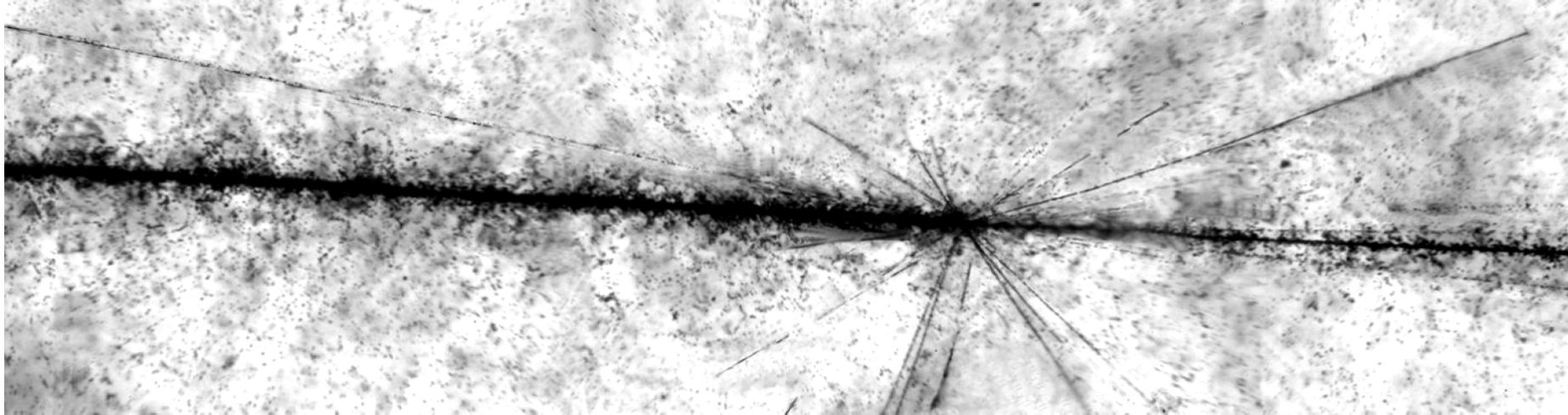


$\sum Z_{\text{fr}} = 4$	2He	He+2H	4H
N_{ws}	95	116	14
N_{tf}	371	554	16



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.





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.

The BECQUEREL Project 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 ${}^9\text{Be}$, ${}^{9,10}\text{C}$, 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.

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.

The main tasks include:

1. Investigation of peripheral nuclear fragmentation ^{10}C on the statistics 500 interactions
2. Investigation of peripheral nuclear fragmentation ^{12}N on the statistics 100 interactions
3. Search 2^3He -resonance in the peripheral nuclear fragmentation ^9C , ^8B , ^7Be on the statistics 200 pairs of 2^3He
4. Irradiation of nuclear emulsion in the secondary beam containing the isotope ^{11}C , formed by exchange reaction of the accelerated nuclei
5. Studies 2α -particle correlations in $^{10,11}\text{B}$ fragmentation in statistics 200 interactions
6. Studies of ^{28}Si and ^{32}S clustering at a new level of statistics and detailed descriptions
7. Irradiation of nuclear emulsions by ^{11}C and heavy relativistic nuclei

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



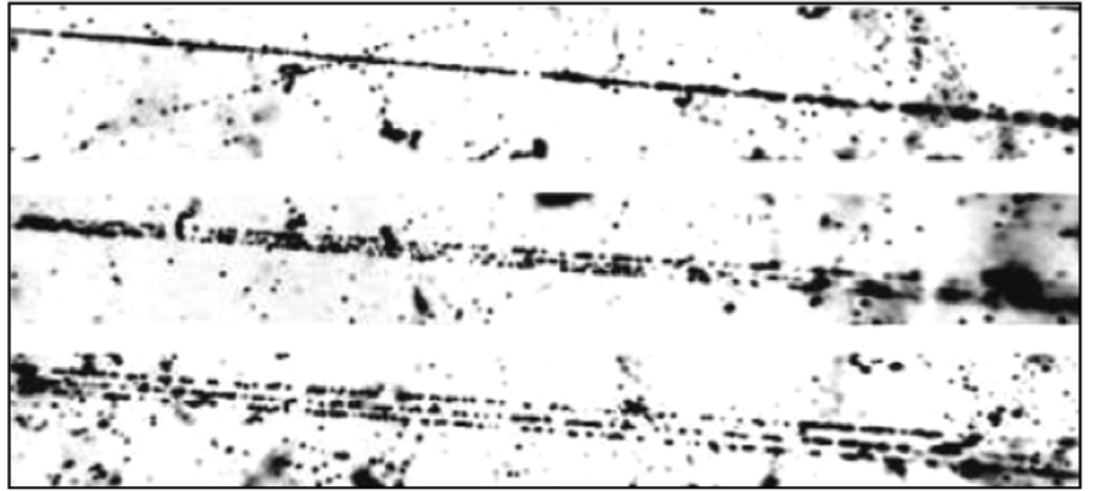
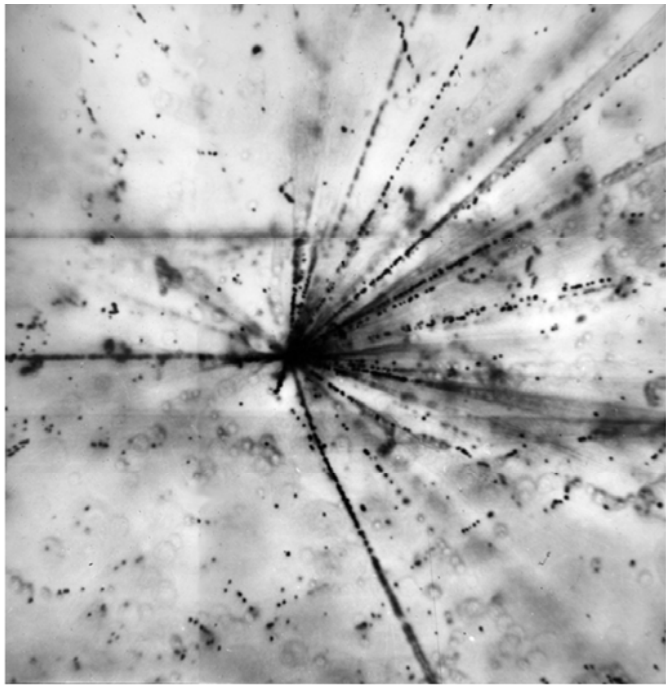
BEQUEREL
PROJECT

Проект
БЕККЕРЕЛЬ

Beryllium (Boron)
Clustering
Quest in
Relativistic Multifragmentation

<http://becquerel.jinr.ru>





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)

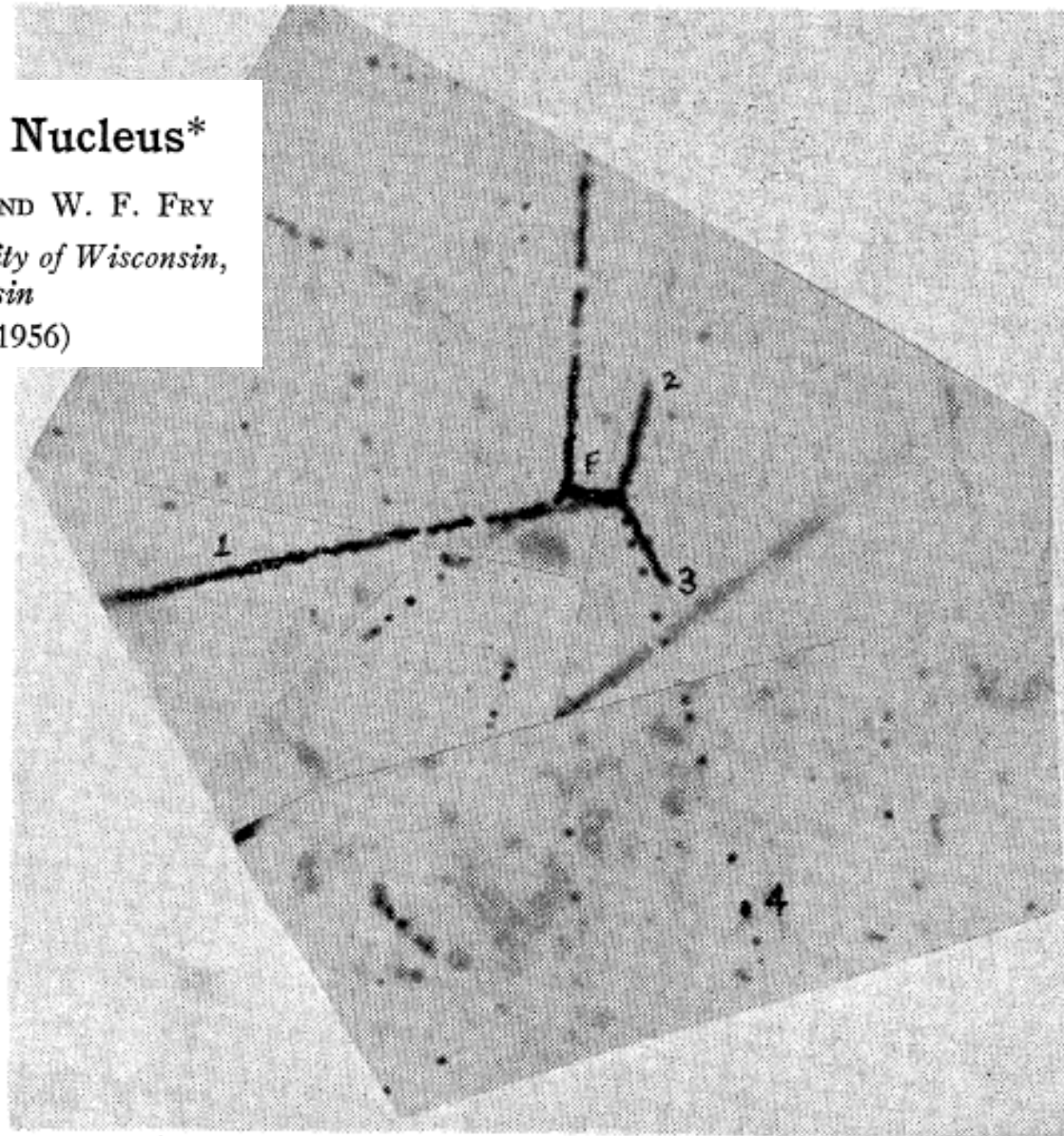


FIG. 1. A photograph of an event interpreted as the beta decay of C^9 . The C^9 nucleus (track F) was produced in star (A) and disintegrated into a proton, two alpha particles, and a positron (tracks 1, 2, 3, and 4, respectively).

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




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



Г. А. Месян

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

В. В. Кескин
Труду заслуживает
Иткису

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. Итксы

Глубокоуважаемый 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.ИЛДИНИ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИМ. А.А.ИЛДИНИ

№ 01-16 2011 г. № 01/14/21

И.о. директора ОИЯИ
Проф. М. Г. Итксы

Глубокоуважаемый 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.Илдина, 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.Илдина
А.А. Чельвинян

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. Итксы

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-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) 05-180

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.**

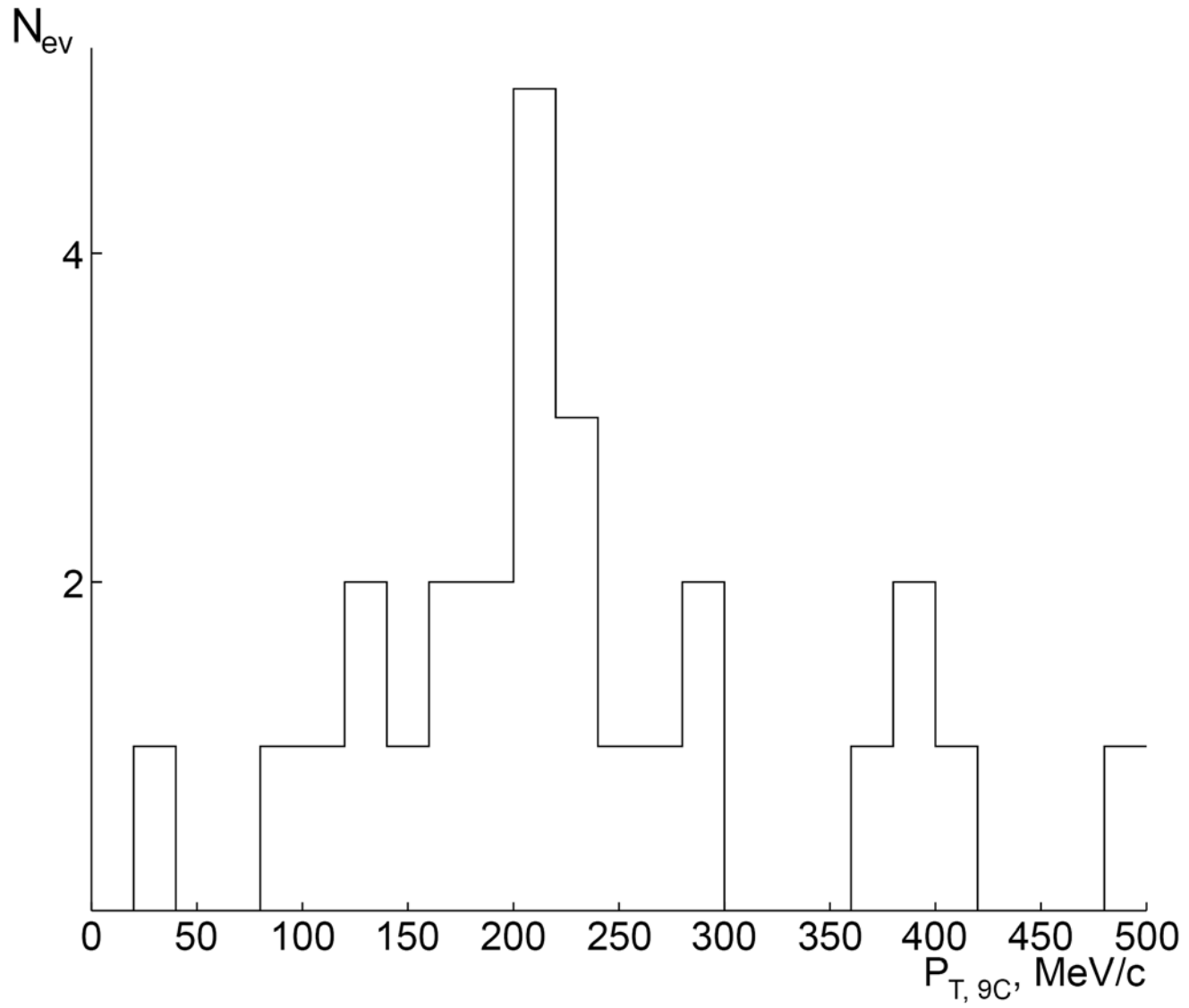
(полное название Проекта)

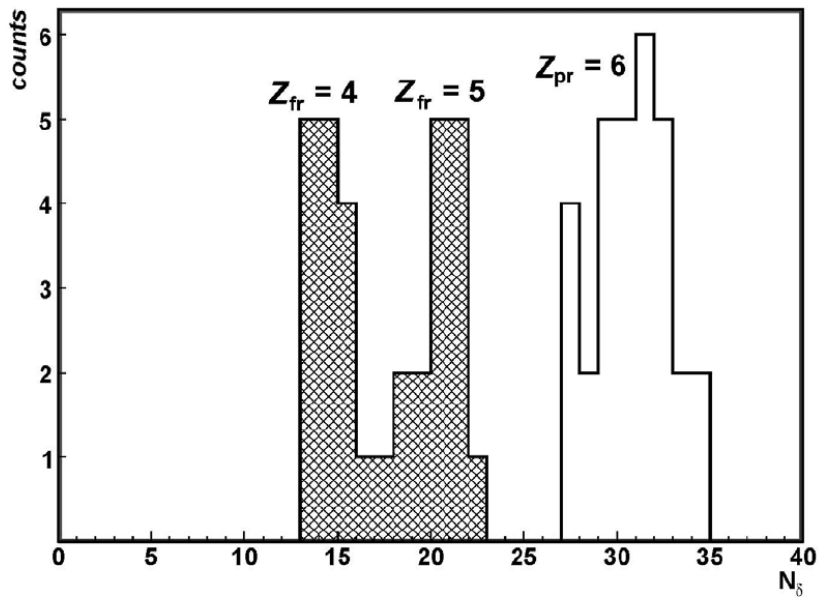
№№ затрат пп	Наименование статей	Полная стоимость	2009 г.	2010 г.	2011 г.
1.	Ускоритель НУКЛОТРОН	300 час.	100 час.	100 час.	100 час.
2.	Оборудование	14 тыс. \$	9 тыс. \$	4 тыс. \$	1 тыс. \$
3.	Командировочные расходы	15 тыс. \$	5 тыс. \$	5 тыс. \$	5 тыс. \$
Итого по прямым расходам		29 тыс. \$	14 тыс.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

Грант ПП СР – 4500 \$ в год

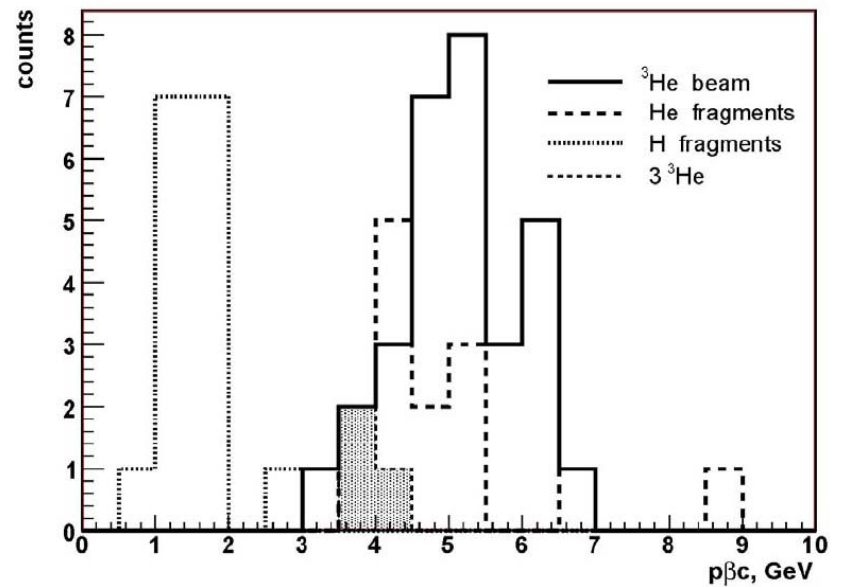
Грант ПП ЧР – 3000 \$ в год

+1 ПК

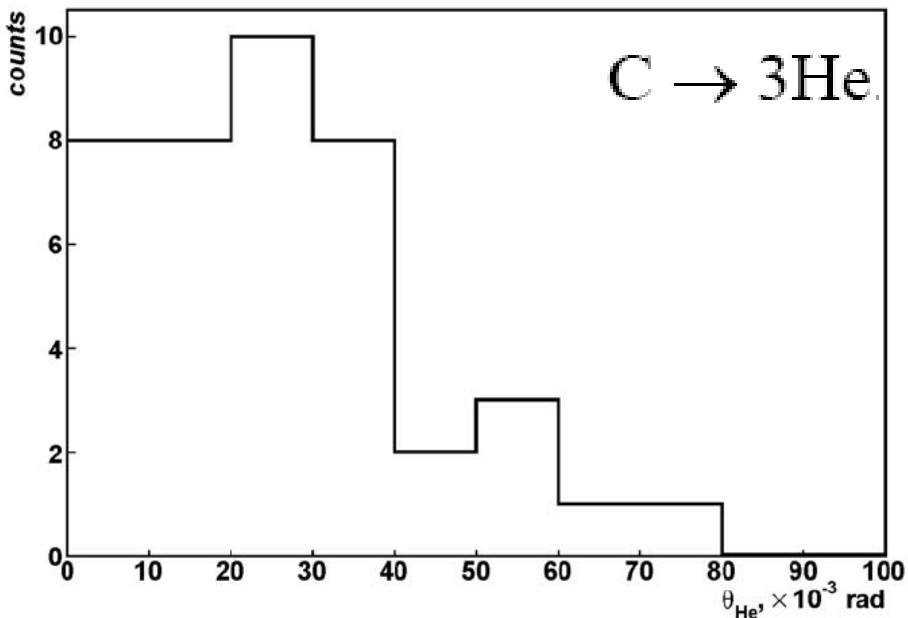




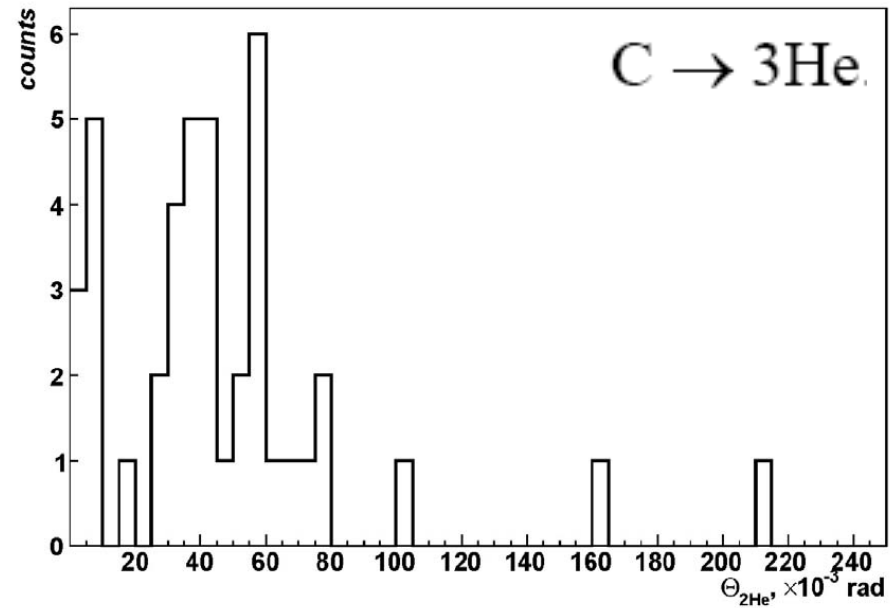
δ -electrons density for beam particles and relativistic fragments with charges $Z_{fr} > 2$ from "white" stars $\sum Z_{fr} = 5 + 1$ and $4 + 1 + 1$



$p\beta c$ for beam ^3He 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 $3\ ^3\text{He}$ event



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



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