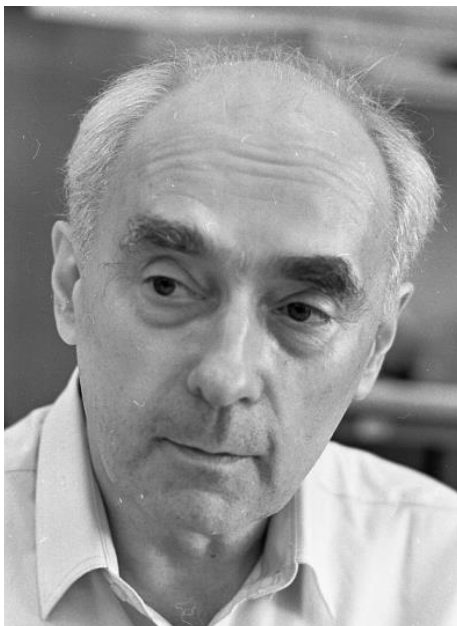


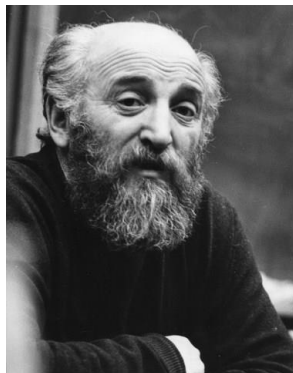


90



**“От рождения антипротонов
до холодной сверхплотной
барионной материи”**

Шиманский С.С.(ЛФВЭ, ОИЯИ)



О ЗНАЧЕНИИ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ РАССКАЗЫВАЕТ АКАДЕМИК Г. БУДКЕР *

* Возраст познания.— М.: Мол. гвардия, 1974.— С. 124—142.

Академик Г. И. БУДКЕР

ОЧЕРКИ ВОСПОМИНАНИЯ

Ответственный редактор
академик А. Н. СКРИНСКИЙ

Редакционная коллегия выпуска

члены-корреспонденты АН СССР Г. И. ДИМОВ, Э. И. КРУТЛЯКОВ,
Д. Д. РЮТОВ, В. А. СИДОРОВ, Б. В. ЧИРИКОВ,
доктор физико-математических наук И. Н. МЕШКОВ

Вступающему в науку не нужно доказывать, как важно иметь доброго и умного наставника. Каждый ученый, если его спросить, всегда вспомнит, кому он обязан и первым, едва проснувшимся интересом к знаниям, и добрым советом при выборе первой научной работы, без которого нельзя научиться преодолевать препятствия, и многим-многим другим, без чего не вырастает ни один исследователь.

Учиться только по учебникам, монографиям и статьям — все равно, что пытаться овладеть тайнами мастерства пианиста по самоучителю. Мне, как человеку точного знания, трудно даже объяснить, почему это невозможно. Но тем не менее это так. Несложно

Наверное, наша молодежь должна прежде всего получать хорошее морально-этическое воспитание. Это должно помочь даже молодому человеку отличать ученого от лжеученого.

Я уже как-то говорил, что всем, кто отправляется в дальний путь, обычно желают попутного ветра. Но если у судна крепкий руль и опытный рулевой, то оно может плыть, и не только по ветру, но и поперек ветра, и даже против ветра. Более того, если тебе ветер все время дует в спину, то остановись и подумай: туда ли ты плывешь, не плывешь ли ты по воле ветра? В науке очень опасно плыть по воле ветра: постоянно создается иллюзия, что ты движешься, а на самом деле тебя несет...

План

1. НГУ -> ИЯФ -> Лаб.2
2. Антипротоны в ИЯФ и кое-что о кумулятивных процессах.
3. Кумулятивные процессы в ЛВЭ ОИЯИ.
4. Кумулятивные процессы и холодная сверхплотная барионная материя.

МГУ или НГУ

Кафедра ЯФ

У кого делать диплом?



Антипротоны в ИЯФ и кое-что о кумулятивных процессах

1. Канал медленных частиц в ИФВЭ (Золоторёв)
2. Ядерные эмульсии для инклюзивных процессов (Смахтин)
3. Теоретики ИЯФ об антипротонах
(ВАПП, Щуряк, Жиров и Таюрский)

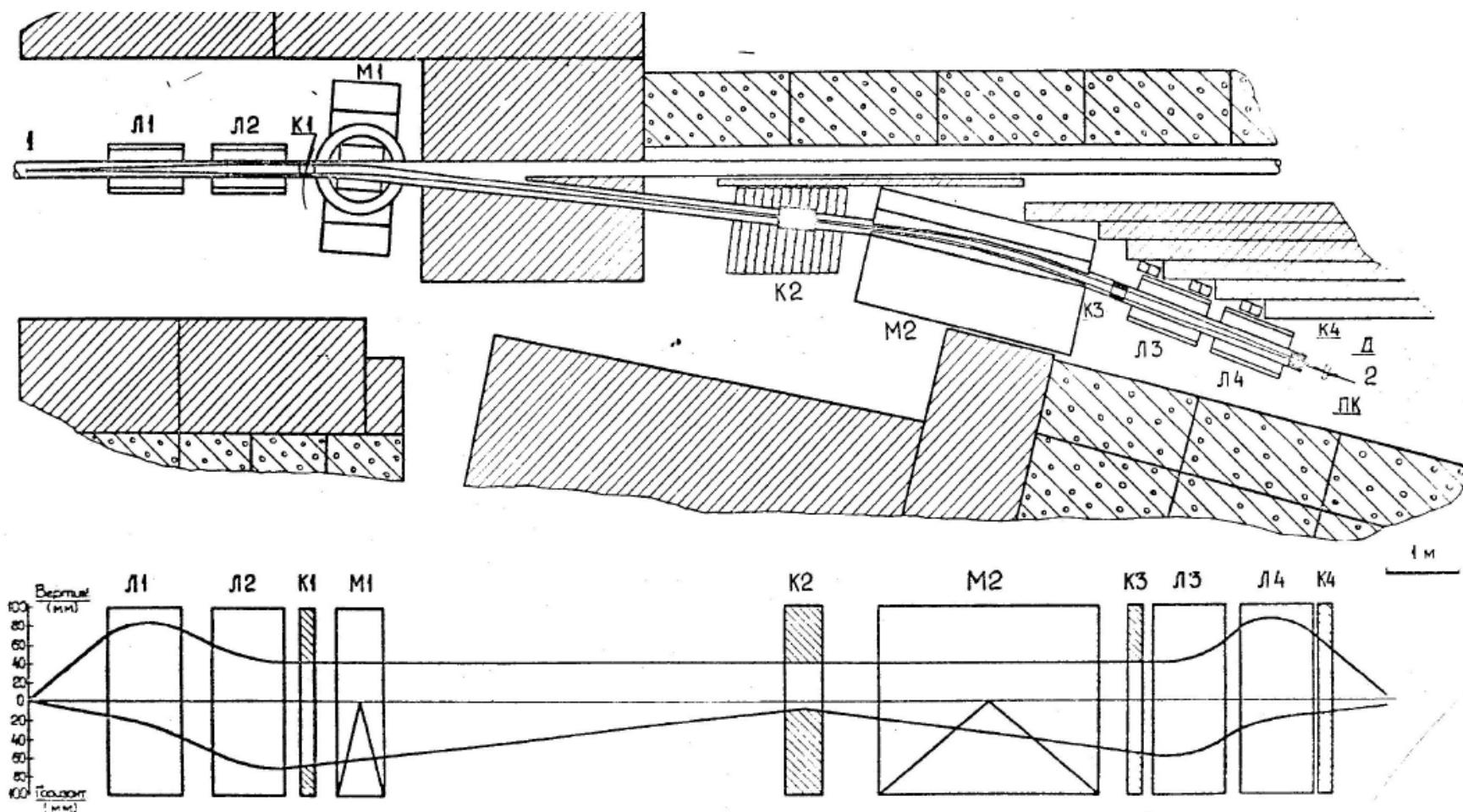


Рис. I. Схема канала вторичных частиц низких энергий.

I-мишень; 2-фокус выведенного пучка; Л1-Л4-магнитные линзы; М1, М2-отклоняющие магниты; К1-К4-коллиматоры; ПК-пропорциональная камера; Д-эмульсионная камера.

ПРОСТАЯ МОДЕЛЬ КОЛЛЕКТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ В АДРОН-ЯДЕРНЫХ СОУДАРЕНИЯХ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

О. В. ЖИРОВ, Э. В. ШУРЯК

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

(Поступила в редакцию 8 декабря 1977 г.)

Адрон-ядерные реакции высоких энергий рассматриваются как коллективное соударение с определенной частью ядра — эффективной мишенью, размеры которой растут с энергией соударения. Предсказания модели согласуются с широким набором экспериментальных данных. Конкретно рассмотрены: зависимость множественности от энергии соударения и атомного номера мишени, инклюзивные распределения по быстрой (в том числе и в кумулятивной области), рождение тяжелых частиц (антипротонов), корреляции с числом нуклонов отдачи и др.

5. Кумулятивный эффект

Такое название получило явление, состоящее в рождении на ядрах частиц за пределами кинематически разрешенной в соударении с одним нуклоном области, впервые обнаруженное в работе [25]. Это явление наиболее ясно демонстрирует коллективный характер соударений с ядром. Интересно, что спектр частиц в кумулятивной области оказывается плавным продолжением спектра в разрешенной области, что наводит на мысль об их едином механизме.

Для описания спектров кумулятивной области необходимо уточнить сделанные выше предположения. Гауссова параметризация (5) хороша в

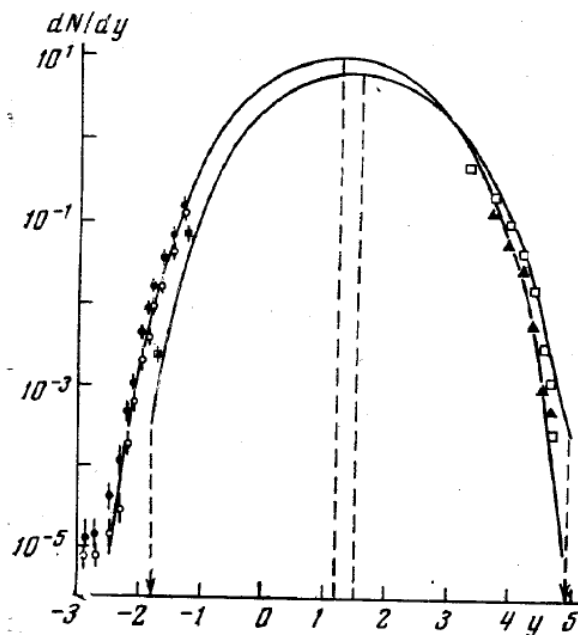


Рис. 6

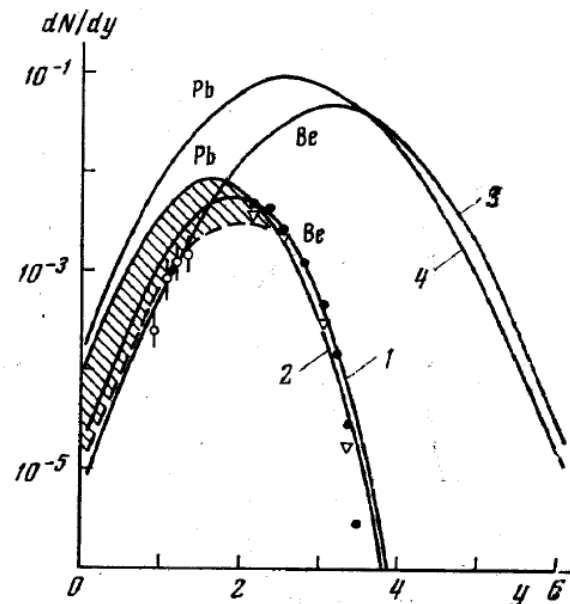


Рис. 7

Рис. 6. Распределение по быстротам π^- с $p_{\perp}=0$ при соударениях протонов с $\bullet$ — Pb, $\circ$ — Al, $\blacksquare$ — d [25], $\square$ — Pb, $\blacktriangle$ — Be [26]. Кривые показывают спектры в соударениях с эффективными массами $M_{eff}=m_p$ (правая кривая) и $M_{eff}=2,4 m_p$ (левая)

Рис. 7. Распределение по быстротам антипротонов, рождающихся на мишенях из Be (кривые 1, 3) и Pb (2, 4) при энергиях 24 Гэв [28] и 300 Гэв (кривые 3, 4). Штриховая кривая отвечает вкладу периферических соударений, заштрихованная область показывает неопределенность спектра мягких антипротонов из-за их поглощения в ядре

И Н С Т И Т У Т
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СОАН СССР

ПРЕПРИНТ И Я Ф 78 -2

Г.Е.Мёринг, В.А.Таюрский

РОЖДЕНИЕ АНТИПРОТОНОВ
НА ТЯЖЕЛЫХ ЯДРАХ

Новосибирск

1978

СЛАБОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ АНТИПРОТОНОВ
ПРИ РОЖДЕНИИ ИХ ПРОТОНАМИ С ИМПУЛЬСОМ 10 ГэВ/с
В ЯДРАХ Be, Al, Cu И Au

А.О.Вайсенберг, Ю.Б.Лепихин, В.А.Смирнитский,
Ю.М.Шабельский, В.А.Шейнкман

Измерены выходы антипротонов и π^- -мезонов из ядер Be, Al, Cu и Au, облучаемых протонами с импульсом 10 ГэВ/с. Сравнение с теоретическими оценками указывает на слабое поглощение антипротонов ядрами, в которых они рождаются.

4. Таким образом, данные опыта являются указанием на то, что вторичные антипротоны с импульсом $\gtrsim 0,6$ ГэВ/с слабо взаимодействуют с ядерной материей "в момент рождения". Этот результат выглядит неожиданным. Его можно понять, если предположить что антипротоны образуются из точечных анти-кварков-партонов, а для того, чтобы последние объединились, обрасли своим "морем" и начали взаимодействовать с ядром, требуется время (1,4).

Принципиально другое объяснение наблюдаемых эффектов могло бы заключаться в том, что основная доля рождающихся антипротонов образуется при распаде тяжелых мезонных резонансов шириной 20 мэВ [9], сечение поглощения которых в ядре невелико (~ 15 мбн). Однако такая гипотеза представляется нам маловероятной.

Авторы благодарят О.К.Егорова, В.Ф.Кузичева и А.Н.Прудника за помощь в проведении опыта.

Авторы благодарят В.В.Анисовича, В.Н.Грибова, О.В.Канчели, М.Г.Стрикмана, К.А.Тер-Мартirosяна, Л.Л.Франкфурта и В.М.Шехтера за полезные обсуждения.

Институт теоретической
и экспериментальной физики

Поступила в редакцию
14 марта 1979 г.

Наша статья в Письма в ЖЭТФ

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

РСФСР

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

Физический факультет

Кафедра ядерной физики, лаборатория № 2

Института ядерной физики СО АН СССР

ШИМАНСКИЙ Степан Степанович

ИЗМЕРЕНИЕ ВЫХОДА АНТИПРОТОНОВ НИЗКОЙ
ЭНЕРГИИ НА СЕРПУХОВСКОМ УСКОРИТЕЛЕ

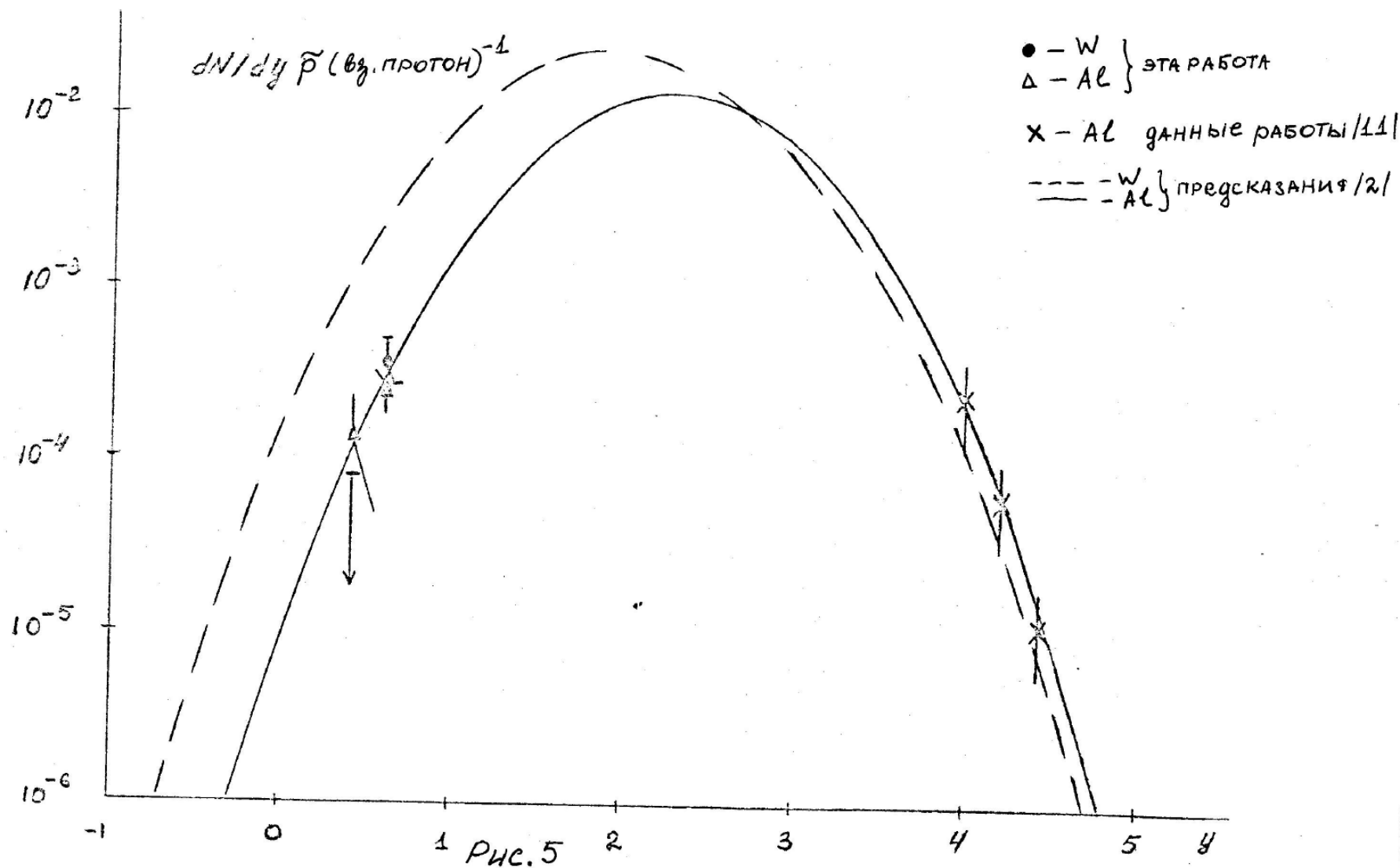
Научный руководитель:

старший инженер

СМАХТИН В.П.

Смахтин

Барков – расписание
на неделю



4 Н И В С С Е В О

1472/1-79

И Ф В Э 79-82
ОП

3450

Л.М. Барков, М.С. Золотарев, В.И. Котов, П.К. Лебедев,
Л.А. Макарына, А.П. Мишакова, В.С. Охалкин, Р.А. Рзаев,
В.П. Сахаров, В.П. Смахтин, С.С. Шиманский

ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛА
ИНТЕНСИВНЫХ ВТОРИЧНЫХ ПУЧКОВ НИЗКОЙ ЭНЕРГИИ
НА ПРОТОННОМ СИНХРОТРОНЕ ИФВЭ

Серпухов 1979

Приведенные кривые соответствуют расчетам без учета поглощения антипротонов в ядре. Видно, что измеренный выход антипротонов для алюминия согласуется с предсказанием модели. Измеренный выход антипротонов на вольфраме существенно меньше ожидаемого. Наблюдающееся расхождение может быть обусловлено поглощением медленных антипротонов в ядре вольфрама.

На пучке положительных вторичных частиц были проведены измерения выходов пионов и протонов. Предварительные результаты измерений приведены в таблице. В настоящее время продолжается просмотр фотоэмульсионных слоев с целью получения данных по выходам дейтронов и более тяжелых частиц в пучке положительных вторичных частиц.

В заключение авторы выражают благодарность И.И. Гуревичу, С.С. Герштейну, В.А. Ярбе, Е.В. Еременко за интерес и содействие в работе, А.Г. Афонину, Г.И. Бритвичу, М.М. Зайцеву, В.С. Мельникову, И.Ф. Легостаеву, В.И. Румянцеву за помощь в работе по запуску канала, Э.А. Куперу и В.В. Репкову за разработку электроники, О.В. Жирову, В.А. Таюрскому и Э.В. Шуряку за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. а) О.В. Жиров, Э.В. Шуряк. ЯФ, 28, 485 (1978).
б) Г.Е. Мering, В.А. Таюрский. Препринт ИЯФ 78-2, Новосибирск, 1978.
2. Г.И. Будкер, А.Н. Скринский. УНФ, 124, 561 (1978).
3. С.С. Герштейн, А.М. Зайцев, А.К. Лиходед и др. Препринт ИФВЭ 71-60, Серпухов, 1971.
4. А.Г. Афонин, А.И. Дрождин, А.А. Доготарь и др. Препринт ИФВЭ 76-85, Серпухов, 1976.
5. А.В. Алексеев, М.Д. Веселов, В.С. Кузнецов и др. Препринт ИФВЭ 68-62, Серпухов, 1968.
6. Ф. Бинон, С.П. Денисов, П. Дютель и др. Препринт ИФВЭ 69-78, Серпухов, 1969; Phys. Lett., 30B, 506 (1969).

Рукопись поступила в издательскую группу
22 июня 1979 года.



14

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
СО АН СССР

Л.М.Барков, О.В.Жиров, П.К.Лебедев,
Л.А.Макарьина, А.П.Мишакова, Ю.Н.Пестов,
Г.В.Федотович

ИЗМЕРЕНИЕ СЕЧЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ АДРОНОВ
НИЗКИХ ЭНЕРГИЙ В ПРОТОН—ЯДЕРНЫХ
СТОЛКНОВЕНИЯХ НА УСКОРИТЕЛЕ ИФВЭ
(Проект эксперимента)

ПРЕПРИНТ 82—96

ОБРАЗОВАНИЕ АДРОНОВ НИЗКИХ ЭНЕРГИЙ В ПРОТОН-
ЯДЕРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ ПРИ ЭНЕРГИИ 70 ГэВ ПОД
НУЛЕВЫМ УГЛОМ

БАРКОВ Л. М.¹⁾, ВАСИЛЬЧЕНКО В. Г., ВИШНЕВСКИЙ И. К., ДАЦКО В. С.,
ИВАНОВ Ю. М.²⁾, КОТОВ В. И., ЛАННИН В. Г., ЛЕБЕДЕВ И. К.¹⁾,
МЫСНИК А. И., НУРУШЕВ С. Б., РЗАЕВ Р. А.,
РОЖКИН А. И., РЫКАЛИН В. И., САХАРОВ В. П.

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ, СЕРПУХОВ

(Поступила в редакцию 26 июня 1981 г.)

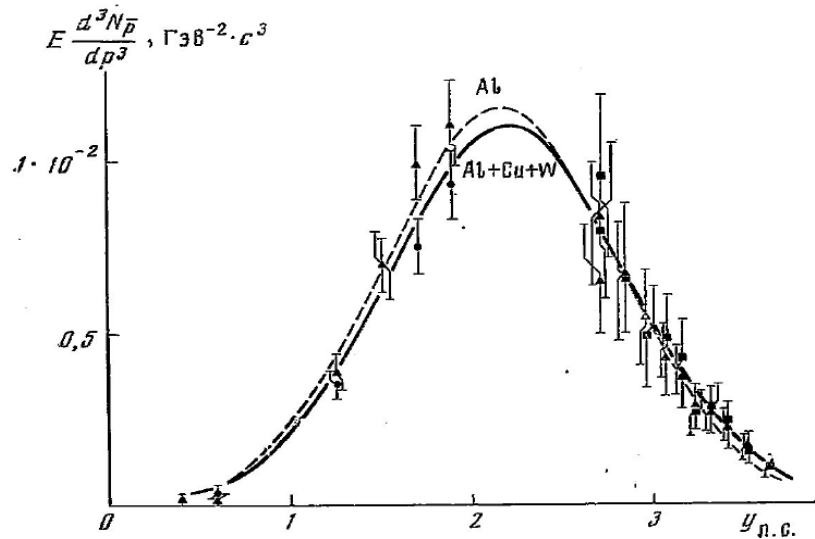


Рис. 3. Зависимость выхода антипротонов от быстроты антипротона y л.с. Точки: $\blacktriangle$ — Al, $\blacksquare$ — Cu, $\bullet$ — W

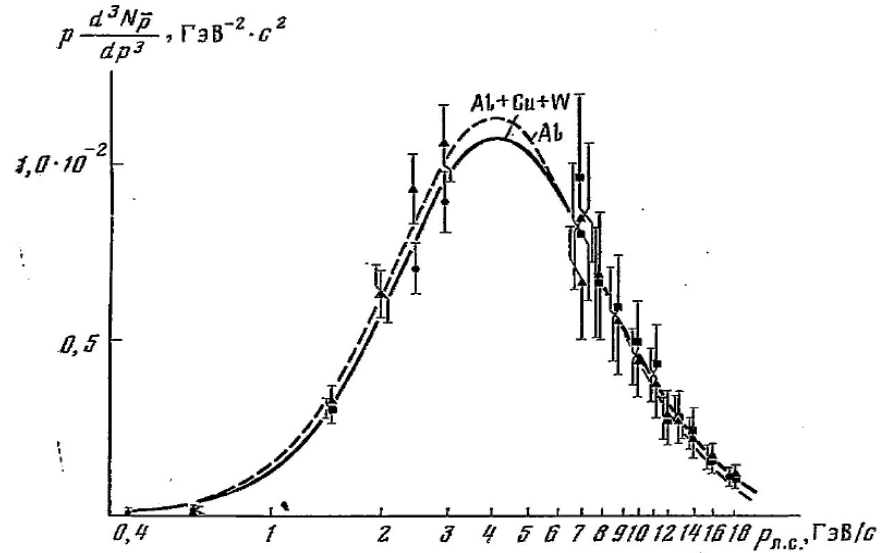


Рис. 4. Зависимость величины $p d^3N_{\bar{p}}/dp^3$ от импульса антипротонов. Плавные кривые соответствуют гауссовой параметризации величины $p d^3N_{\bar{p}}/dp^3$, приведенной на рис. 3. Обозначения точек и кривых такие, как на рис. 3

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
СО АН СССР

3122/82

Л.М. Барков, М.С. Золоторев, В.И. Котов,
П.К. Лебедев, Л.А. Макарына,
А.П. Мишакова, В.С. Охалкин, Р.А. Рзаев,
В.П. Сахаров, В.П. Смахтин, С.С. Шиманский

ИЗМЕРЕНИЕ СЕЧЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ АДРОНОВ С ИМПУЛЬСОМ ДО 2 ГэВ/с В ПРОТОН-ЯДЕРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ ПРИ 70 ГэВ

ПРЕПРИНТ 82-42



ИЗМЕРЕНИЕ СЕЧЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ АДРОНОВ С ИМПУЛЬСОМ ДО 2 ГэВ/с В ПРОТОН-ЯДЕРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ ПРИ 70 ГэВ

БАРКОВ Л. М., ЗОЛОТОРЕВ М. С., КОТОВ В. И.¹⁾, ЛЕБЕДЕВ П. К.,
МАКАРЫНА Л. А.²⁾, МИШАКОВА А. П.²⁾, ОХАЛКИН В. С., РЗАЕВ Р. А.¹⁾,
САХАРОВ В. П.¹⁾, СМАХТИН В. П., ШИМАНСКИЙ С. С.

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

(Поступила в редакцию 2 августа 1982 г.)

Измерены сечения образования пионов, протонов и антипротонов под нулевым углом в соударениях 70 ГэВ протонов с ядрами Al и W. Измерения выполнены при импульсах вторичных адронов 0,4; 0,6; 0,8; 1,07 и 2,0 ГэВ/с. Для регистрации и идентификации вторичных адронов использовался метод ядерных фотоэмульсий.

Введение

В последние годы взаимодействие адронов высокой энергии с атомными ядрами вызывает большой интерес (см., например, обзоры [1—4]). Изучение поведения спектров вторичных частиц, образующихся в адрон-ядерных взаимодействиях, является важной составной частью этих исследований.

Поведение высокоэнергетических частей спектров вторичных частиц исследовано на современных ускорителях достаточно подробно. В то же время практически отсутствует информация о поведении спектров адронов в области низких энергий, которая важна для проверки теоретических моделей взаимодействия адронов с ядрами, так как содержит в себе центральную область взаимодействия и область фрагментации ядра.

С практической точки зрения интерес представляет измерение выходов антипротонов, образующихся в протон-ядерных соударениях при высокой энергии. Знание антипротонных спектров необходимо в связи с разработкой проектов $p\bar{p}$ -встречных накопительных колец [5], в особенности использующих метод электронного охлаждения [6] при накоплении антипротонов.

В настоящей работе измерены сечения образования под нулевым углом положительных и отрицательных пионов, протонов и антипротонов при взаимодействии протонов с энергией 70 ГэВ с ядрами Al и W. Измерения выполнены при импульсе вторичных частиц 0,4; 0,6; 0,8; 1,07 и 2 ГэВ/с. Для регистрации и идентификации вторичных частиц при этих значениях импульса оказалось возможным и удобным использовать метод ядерных фотоэмульсий. В этом случае можно использовать быстрый вывод протонного пучка из ускорителя и значительно сократить время проведения эксперимента.

Результаты этой работы дополняют серию работ по изучению поведения сечений образования вторичных адронов в протон-ядерных столкновениях на ускорителе ИФВЭ [7—11].

1. Экспериментальная установка и облучение фотоэмульсии

Измерения были выполнены на канале вторичных частиц низких энергий ИФВЭ [9, 12]. Канал представляет собой одноплечевой спектрометр, работающий от внешней мишени, расположенной на трассе быстрого и

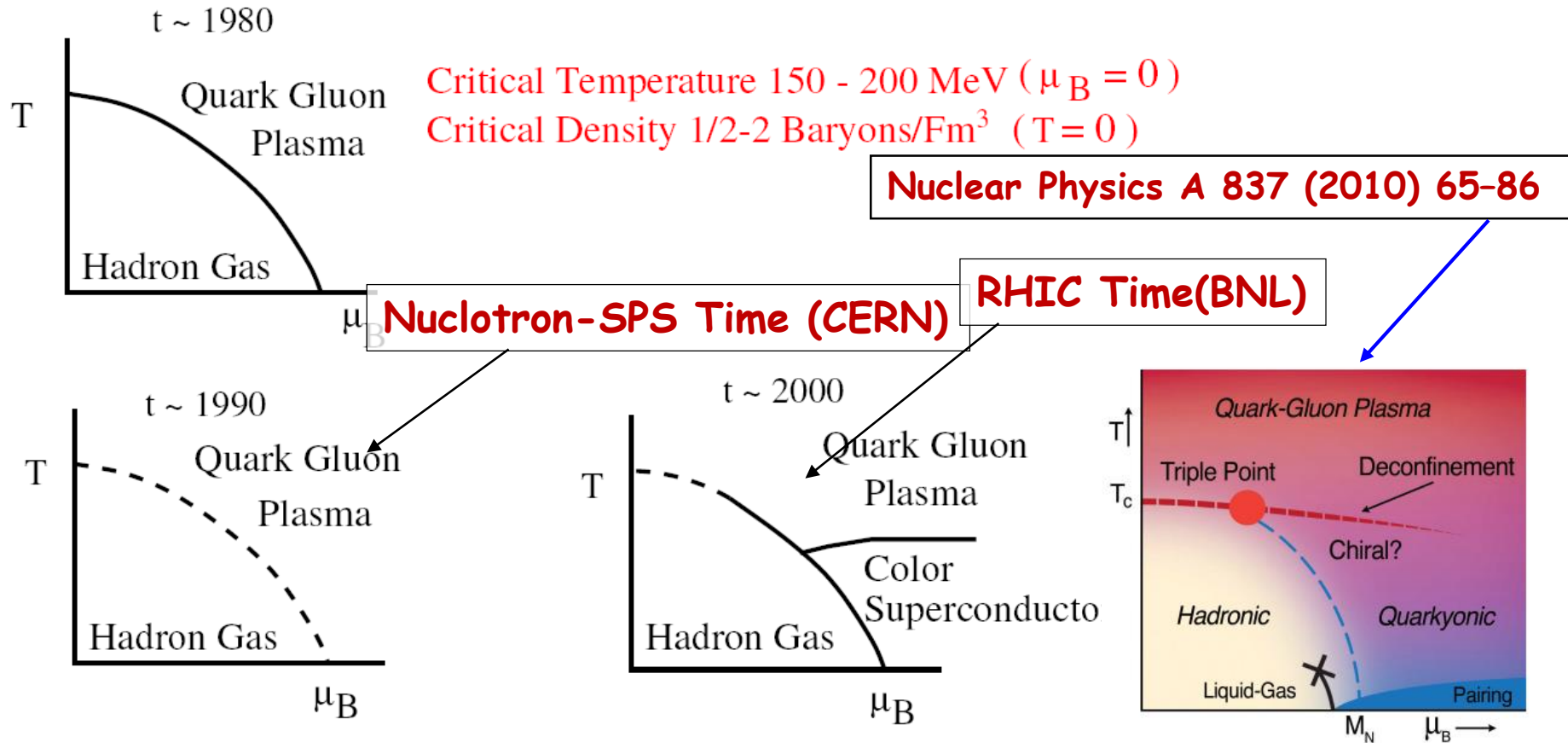
¹⁾ Институт физики высоких энергий, Серпухов.

²⁾ Институт атомной энергии, Москва.

Кумулятивные процессы в ЛВЭ ОИЯИ



The Evolving QCD Phase Transition



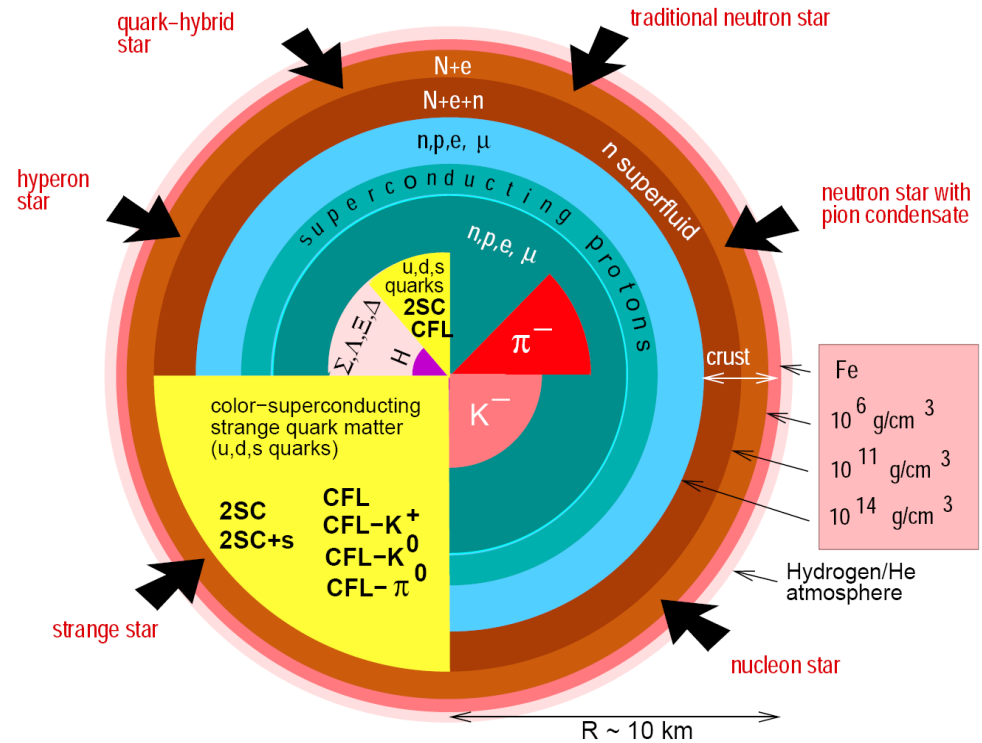
$$E \sim 10^{19} \text{ V/cm}$$


Fig. 1. Competing structures and novel phases of subatomic matter predicted by theory to make their appearances in the cores ($R \lesssim 8$ km) of neutron stars⁴.

significant range of chemical potentials and strange quark masses⁵¹. If the strange quark mass is heavy enough to be ignored, then up and down quarks may pair in the two-flavor superconducting (2SC) phase. Other possible condensation patterns

color-superconducting
strange quark matter
(u,d,s quarks)

K. Rajagopal and F. Wilczek, *The Condensed Matter Physics of QCD*, At the Frontier of Particle Physics / Handbook of QCD, ed. M. Shifman, (World Scientific) (2001).
M. Alford, Ann. Rev. Nucl. Part. Sci. **51** (2001) 131.

СБОРНИК

КРАТКИЕ
СООБЩЕНИЯ
ПО
ФИЗИКЕ

№ 1 январь 1971

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Ордена Ленина

Физический институт им П.Н. Лебедева

МАСШТАБНАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ АДРОННЫХ
СТОЛКНОВЕНИЙ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ
ПУЧКОВ ЧАСТИЦ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ПРИ
РЕЛЯТИВИСТСКОМ УСКОРЕНИИ МНОГОЗАРЯДНЫХ
ИОНОВ

А. М. Балдин

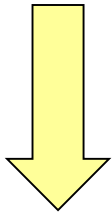
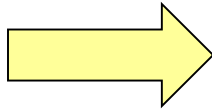
Пучки частиц высоких энергий до последнего времени получались исключительно на протонных и электронных ускорителях, т.е. при ускорении частиц, обладающих единичным зарядом. Ускорение частиц, обладающих зарядом большим единицы, как известно, в принципе дает возможность получить энергию ускоряемых частиц (при одинаковых параметрах ускорителя) большую, чем энергия протонов, в число раз, равное кратности заряда. Так, например, на Дубненском синхрофазотроне, рассчитанном на получение протонов с энергией 10 Гэв, можно получить ядра гелия с энергией 20 Гэв, а ядра неона (заряд 10 е) с энергией 100 Гэв. Возникает естественный вопрос, не получатся ли в результате столкновения с мишенью ядер, например, неона, обладающих энергией 100 Гэв, пучки вторичных частиц, полученные пока только на Серпуховском ускорителе? Утвердительный ответ на этот вопрос означал бы, что с помощью ускорения тяжелых ядер, обладающих более высоким зарядом, можно было бы сравнительно дешевым способом в короткие сроки получить пучки частиц рекордно высоких энергий.

Цель настоящей заметки – рассмотреть этот вопрос и сделать определенные предсказания.

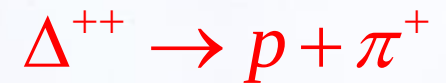
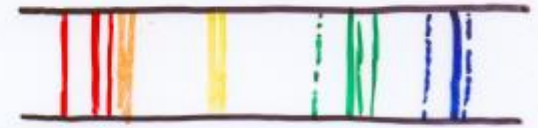
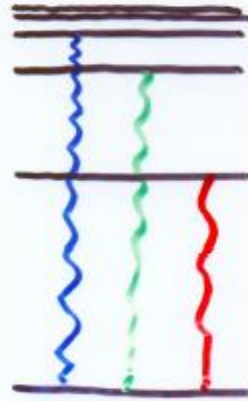
Обычно на вопрос о возможности передачи большой энергии составным ядром отдельному (например, сво-

Structure of Matter

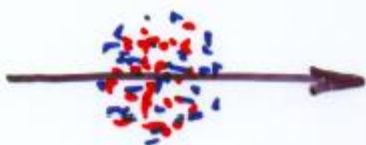
Two ways that
structure is
revealed:



1. SPECTRA



2. SCATTERING FROM "HARD" CENTRES



True from atoms
to particles.....

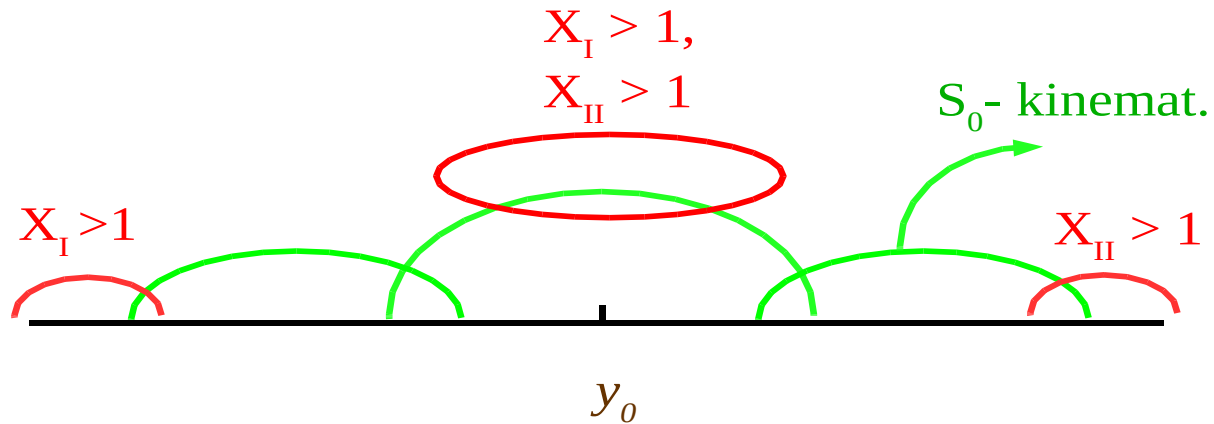
Выражаю глубокую благодарность С. Б. Герасимову, А. Б. Говоркову и Г. Н. Флерову за обсуждение изложенных соображений. Как мне стало известно, Г. Н. Флеров еще несколько лет назад высказывал мысль о возможных кумулятивных эффектах при соударении релятивистских ядер.

Поступила в редакцию
11 ноября 1970 г.

Л и т е р а т у р а

1. Л. И. Седов. Методы подобия и размерности в механике. ГИТТЛ, Москва, 1957 г.
2. К. П. Станюкевич. Неустоявшиеся движения сплошной среды. ГИТТЛ, Москва, 1958 г.
3. J. D. Bjorken. Phys. Rev., 179, 1547 (1969).
4. В. А. Матвеев, Р. М. Мурадян, А. Н. Тахвелидзе. Сообщения ОИЯИ P2-4578, 1969 г.
5. В. А. Матвеев, Р. М. Мурадян, А. Н. Тахвелидзе. Сообщения ОИЯИ E2-4988, 1970 г.
6. Ю. Б. Бушнин, Ю. П. Горин, С. П. Деивсов и др. Ядерная Физика, 10, 585 (1969).

Cumulative kinematical region



Cumulative processes:

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1) $X_I \leq 1$ and $X_{II} > 1$ | Fragmentation
regions |
| 2) $X_{II} \leq 1$ and $X_I > 1$ | |
| 3) $X_I > 1$ and $X_{II} > 1$ | Central region |



P1 - 5819

НАБЛЮДЕНИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

А. М. Балдин, Н. Гиордзеску, В. Н. Зубарев,
А. Д. Кириллов, В. А. Кузнецов, Н. С. Мороз,
В. Б. Радоманов, В. Н. Рамжин, В. А. Свиридов,
В. С. Ставинский, М. И. Якута

НАБЛЮДЕНИЕ ПИОНОВ
ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ
ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ РЕЛЯТИВИСТИЧЕСКИХ
ДЕЙТОНОВ С ЯДРАМИ

1971

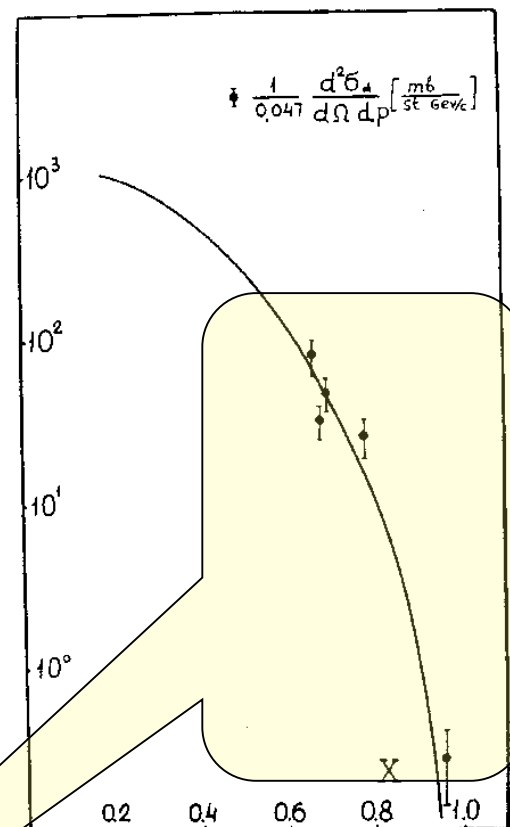


Рис. 3. Сравнение экспериментальных данных по сечению рождения пионов дейтронами с теоретической функцией, описывающей сечение рождения пионов протонами.



The first experimental data

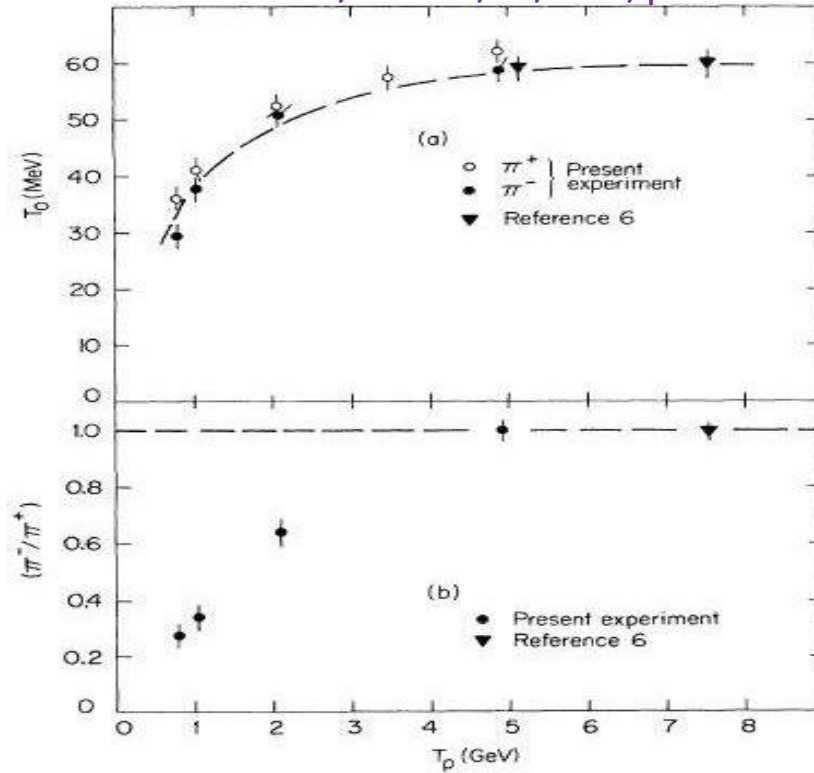


FIG. 1. Energy dependence of (a) T_0 parameter for pions, and (b) the π^-/π^+ ratio at 180° obtained by integrating each spectra up to 100 MeV for p -Cu collisions from 0.8 to 4.89 GeV. The dashed curve in both cases refers to the predictions of the "effective-target" model (Refs. 3 and 4).

ПУТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯДЕРНОГО ВЕЩЕСТВА В УСЛОВИЯХ, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ ЕГО ПЕРЕХОДА В КВАРК-ГЛЮОННУЮ ПЛАЗМУ

© 2002 г. Г. А. Лексин

Институт теоретической и экспериментальной физики, Москва, Россия

Поступила в редакцию 07.02.2002 г.

Кратко представлены свойства глубоконеупругих ядерных реакций, происходящих на плотных флуктуациях ядерной материи (флуктонах). Обсуждаются свойства флуктонов, которыми могут быть многокварковые “мешки” или “капельки” кварк-глюонной плазмы: характерные параметры ядерного вещества во флуктоне — “температура” и плотность порядка критических для фазового перехода. Их значения могут быть достигнуты или превзойдены, если выделить события флуктон-флуктонных столкновений. Обсуждается способ выделения.

2044

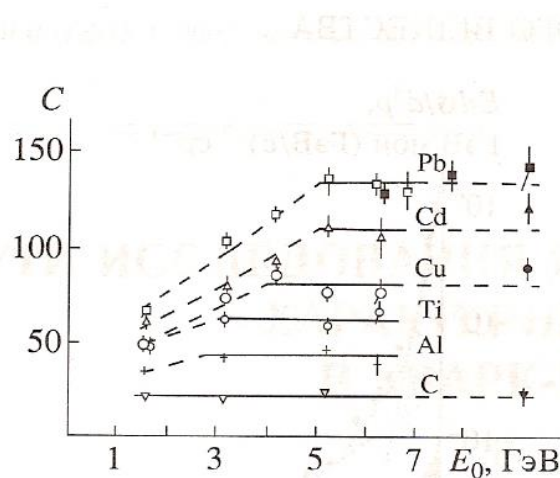


Рис. 3. Зависимость коэффициента $C(T_0 = 125 \text{ МэВ})$ в параметризации инвариантной функции $f = C \times \exp(-T/T_0)$ в реакции $pA(C, Al, Ti, Cu, Cd, Pb) \rightarrow pX$ для угла вылета протонов 120° в л.с. от энергии налетающих протонов. Черные точки справа относятся к начальной энергии 400 ГэВ.

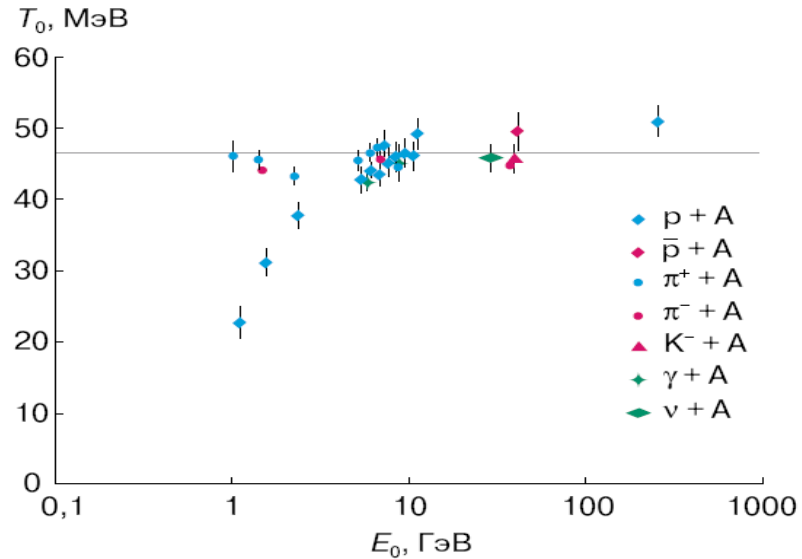


Рис. 3. Зависимость наклонов инвариантных функций кумулятивных протонов, вылетающих под углом 120° , от энергии различных налетающих частиц.

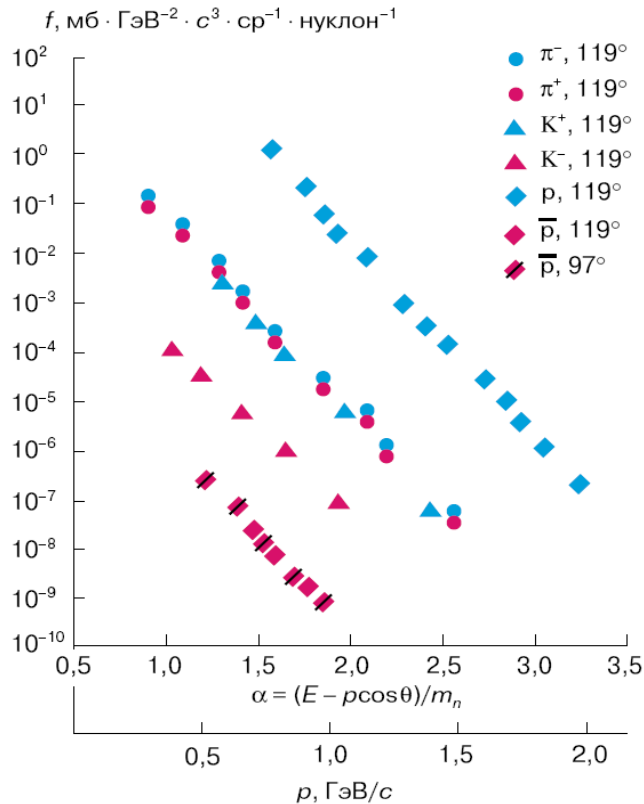


Рис. 2. Зависимость инвариантных функций различных кумулятивных частиц от их величин α . Нижняя шкала абсцисс — импульс кумулятивных протонов при соответствующем α .

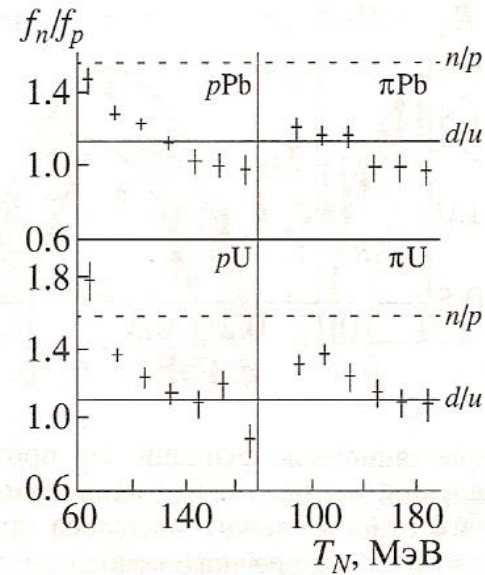


Рис. 12. Отношение выходов нейтронов к протонам из изонесимметричных ядер Pb и U в зависимости от кинетической энергии вылетающих нуклонов; угол вылета 120° , начальная энергия протонов 7.5 ГэВ и пионов 5 ГэВ. Данные, полученные под действием $\pi^\pm$ -мезонов, усреднены. Штриховые линии — отношение нейтронов к протонам в ядрах мишени, сплошные — отношение d/u-кварков в ядрах Pb и U.

A - зависимость (1974-...)

$$\varepsilon \frac{d\sigma}{dp}(p + A \rightarrow \pi) \sim \begin{cases} A - \text{для } _ \text{тяжелых } _ \text{ядер} \\ A^{n>1} - \text{для } _ \text{лёгких } _ \text{ядер} \end{cases}$$

$$\varepsilon \frac{d\sigma}{dp}(p + A \rightarrow A') \sim \begin{cases} A^{5/3} - \text{для } _ d \\ A^2 - \text{для } _ t \end{cases}$$

В это же время группа Крони́на обнаружила похожую сильную *A*-зависимость в процессах рождения частиц с большими p_T !!!

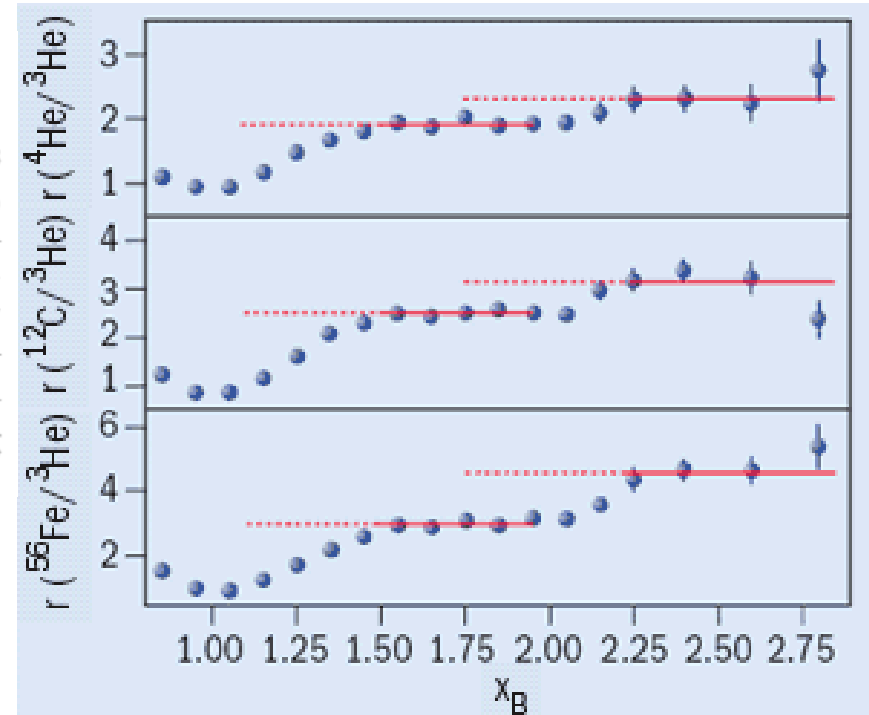
Глубоко неупругое рассеяние лептонов в кумулятивной области

Measurement of 2- and 3-Nucleon Short Range Correlation Probabilities in Nuclei

K.S. Egiyan,¹ N.B. Dashyan,¹ M.M. Sargsian,¹⁰ M.I. Strikman,²⁸ L.B. Weinstein,²⁷ G. Adams,³⁰ P. Ambrozewicz,¹⁰
M. Anghinolfi,¹⁶ B. Asavapibhop,²² G. Asryan,¹ H. Avakian,³⁴ H. Baghdasaryan,²⁷ N. Baillie,³⁸ J.P. Ball,²

$$r(A, {}^3\text{He}) = \frac{A(2\sigma_{ep} + \sigma_{en})}{3(Z\sigma_{ep} + N\sigma_{en})} \frac{3\mathcal{Y}(A)}{A\mathcal{Y}({}^3\text{He})} C_{\text{rad}}^A, \quad (2)$$

where Z and N are the number of protons and neutrons in nucleus A , σ_{eN} is the electron-nucleon cross section, $\mathcal{Y}$ is the normalized yield in a given (Q^2, x_B) bin [30] and C_{rad}^A is the ratio of the radiative correction factors for A and ${}^3\text{He}$ ($C_{\text{rad}}^A = 0.95$ and 0.92 for ${}^{12}\text{C}$ and ${}^{56}\text{Fe}$ respectively). In our Q^2 range, the elementary cross section correction factor $\frac{A(2\sigma_{ep} + \sigma_{en})}{3(Z\sigma_{ep} + N\sigma_{en})}$ is 1.14 ± 0.02 for C and ${}^4\text{He}$ and 1.18 ± 0.02 for ${}^{56}\text{Fe}$. Fig. 1 shows the resulting ratios integrated over $1.4 < Q^2 < 2.6 \text{ GeV}^2$.



Having these data, we know almost full ($\approx 99\%$) nucleonic picture of nuclei with $A \leq 56$

Fractions Nucleus	Single particle (%)	2N SRC (%)	3N SRC (%)
^{56}Fe	$76 \pm 0.2 \pm 4.7$	$23.0 \pm 0.2 \pm 4.7$	$0.79 \pm 0.03 \pm 0.25$
^{12}C	$80 \pm 0.2 \pm 4.1$	$19.3 \pm 0.2 \pm 4.1$	$0.55 \pm 0.03 \pm 0.18$
^4He	$86 \pm 0.2 \pm 3.3$	$15.4 \pm 0.2 \pm 3.3$	$0.42 \pm 0.02 \pm 0.14$
^3He	92 ± 1.6	8.0 ± 1.6	0.18 ± 0.06
^2H	96 ± 0.8	4.0 ± 0.8	-----

Using the published data on (p,2p+n) [PRL,90 (2003) 042301] estimate the isotopic composition of 2N SRC in ^{12}C

$$\begin{aligned}
 a_{2N}(^{12}\text{C}) &\approx 20 \pm 0.2 \pm 4.1 \% \quad \longrightarrow \quad \begin{aligned} a_{pp}(^{12}\text{C}) &\approx 4 \pm 2 \% \\ a_{pn}(^{12}\text{C}) &\approx 12 \pm 4 \% \\ a_{nn}(^{12}\text{C}) &\approx 4 \pm 2 \% \end{aligned}
 \end{aligned}$$

^{12}C - structure

RNP - program at JINR

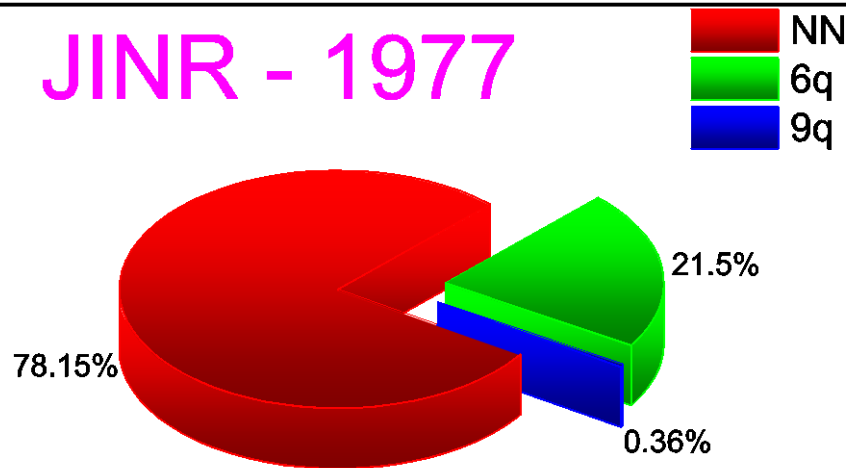
V.V.B., V.K.Lukyanov, A.I.Titov, PLB, 67, 46(1977)

eA - program at JLab

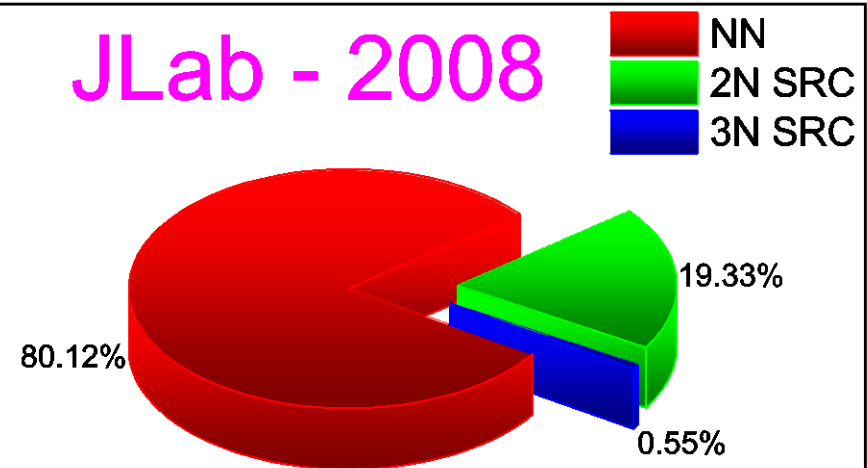
R.Subedi et al., Science 320 (2008) 1476-1478

e-Print: arXiv:0908.1514 [nucl-ex]

JINR - 1977



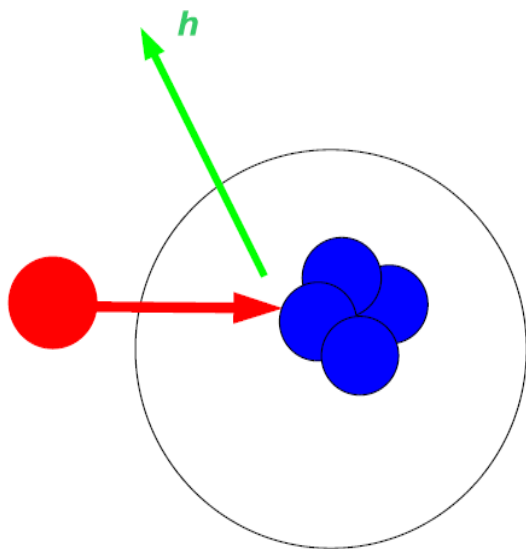
JLab - 2008



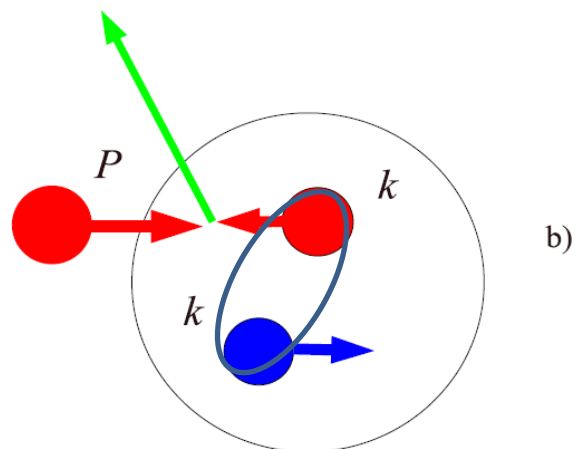
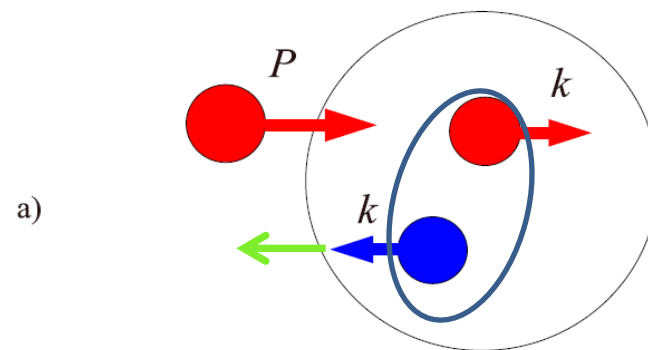
Нам необходимо ответить на два вопроса:

- есть ли мультикварковые состояния в обычной ядерной материи или реализуется сценарий SRC ?
- какие свойства мультикварковых состояний или нуклонов в сильно неравновесном случае (SRC-сценарий) ?

«ФЛУКТОННЫЙ» МЕХАНИЗМ



Механизм SRC



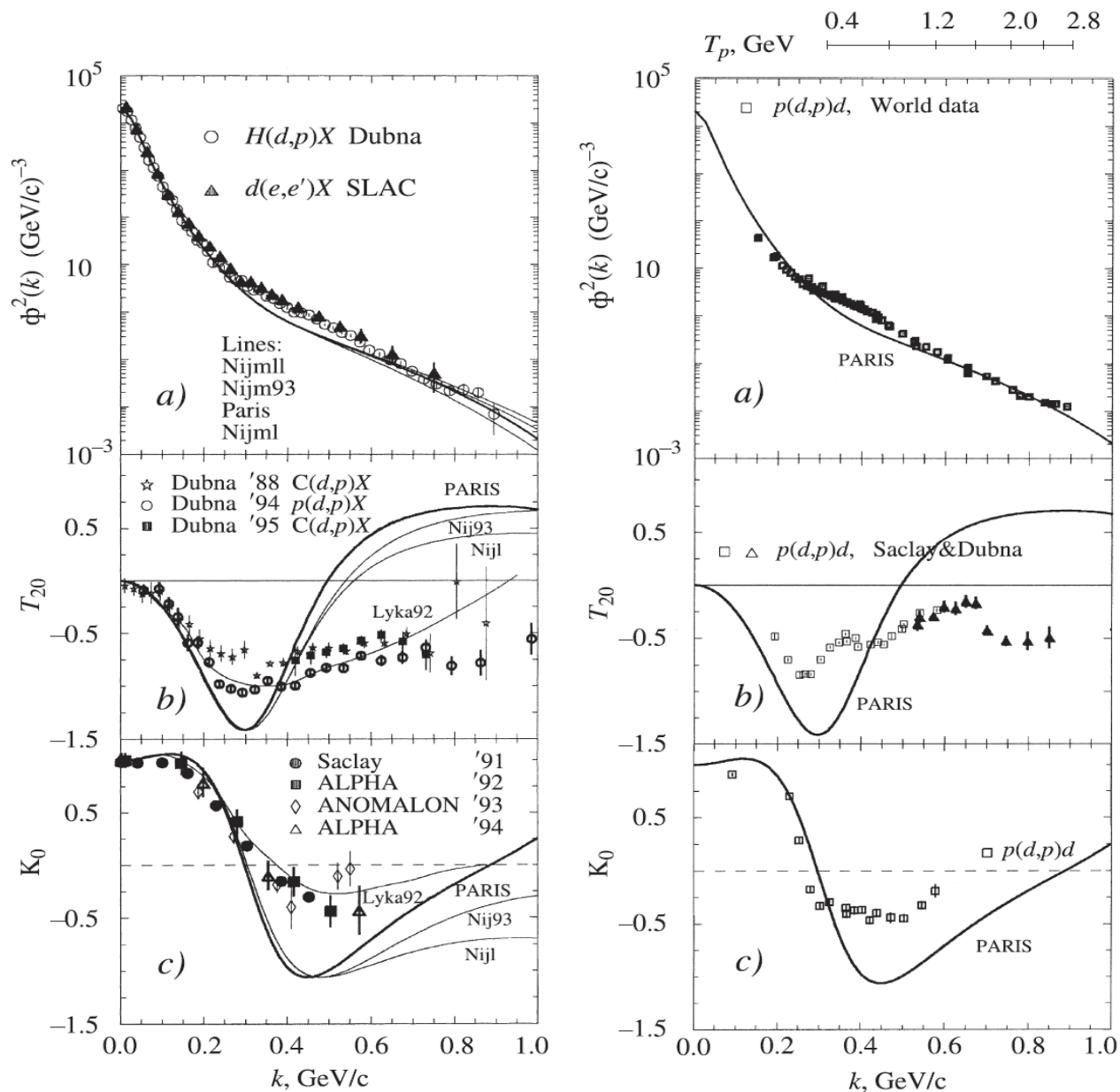


Рис. 5. Сводка данных экспериментов по фрагментации (слева) и упругому рассеянию «назад» (справа) поляризованных и неполяризованных дейтронов

**Кумулятивные процессы и холодная
сверхплотная барионная материя**

PROSPECTS FOR CONSTITUENT(COLOR) QUARK CONDENSATE OF NUCLEAR MATTER STUDY AT NUCLOTRON AND ...

S.S. Shimanskiy[†]

JINR, Dubna

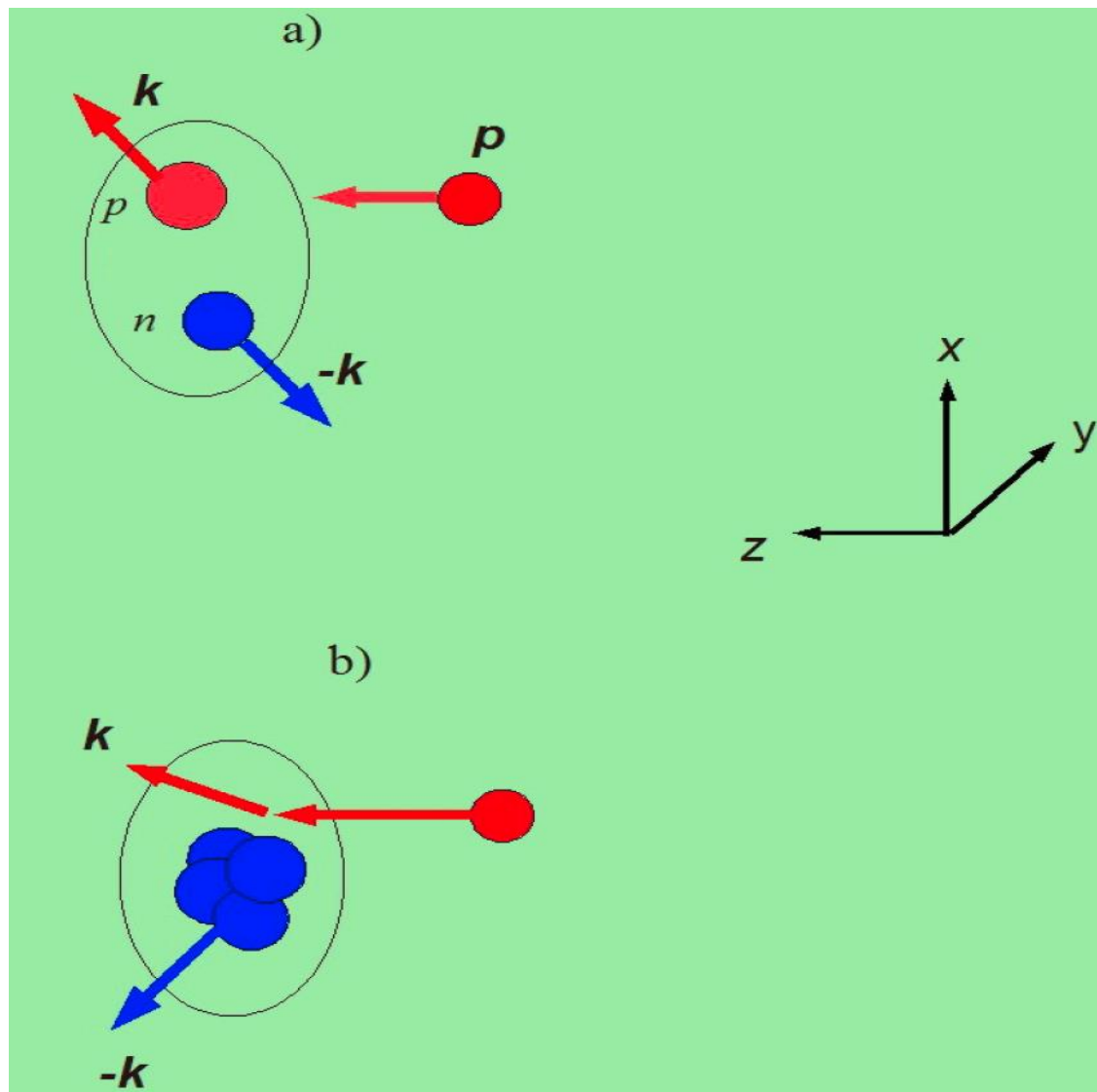
[†] *E-mail: Stepan.Shimanskiy@jinr.ru*

Abstract

In this report will discuss a physical programm to study Constituent(Color) Quark Condensate(CQC) -the state of cold high density nuclear matter. Characteristics of CQC determines properties of matter inside massive stars and nevertheless can be probed in the laboratory experiments. Nowadays studies (cumulative processes and processes in region with $x_T \simeq 1$) have allowed to determine some characteristic properties of CQC. The offered program can advance considerably our understanding of properties of the superdense cold nuclear matter. We are stressing importance to carry out investigations with polarized beams of the lightest nuclei.

«Локальные» механизмы кумулятивных процессов

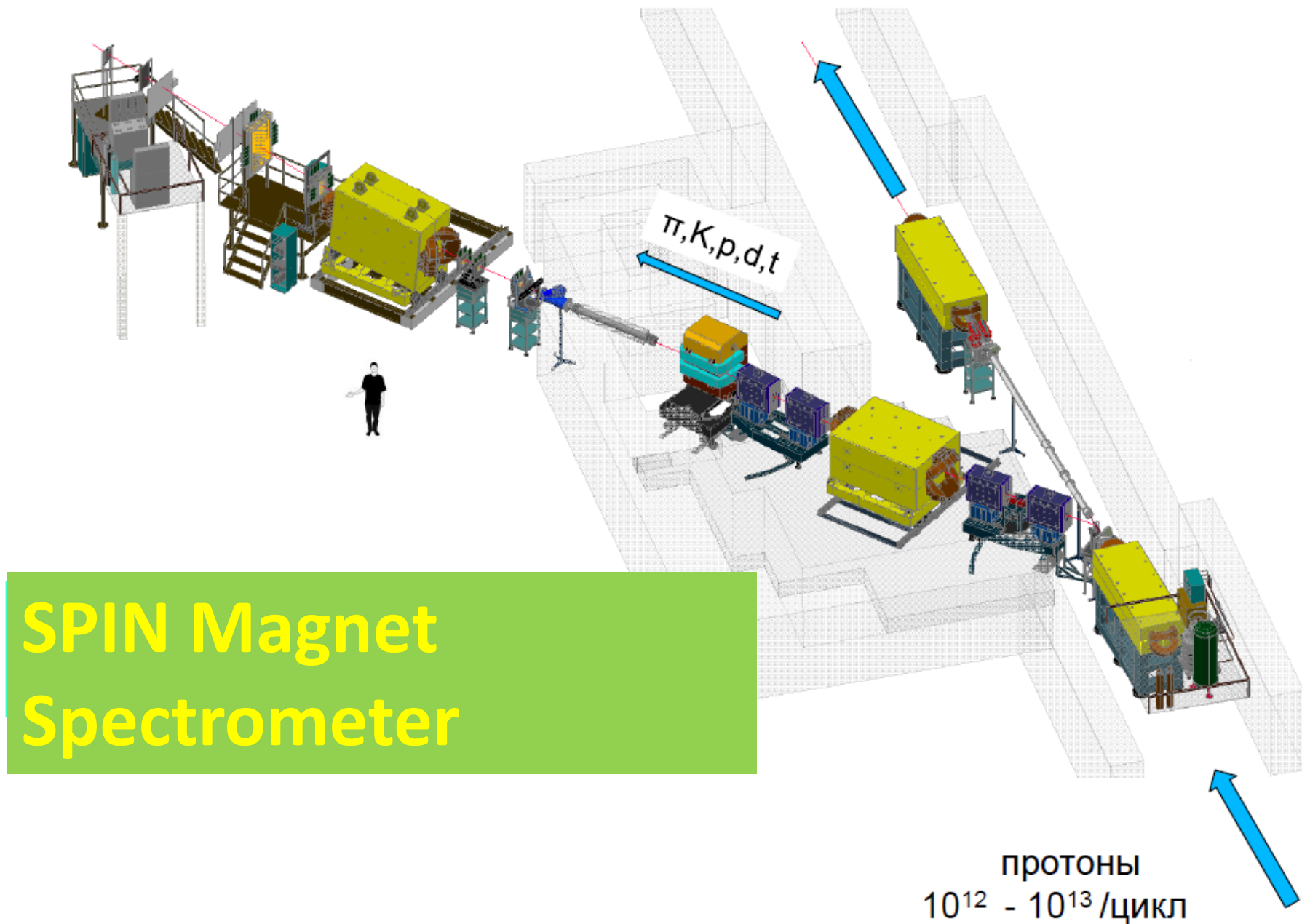
SRC configuration



Multiquark
configuration

«Нелокальные» механизмы – многократное рассеяние, слияние и т.п.

SPIN Magnet Spectrometer



Какие недостатки исследований в области фрагментации ядер?

Возможно, что есть сильное влияние взаимодействий в начальном (ISI) и конечном состояниях (FSI). Однако, если уйти в область больших $x_T \rightarrow 1$ должно доминировать рассеяние на многокварковых(многоуклонных) конфигурациях согласно работе: Ефремов, Ким, Лыкасов [ЯФ 44 (1986) 241]

, т.е будет подавлено взаимодействие в начальном состоянии (ISI).

is dominating. The model of multiple rescattering in which the multiple soft collisions suggested in this paper are taken into account before the hard collision allows one to describe the multiple rescattering processes inside the nucleus correctly.

Остается вопрос о FSI. Будет ли подавлено оно в области больших p_T ?

Distortions of the Spectra of Cumulative Mesons by Multiscattering in Nuclei

V. F. Peresedov and L. S. Zolin

Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, SU-101000 Moscow, Russia

Abstract

The quantitative estimates of multiscattering distortions of momentum spectra for cumulative pions and kaons in $p + A \rightarrow \pi(K^\pm) + X$ reaction at angles close to 180° are reported. The calculations for C, Al, Mo, W nuclei were made by using Monte Carlo simulation on the basis of the intranuclear cascade model. The fluctuon model of cumulative particles generation was used to give initial momentum and angular distributions of mesons. Multiscattering on the intranuclear nucleons causes the difference between the initial and observed (distorted by FSI-final state interactions in nuclei) meson spectra, which increases with increasing of atomic number. Due to the rescattering and absorption of pions and kaons by intranuclear nucleons their absolute yields decrease by about 2–5 times in the momentum range $p = 0.3\text{--}1\text{ GeV}/c$ for medium and heavy nuclei. The relative distortions of the slope parameters of the momentum spectra are 3–10%. The correction of cross sections with account of FSI leads to the amplification of A -dependences for π , $K^\pm$ and to their bringing together. Taking into account FSI is also important when the ratios of particles yield of different types are considered. The K^+/K^- -ratio corrections can reach a factor of about 3. Obtained values of distortions effects for cumulative reactions demonstrate evidently the necessity to account of FSI for data obtained in experiments with nuclei at momenta of reaction products $< 1\text{--}2\text{ GeV}/c$.

От Yuli Shabelskii <shabel@fpaxp1.usc.es>
Кому <Stepan.Shimanskiy@jinr.ru>
Дата 25.10.2011 14:49

Dear Stepan,
the important point is that your secondaries can be produced in interaction with several target nucleons but from my point of view they can not be absorbed, see

1. A.O.Waisenberg et al. Pisma v ZhETF 29 (1979) 719

2. L.M.Burkov et al Yad.Fiz. 37 (1983) 1232

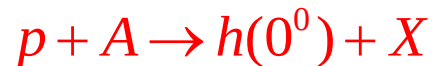
3. A.A.Sibirtsev et al. Yad.Fiz. 53 (1991) 191

so they can not be rescattered.

You can find some additional comments in my book
C.Rajares, Yu.M.Shabelski. Relativistic Nuclear
Interactions, published by URSS, Moscow, 2007 (?)

Best regards, Yuli

Local processes in NN kinematic



ИЗМЕРЕНИЕ СЕЧЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ АДРОНОВ С ИМПУЛЬСОМ ДО 2 ГэВ/с В ПРОТОН-ЯДЕРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ ПРИ 70 ГэВ

БАРКОВ Л. М., ЗОЛОТОРЕВ М. С., КОТОВ В. И.¹⁾, ЛЕБЕДЕВ П. К.,
МАКАРЬИНА Л. А.²⁾, МИШАКОВА А. П.²⁾, ОХАПКИН В. С., РЗАЕВ Р. А.¹⁾,
САХАРОВ В. П.¹⁾, СМАХТИН В. П., ШИМАНСКИЙ С. С.

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

(Поступила в редакцию 2 августа 1982 г.)

Sov.J.Nucl.Phys.37:732,1983

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА
JOURNAL OF NUCLEAR PHYSICS

т. 37, вып. 5, 1983

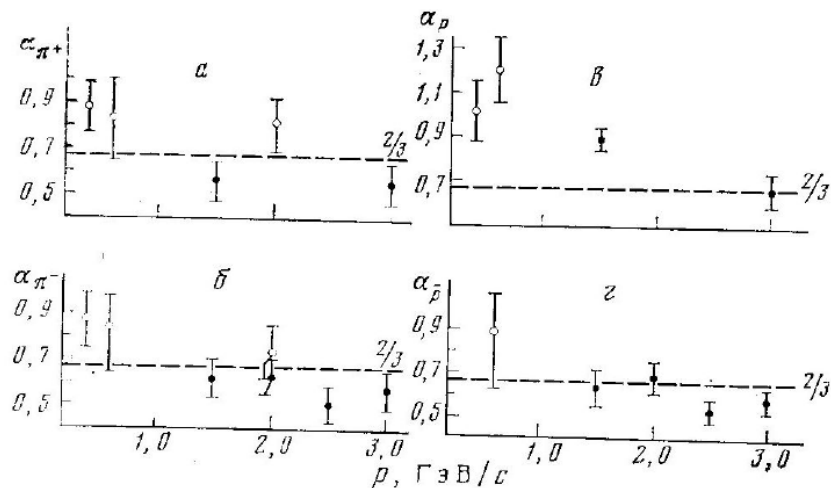


Рис. 4. Зависимость показателя α от импульса для положительных пионов (а), отрицательных пионов (б), протонов (в) и антипротонов (г) (● — [11], ○ — данная работа)

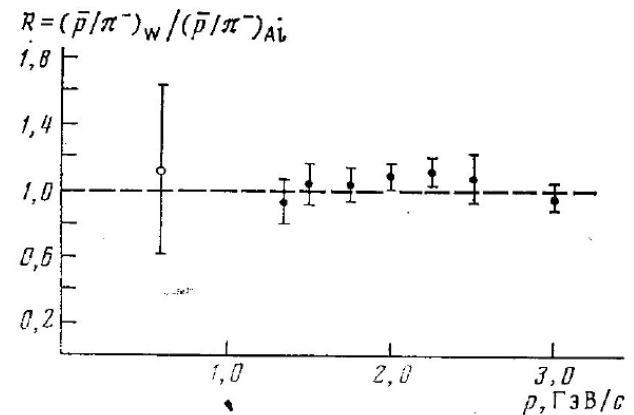
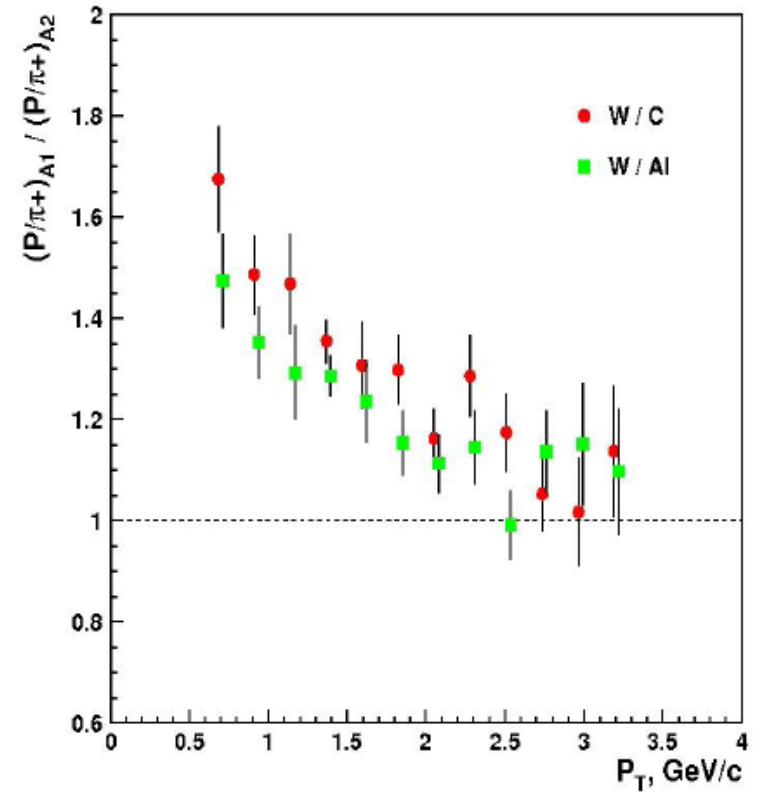
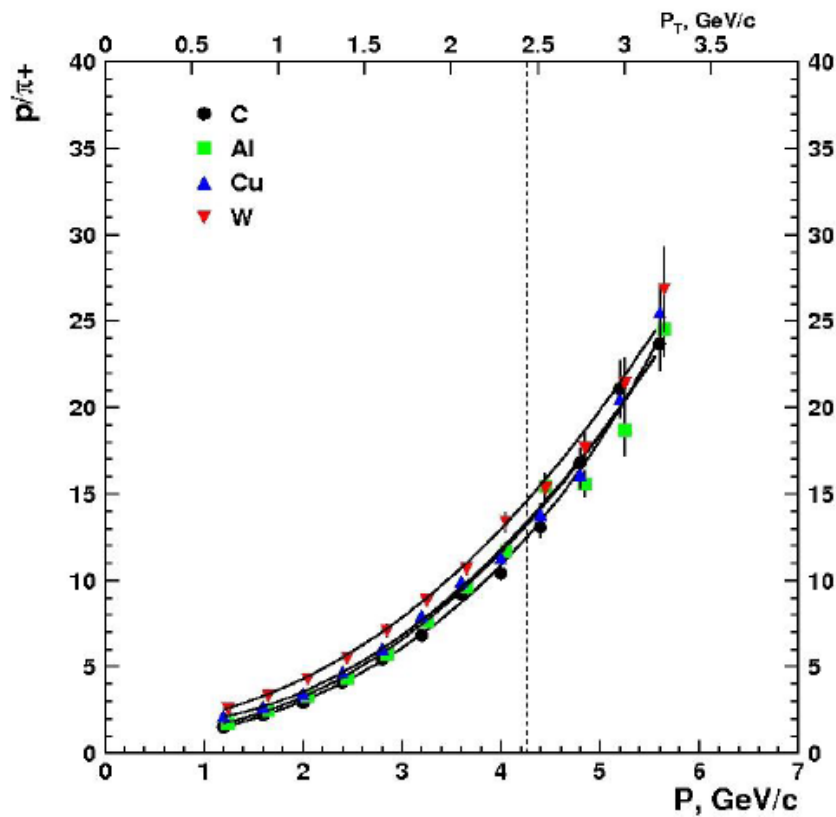
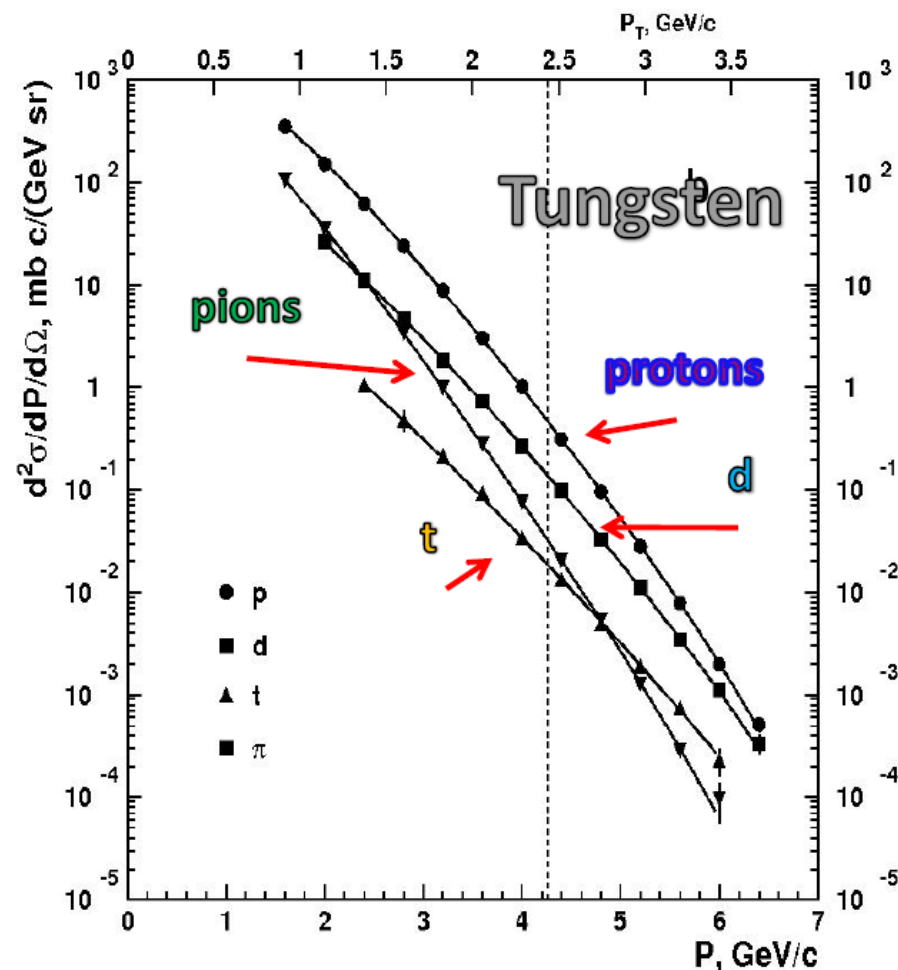
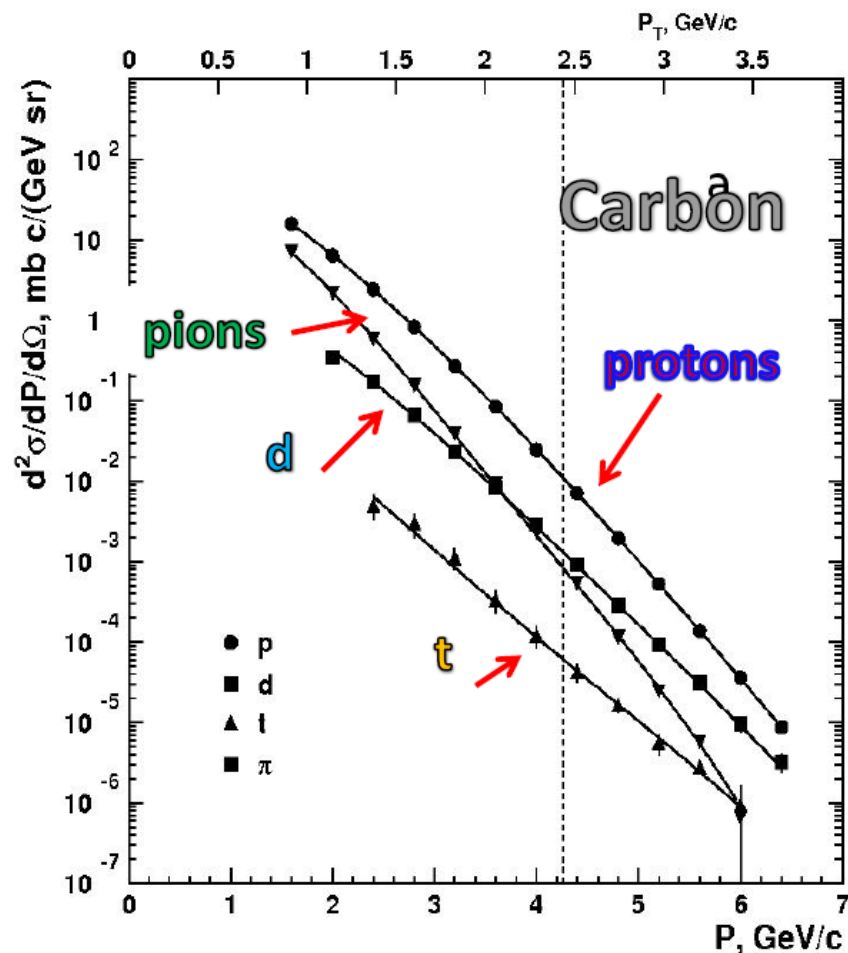


Рис. 6. Сравнение отношений выходов антипротонов и отрицательных пионов для W и Al мишеней в зависимости от импульса частиц (● — [11], ○ — данная работа)

Ratio p/π^+ (2013)





Invariant function found for positive pion, proton, deuteron and triton.

The vertical dashed lines indicate the kinematical limit for elastic nucleon–nucleon scattering. The upper horizontal scale shows values of the transverse momentum p_T .

Particle Production at Large Angles by 30- and 33-Bev Protons Incident on Aluminum and Beryllium*

V. L. FITCH, S. L. MEYER,[†] AND P. A. PIROUÉ

Palmer Physical Laboratory, Princeton University, Princeton, New Jersey

(Received February 12, 1962)

A mass analysis has been made of the relatively low momentum particles emitted from Al and Be targets when struck by 30- and 33-Bev protons. Measurements were made at 90° , 45° , and $13\frac{1}{4}^\circ$ relative to the direction of the Brookhaven AGS proton beam. Magnetic deflection and time-of-flight technique were used to determine the mass of the particles.

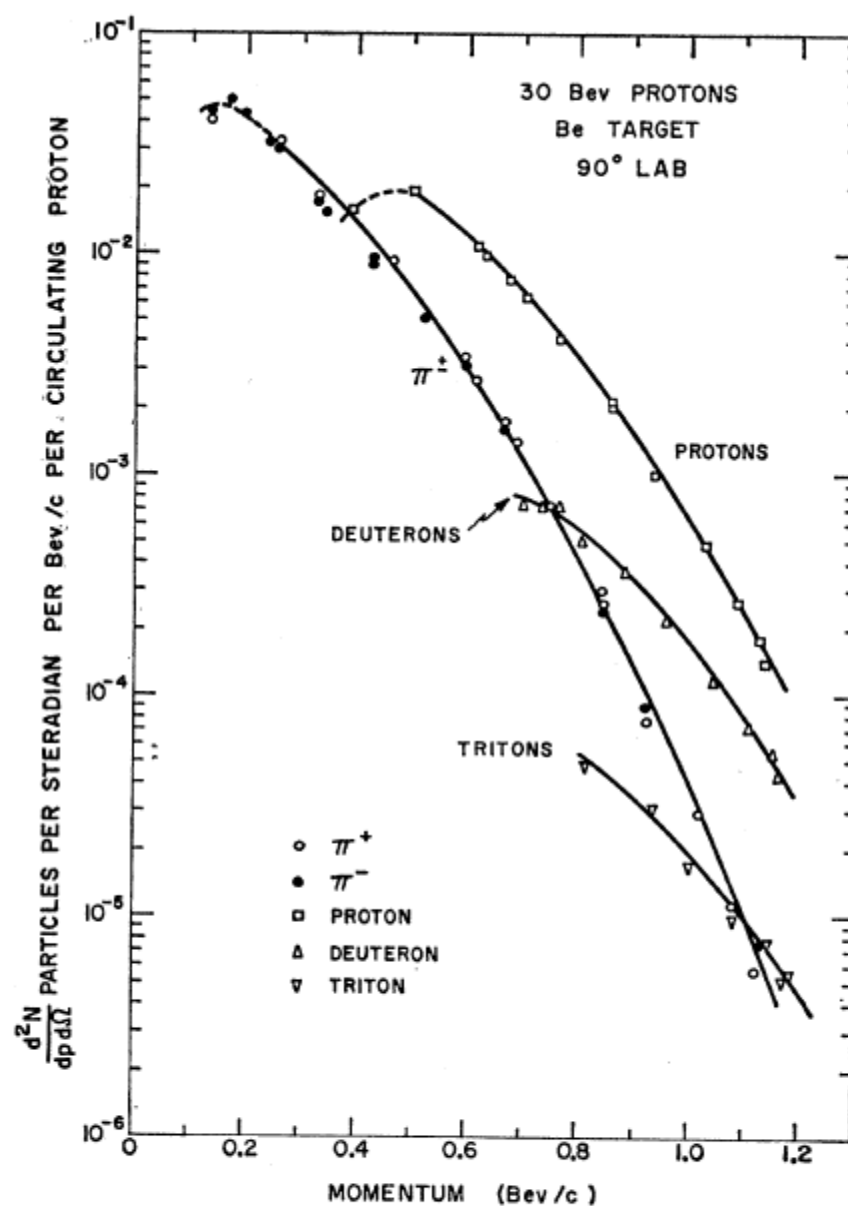
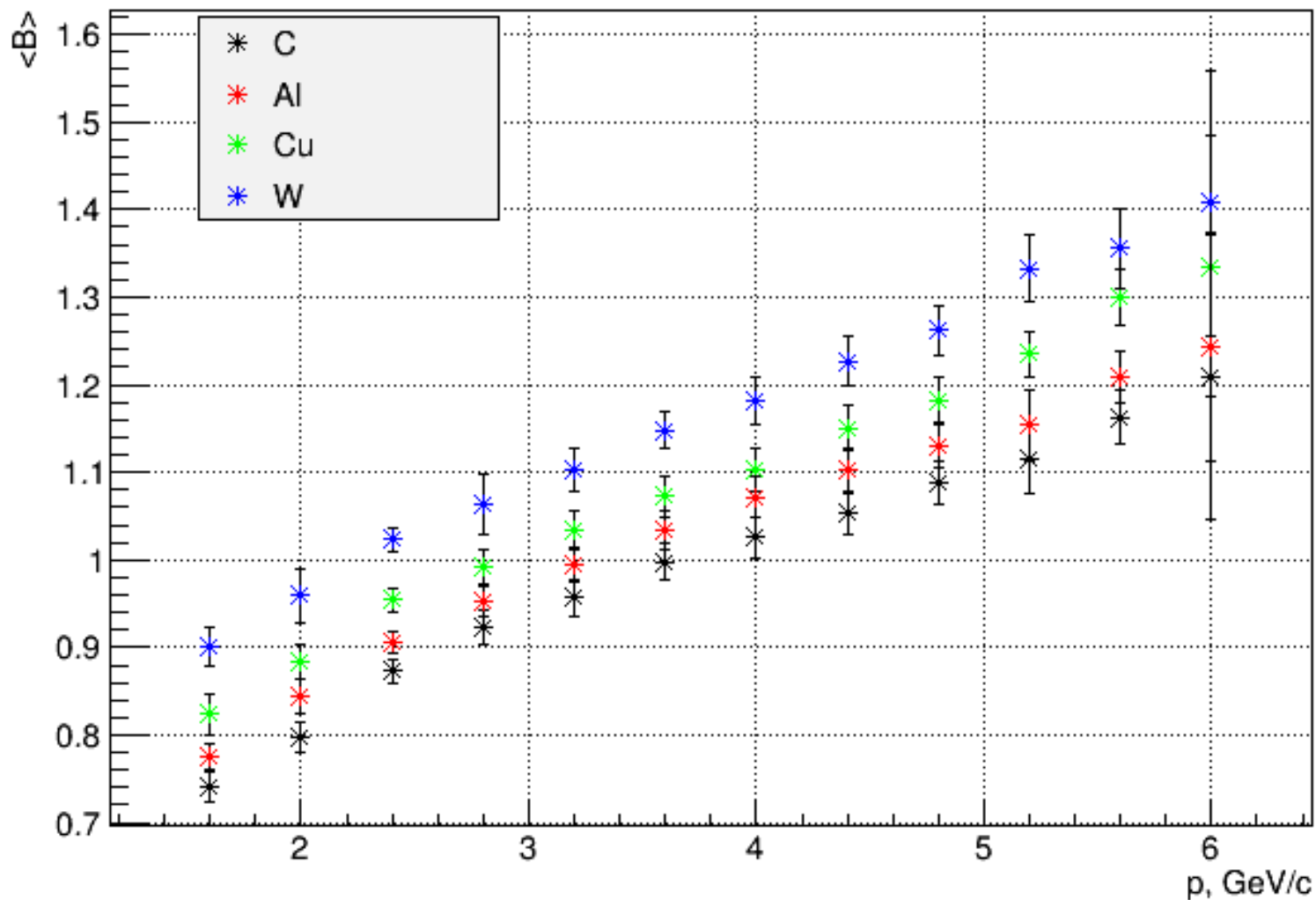


FIG. 2. Momentum spectrum of particles emitted at 90° from a beryllium target struck by 30-Bev protons. The ordinate is the number of particles produced at the target per steradian per Bev/c per circulating proton. The dashed portions of the curves indicate regions where the corrections due to multiple scattering exceed 15%. At the time these data were taken no effort was made to detect He^3 .

Average baryon number $\langle B \rangle$



FIELDS, PARTICLES, AND NUCLEI

Knockout of Deuterons and Tritons with Large Transverse Momenta in pA Collisions Involving 50-GeV Protons

N. N. Antonov^a, A. A. Baldin^b, V. A. Viktorov^a, V. A. Gapienko^{a, *}, G. S. Gapienko^a,
V. N. Gres'^a, M. A. Ilyushin^a, V. A. Korotkov^a, A. I. Mysnik^a, A. F. Prudkoglyad^a,
A. A. Semak^a, V. I. Terekhov^a, V. Ya. Uglekov^a, M. N. Ukhanov^a,
B. V. Chuiko^{a†}, and S. S. Shimanskii^b

$$\frac{E_d}{\sigma_{\text{inel}}} \frac{d^3 \sigma_A}{dp_A^3} = B_A \times \left(\frac{E_p}{\sigma_{\text{inel}}} \frac{d^3 \sigma_p}{dp_p^3} \right)^A$$

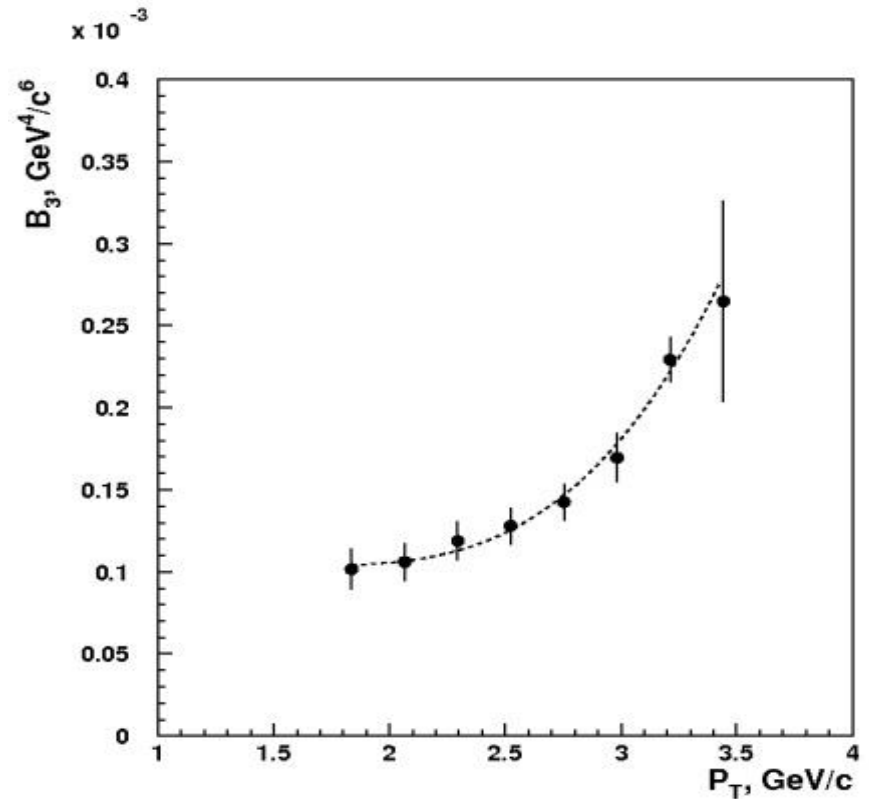
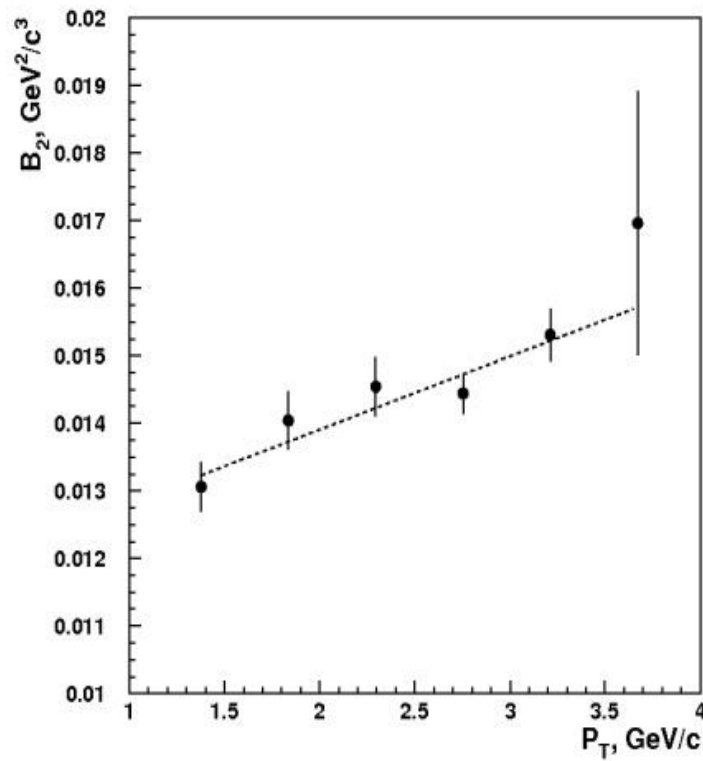
Mean values of the B_2 parameter

Target	C	Al	Cu	W
$B_2 \times 10^2, \text{GeV}^2/c^3$	1.41 ± 0.10	1.56 ± 0.08	1.51 ± 0.07	1.41 ± 0.06

SPIN data

$$B_2 \sim V^{-1}$$

$$B_3 \sim V^{-2}$$



CsDBM

1. **Cold** - exists inside ordinary nuclear matter as a quantum component of the wave function (with some probability and life time).
2. **superDense** - several nucleons can be in a volume less than the nucleon volume. The mass will be several nucleon masses. The small size means that the multinucleon(multiquark) configuration seeing as point like objects in processes with high transfer energy.
3. **Baryonic Matter** - enhancement of baryonic states and suppression of sea and gluon degrees of freedom (mesons and antiparticles production).

“Кто виноват и что делать ?”

- Корреляционные измерения (телесный угол $\sim 4\pi$).
- Чистые мишени.
- Область больших передач (малые сечения).
- Поляризационные характеристики.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ – НОВЫЕ ДЕТЕКТОРЫ

“New directions in science are launched by new tools much more often than by new concepts.

The effect of a concept-driven revolution is to explain old things in new ways.

The effect of a tool-driven revolution is to discover new things that have to be explained”

From Freeman Dyson ‘Imagined Worlds’



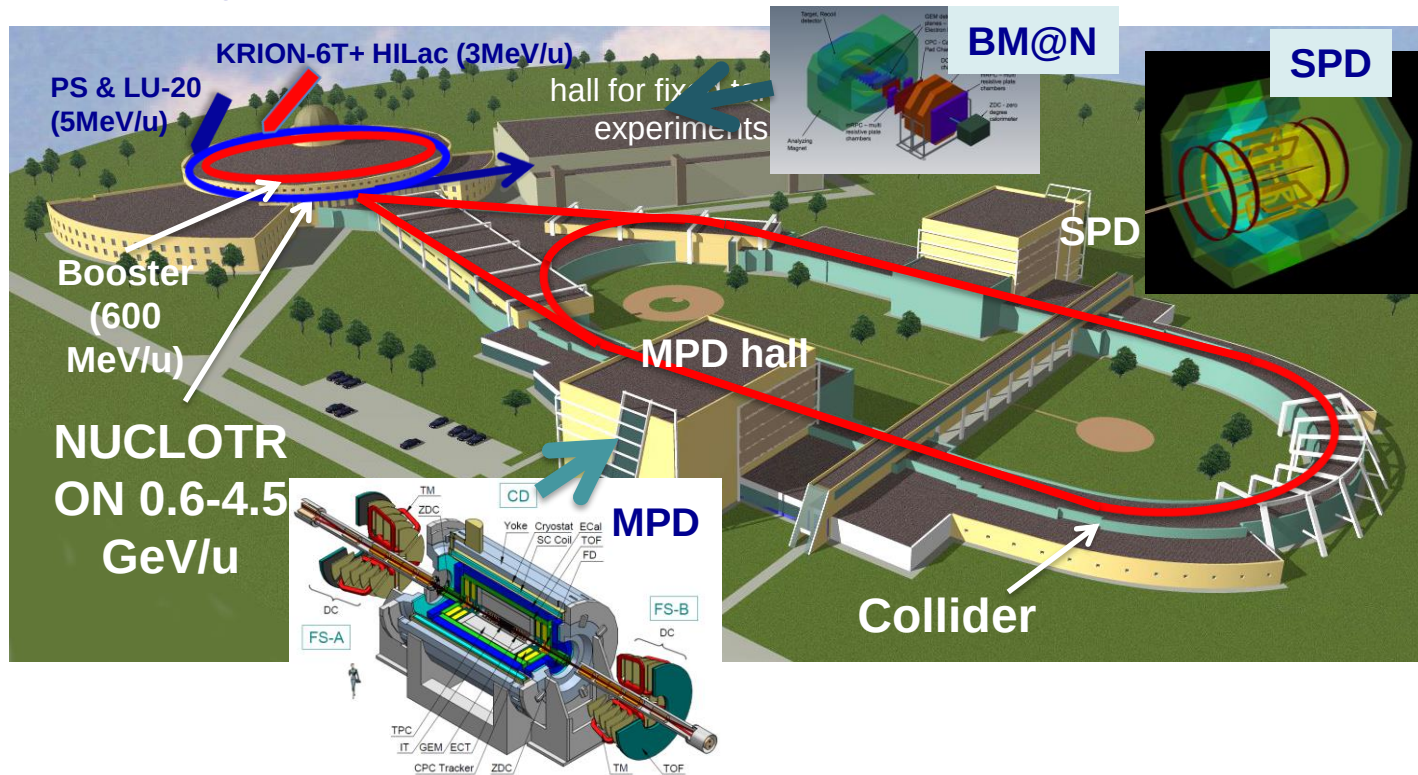


The NICA complex



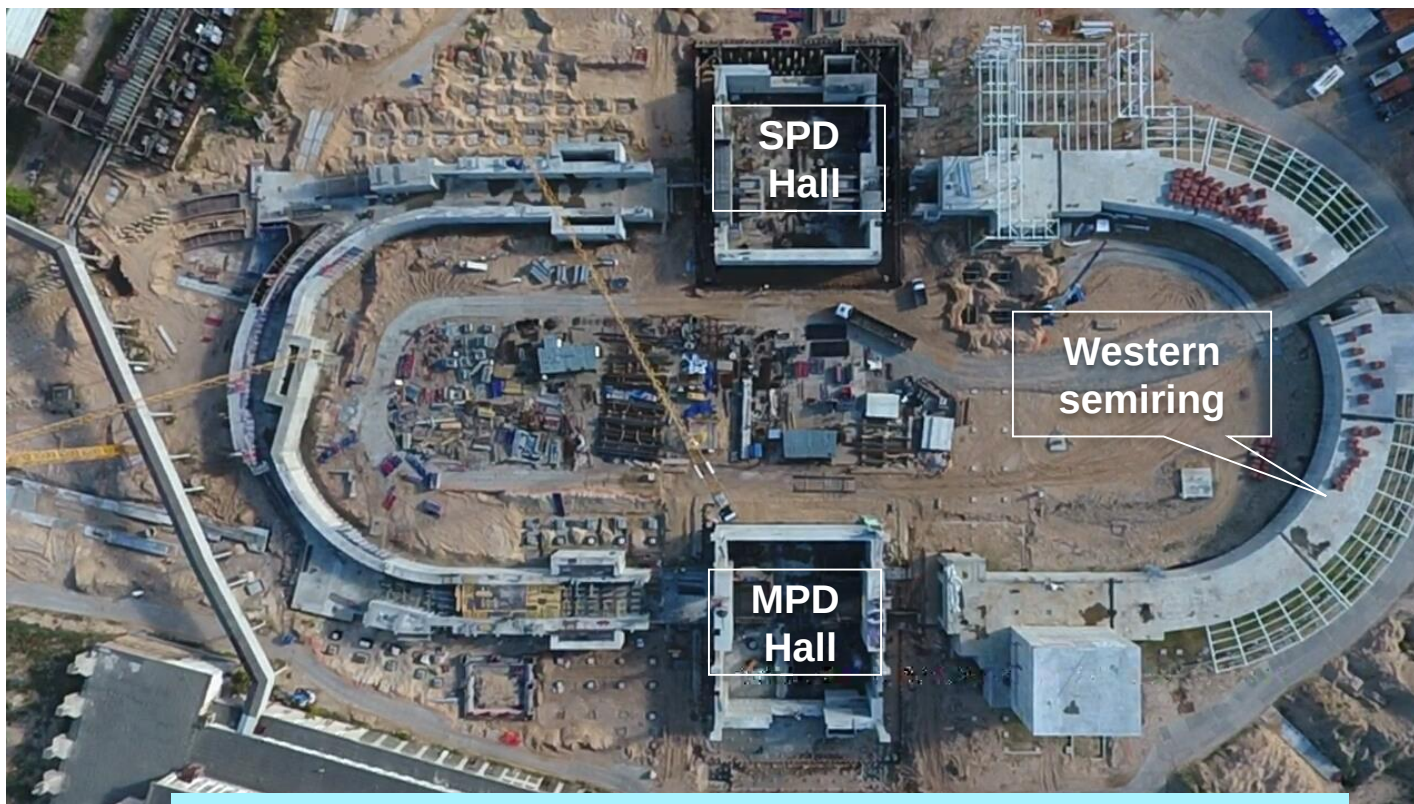
existing facilities

to be constructed



Civil Construction, bld.17

September 2018



readiness for equipment installation in the MPD Hall - 2019

September 20, 2018

V.Kekelidze, SC-124

58

Spin Physics Detector (SPD)



Physics tasks

Timeline

- ❖ open a project for the SPD design:

Jan. 2019

- ❖ preparation of CDR:

2019

- ❖ preparation of TDR (+ prototyping); stage I:

2020 – 2022

- ❖ *spin effects in production of hadrons with high p_T*
construction of the detector: stage II:

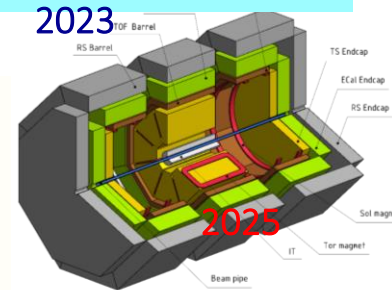
Polarized beams

2022 – 2025

- ❖ $p \uparrow p \uparrow$ at $\sqrt{s_{NN}} = 12 - 27 \text{ GeV}$, $L_{av} \approx 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

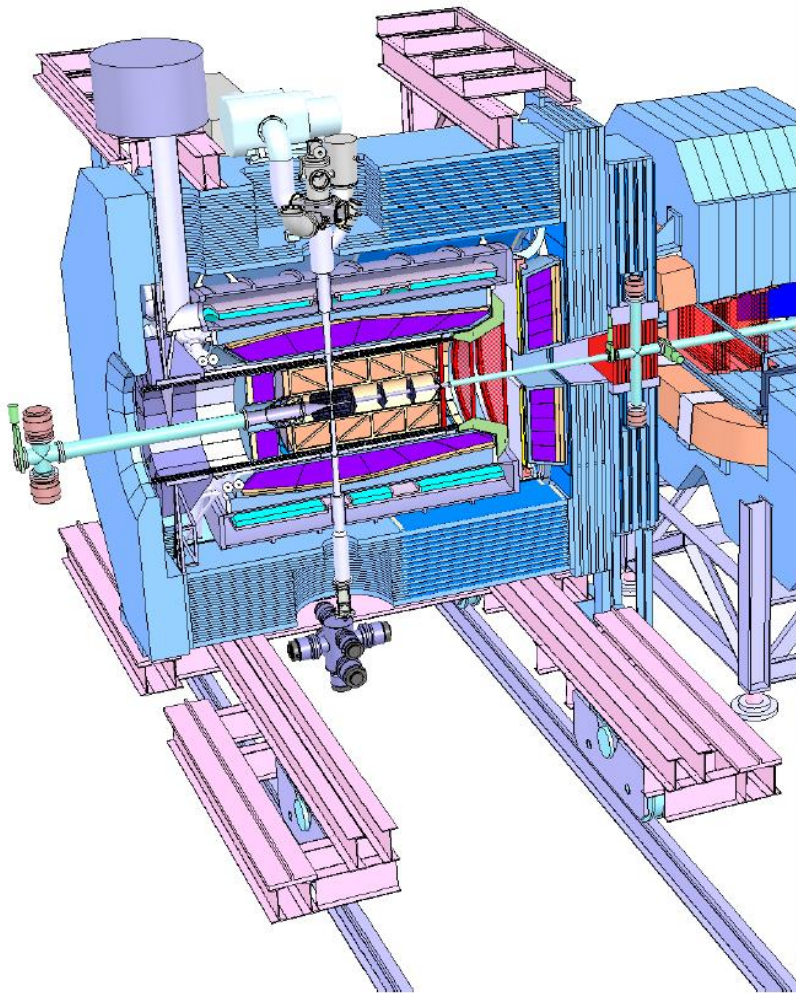
- $d \uparrow d \uparrow$ at $\sqrt{s_{NN}} = 4 - 13 \text{ GeV}$

- *longitudinal and transverse polarization in SPD and MPD*



SPD/NICA will provide a unique opportunity *not available at other facilities* to study all the **eight nucleon PDF** in one experiment and obtain comprehensive information on the nucleon spin structure *at high statistical level and with minimal systematic uncertainties.*

PANDA Spectrometer



Detector requirements:

- 4π acceptance
- High rate capability:
 $2 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$ interactions
- Efficient event selection
→ *Continuous acquisition*
- Momentum resolution $\sim 1\%$
- Vertex info for D, K_s^0 , Y
($c\tau = 317 \mu\text{m}$ for $D^\pm$)
→ *Good tracking*
- Good PID (γ , e, μ , π , K, p)
→ *Cherenkov, ToF, dE/dx*
- γ -detection MeV – 15 GeV
→ *Crystal Calorimeter*

Спасибо за терпение!

Венера Григорьевна

