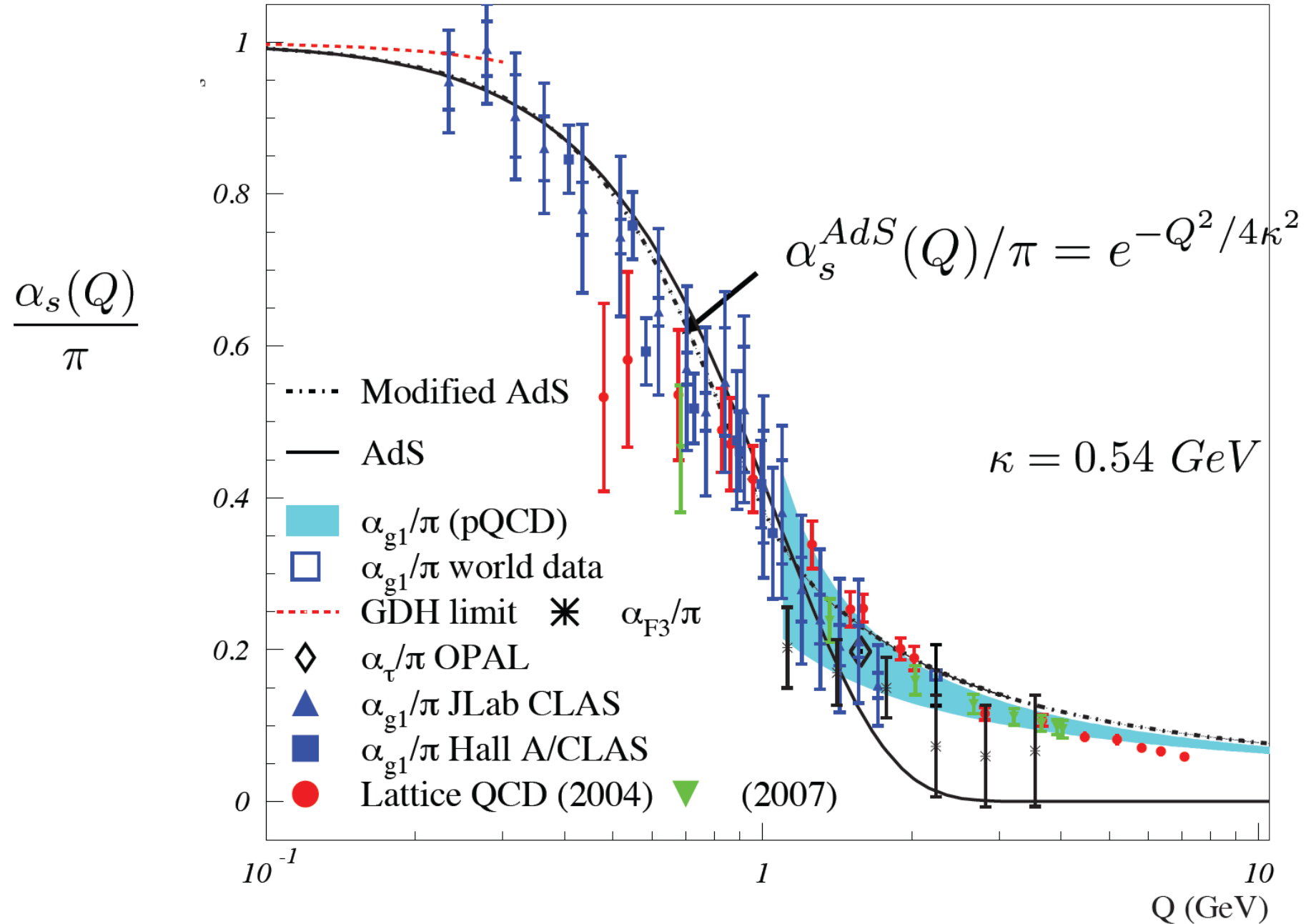


**«Проведение фундаментальных исследований
в области больших p_T на выведенных пучках
Нуклотрона»**

А.В. Ставинский, Г.Б. Шарков, С.С. Шиманский

**Непертурбативная КХД
и как к ней подобраться?**

Analytic, defined at all scales, IR Fixed Point



Там где не работает пертурбативный подход!

Let us look at the nucleon-nucleon interaction:

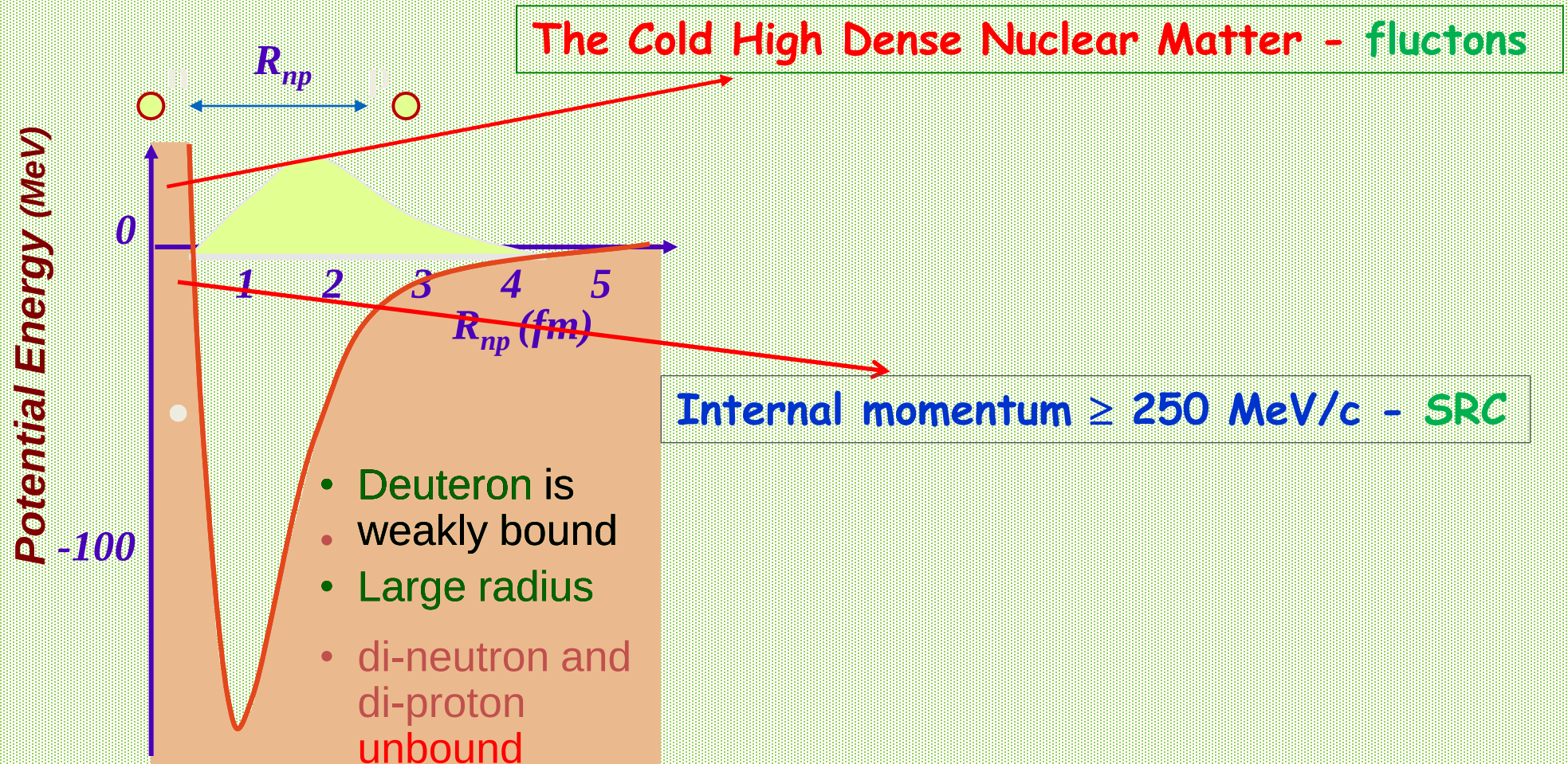


Таблица 1: Статические свойства дейтрона

	$E_D(\text{MeV})$	$P_D(\%)$	$\langle r_D^2 \rangle^{1/2} (\text{fm})$	$Q(\text{fm}^2)$	$\eta = \frac{A_D}{A_S}$	$f_{\pi NN}^2$	$\mu_D(n.m)$
Exp.	2.224579(9)	—	1.9560(68)	0.2859(3)	0.0271(4)	0.0776(9)	0.857406(1)
MU	2.2246	6.78	1.9611	0.2860	0.0271	0.07745	0.843
Paris	2.2250	5.77	1.9716	0.2789	0.0261	0.078	0.853
RHC	2.2246	6.50	1.9602	0.2770	0.0259	0.0757	0.840
RSC	2.2246	6.47	1.9569	0.2796	0.0262	0.0757	0.843
Bonn	2.225	4.58	1.86	0.2856	0.0267	—	—

Table 1: Deuteron properties in the dressed bag model.

Model	$E_d(\text{MeV})$	$P_D(\%)$	$r_m(\text{fm})$	$Q_d(\text{fm}^2)$	$\mu_d(\mu_N)$	$A_S(\text{fm}^{-1/2})$	$\eta(D/S)$
RSC	2.22461	6.47	1.957	0.2796	0.8429	0.8776	0.0262
Moscow 99	2.22452	5.52	1.966	0.2722	0.8483	0.8844	0.0255
Bonn 2001	2.224575	4.85	1.966	0.270	0.8521	0.8846	0.0256
DBM (1) $P_{\text{in}} = 3.66\%$	2.22454	5.22	1.9715	0.2754	0.8548	0.8864	0.0259
DBM (2) $P_{\text{in}} = 2.5\%$	2.22459	5.31	1.970	0.2768	0.8538	0.8866	0.0263
experiment	2.224575		1.971	0.2859	0.8574	0.8846	0.0263

**Поляризационные неполяризационные
загадки в нашем диапазоне энергий**

SPIN IN PARTICLE PHYSICS

ELLIOT LEADER

Imperial College, London

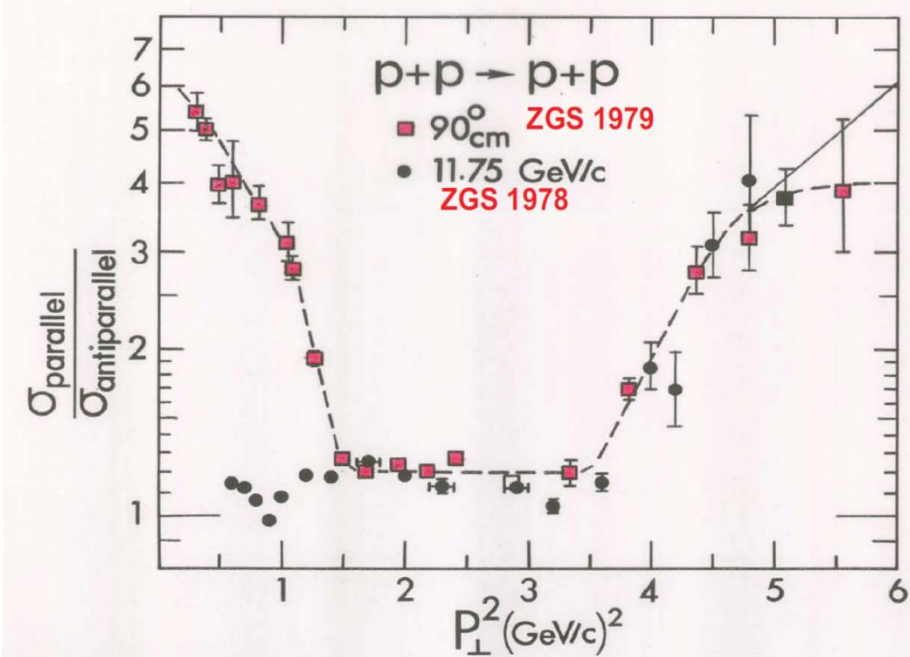
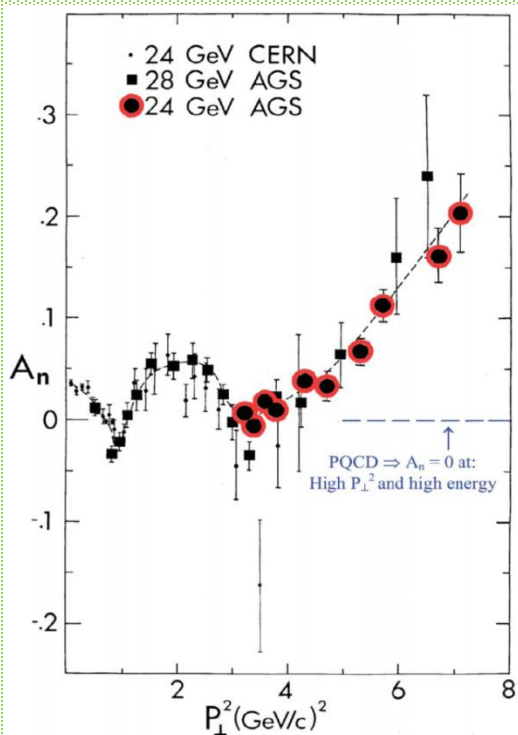
© Cambridge University Press 2001

In purely hadronic physics, too, there are tantalizing questions regarding spin dependence. There exists a whole array of semi-inclusive experiments like $pp \rightarrow \pi X$ with a transversely polarized proton beam or target, or $pp \rightarrow \text{hyperon} + X$, with an unpolarized initial state in which huge hyperon spin asymmetries or polarizations — at the 30%-40% level! — are observed. These experiments are very hard to explain within the framework of QCD. The asymmetries all vanish at the partonic level and one has to invoke soft, non-perturbative mechanisms. All such mechanisms predict that the asymmetries must die out as the momentum transfer increases, yet there is no sign in the present data of such a decrease.

В чисто адронной физике также существуют мучительные вопросы, касающиеся спиновой зависимости. Существует целый ряд полуинклюзивных экспериментов, таких как $pp \rightarrow \pi X$ с поперечно поляризованным пучком протонов или мишенью, или $pp \rightarrow \text{hyperon} + X$ с неполяризованным начальным состоянием, в котором наблюдается огромная асимметрия спина гиперона или поляризация — на уровне 30-40%! Эти эксперименты очень трудно объяснить в рамках КХД. Все асимметрии исчезают на партонном уровне, и приходится прибегать к мягким, непертурбативным механизмам. Все подобные механизмы предсказывают, что асимметрии должны исчезать по мере увеличения передачи импульса, однако в имеющихся данных нет никаких признаков такого уменьшения.

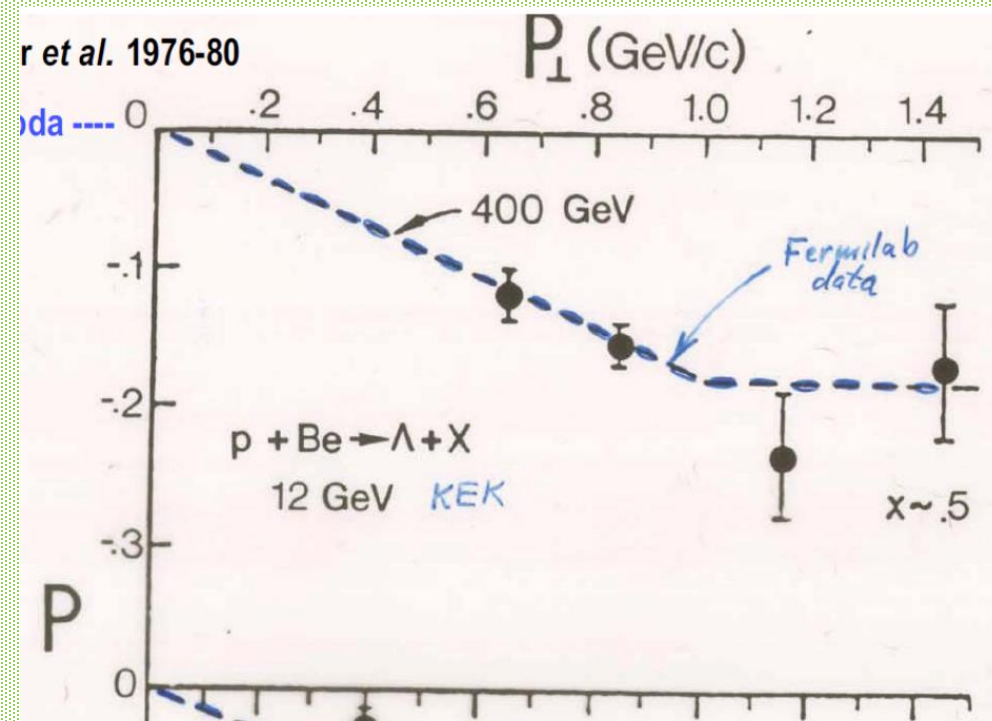
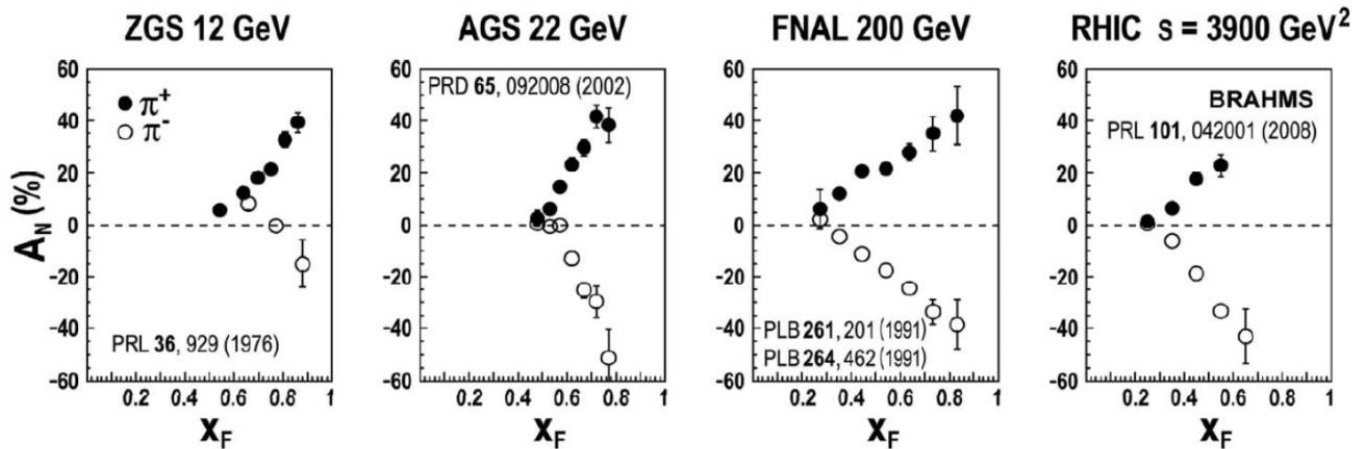
In exclusive reactions like $pp \rightarrow pp$ the disagreement between the data on the analysing power at large momentum transfer and the naive QCD asymptotic predictions is even more severe, but here at least there is an escape clause: the theory of exclusive reactions in QCD is horrendously difficult.

В эксклюзивных реакциях, таких как $pp \rightarrow pp$, расхождение между данными об анализирующей способности при большой передаче импульса и наивными асимптотическими предсказаниями КХД еще более серьезное, но здесь, по крайней мере, есть запасной вариант: теория эксклюзивных реакций в КХД ужасно сложна.



INCLUSIVE PION ASYMMETRY IN PROTON-PROTON COLLISIONS

C. Aidala SPIN 2008 Proceeding and CERN Courier June 2009



Spin-Spin Forces in 6-GeV/c Neutron-Proton Elastic Scattering

D. G. Crabb, P. H. Hansen, A. D. Krisch, T. Shima, and K. M. Terwilliger
Randall Laboratory of Physics, The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan 48109

and

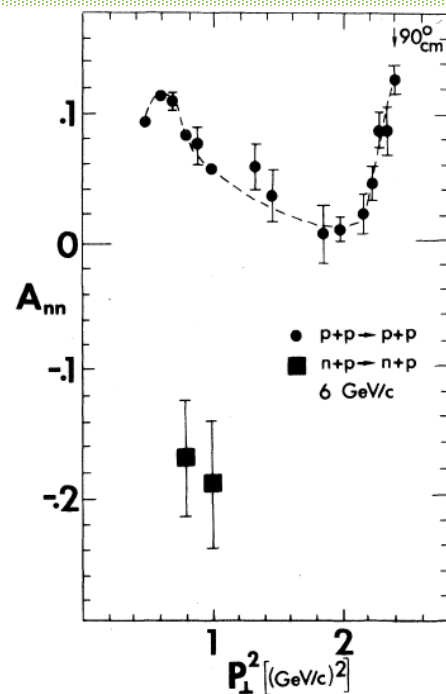


FIG. 2. The spin-spin correlation parameter, A_{nn} , for pure-initial-spin-state nucleon-nucleon elastic scattering at 6 GeV/c is plotted against the square of the transverse momentum. The proton-proton and neutron-proton data are quite different.

This large negative A_{nn} for n - p elastic scattering is quite unexpected. No theoretical models predicted this effect, although a very recent constituent-interchange model¹² predicts $A_{nn} = -44\%$. This may support the suggestion that large spin effects are related to the composite nature of the nucleon.^{12,13} An earlier Regge-model prediction¹⁴ is inconsistent with our data. It seems somewhat surprising that A_{nn} is so large at a $P_{\perp}^2$ of only 1 (GeV/c)².

¹²G. R. Farrar, S. Gottlieb, D. Sivers, and G. H. Thomas, Phys. Rev. D 20, 202 (1979).

Gerald A. Miller

Physics Department, Univ. of Washington, Seattle, Wa. 98195-1560, USA

Abstract. Color transparency is the vanishing of nuclear initial or final state interactions involving specific reactions. The reasons for believing that color transparency might be a natural consequence of QCD are reviewed. The main impetus for this talk is recent experimental progress, and this is reviewed briefly.

The basic idea is that some times a hadron is in a color-neutral point-like configuration PLC. If such undergoes a coherent reaction, in which one sums gluon emission amplitudes to calculate the scattering amplitude, the PLC does not interact with the surrounding media. A PLC is not absorbed by the nucleus. The nucleus casts no shadow. This is a kind of quantum mechanical invisibility.

Progress in Particle and Nuclear Physics 69 (2013) 1–27

Review

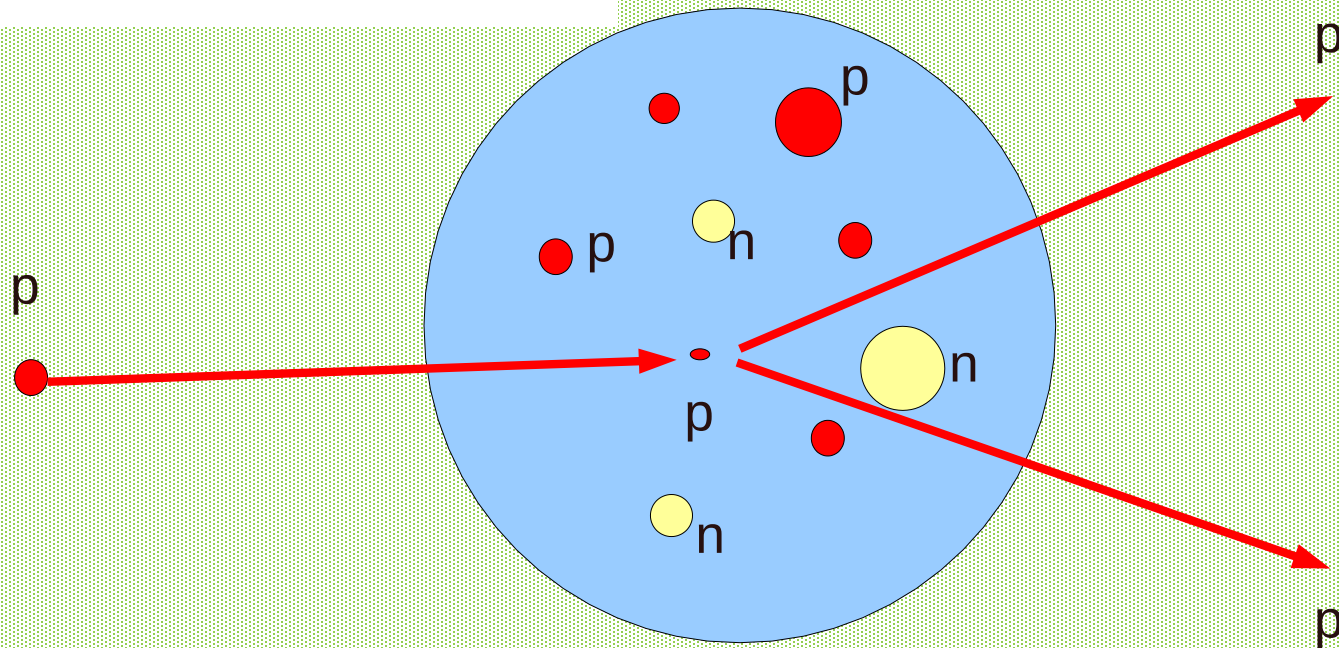
Color transparency: Past, present and future

D. Dutta^{a,*}, K. Hafidi^b, M. Strikman^c

Исследование цветовой(ядерной) прозрачности

Отношение сечений квазиупругого pp -рассеяния на угол 90° в с.ц.м. на ядре с Z протонами к упругому рассеянию свободных протонов на угол 90° в с.ц.м.

$$T = \frac{\frac{d\sigma}{dt}(p + {}''p'' \rightarrow p + p)}{Z \frac{d\sigma}{dt}(p + p \rightarrow p + p)}$$



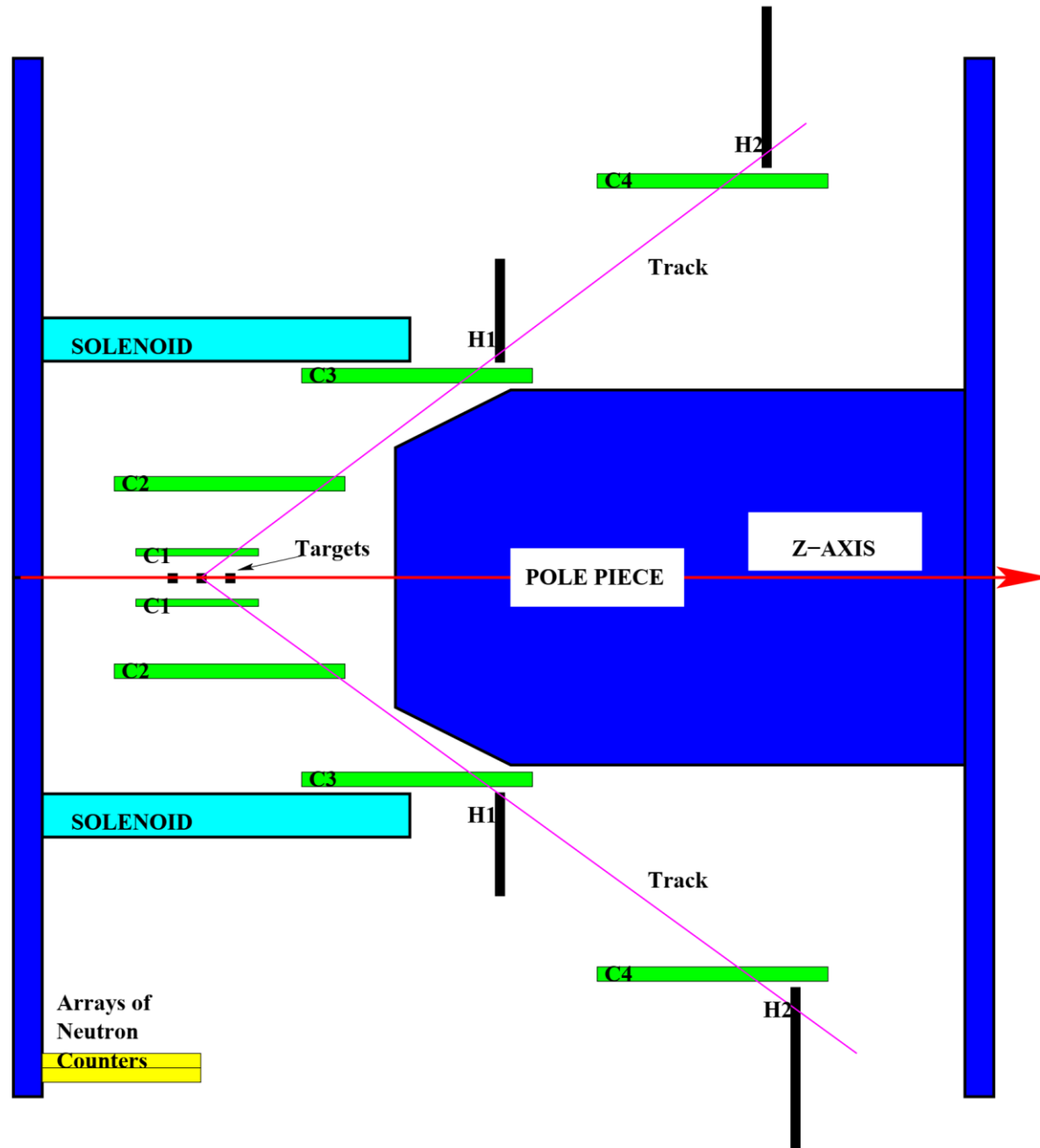
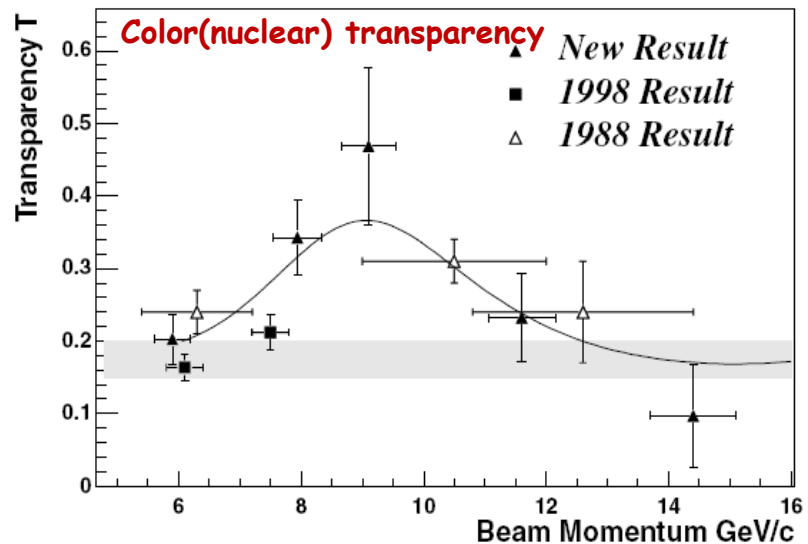
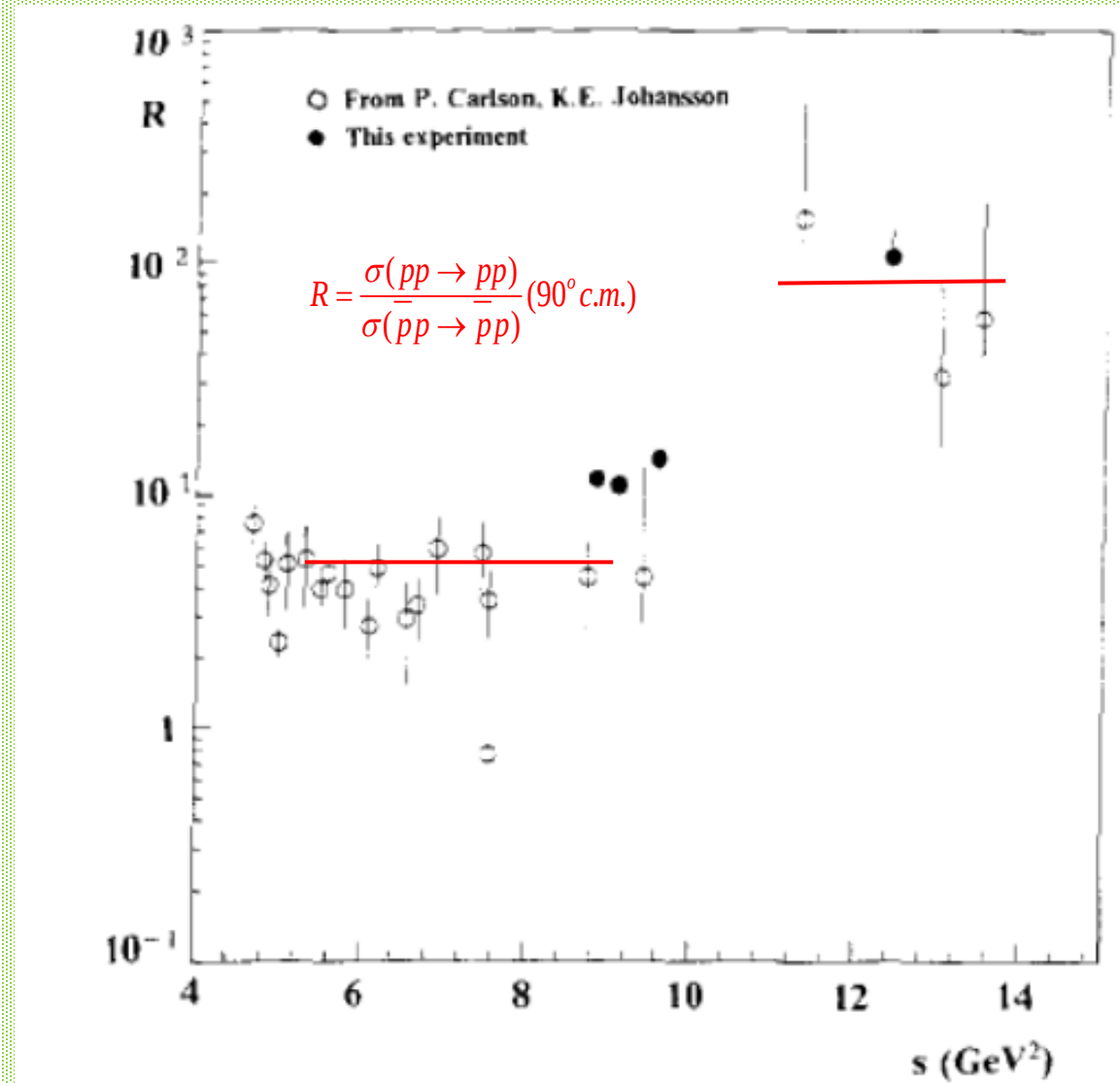
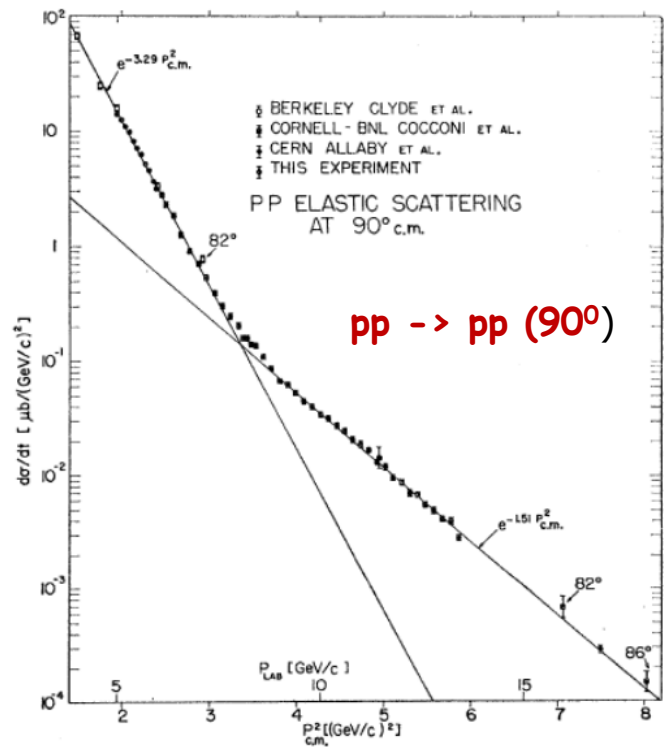


Figure 2.1: The schematic representation of the EVA-spectrometer. RZ -plane section. The dimensions are scaled.

Nonpolarized beams



**Важно выяснить и понять какая
подструктуры адронов (ядер)**

Составляющие кварки и где они видны

Multiquark states have been discussed since the 1st page of the quark model

A SCHEMATIC MODEL OF BARYONS AND MESONS *

M. GELL-MANN

California Institute of Technology, Pasadena, California

Received 4 January 1964



If we assume that the strong interactions of baryons and mesons are correctly described in terms of the broken "eightfold way" ¹⁻³, we are tempted to look for some fundamental explanation of the situation. A highly promised approach is the purely dynamical "bootstrap" model for all the strongly interacting particles within which one may try to derive isotopic spin and strangeness conservation and broken eightfold symmetry from self-consistency alone ⁴. Of course, with only strong interactions, the orientation of the asymmetry in the unitary space cannot be specified; one hopes that in some way the selection of specific components of the F-spin by electromagnetism and the weak interactions determines the choice of isotopic spin and hypercharge directions.

Even if we consider the scattering amplitudes of strongly interacting particles on the mass shell only and treat the matrix elements of the weak, electromagnetic, and gravitational interactions by means

number $n_t - n_{\bar{t}}$ would be zero for all known baryons and mesons. The most interesting example of such a model is one in which the triplet has spin $\frac{1}{2}$ and $z = -1$, so that the four particles d^- , s^- , u^0 and b^0 exhibit a parallel with the leptons.

A simpler and more elegant scheme can be constructed if we allow non-integral values for the charges. We can dispense entirely with the basic baryon b if we assign to the triplet t the following properties: spin $\frac{1}{2}$, $z = -\frac{1}{3}$, and baryon number $\frac{1}{3}$. We then refer to the members $u^{\frac{2}{3}}$, $d^{-\frac{1}{3}}$, and $s^{-\frac{1}{3}}$ of the triplet as "quarks" ⁶ q and the members of the anti-triplet as anti-quarks $\bar{q}$. Baryons can now be constructed from quarks by using the combinations (qqq) , $(qqq\bar{q})$, etc., while mesons are made out of $(q\bar{q})$, $(q\bar{q}\bar{q})$, etc. It is assuming that the lowest baryon configuration (qqq) gives just the representations 1, 8, and 10 that have been observed, while the lowest meson configuration $(q\bar{q})$ similarly gives just 1 and 8.

(*dd or ud or uu*)

that it would never have been detected. A search for stable quarks of charge $-\frac{1}{3}$ or $+\frac{2}{3}$ and/or stable di-quarks of charge $-\frac{2}{3}$ or $+\frac{1}{3}$ or $+\frac{4}{3}$ at the highest energy accelerators would help to reassure us of the non-existence of real quarks.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ И ПОЛЯ

**QUARK–DIQUARK SYSTEMATICS OF BARYONS:
SPECTRAL INTEGRAL EQUATIONS FOR SYSTEMS COMPOSED
BY LIGHT QUARKS**

© 2011 A. V. Anisovich, V. V. Anisovich*,

M. A. Matveev, V. A. Nikonov, A. V. Sarantsev, T. O. Vulfs

Petersburg Nuclear Physics Institute, Russian Academy of Sciences, Gatchina

Received May 7, 2010; in final form, August 30, 2010

How Often Do Diquarks Form? A Very Simple Model

Richard F. Lebed*

Department of Physics, Arizona State University, Tempe, Arizona 85287-1504, USA

(Dated: June, 2016)

Starting from a textbook result, the nearest-neighbor distribution of particles in an ideal gas, we develop estimates for the probability with which quarks q in a mixed $q, \bar{q}$ gas are more strongly attracted to the nearest q , potentially forming a diquark, than to the nearest $\bar{q}$. Generic probabilities lie in the range of tens of percent, with values in the several percent range even under extreme assumptions favoring $q\bar{q}$ over qq attraction.

We have seen that the large relative size of the short-distance attraction between quarks in the color-antitriplet channel compared to the attraction between a quark and an antiquark in the color-singlet channel leads inexorably to a given quark being initially attracted to a quark rather than an antiquark a sizeable fraction of the time. We interpret this initial attraction as the seed event in the formation of a compact diquark qq rather than a color-singlet $q\bar{q}$ pair.

arXiv:1007.4705v5 [hep-ph] 25 Sep 2010
Carlos Granados and Misak Sargsian

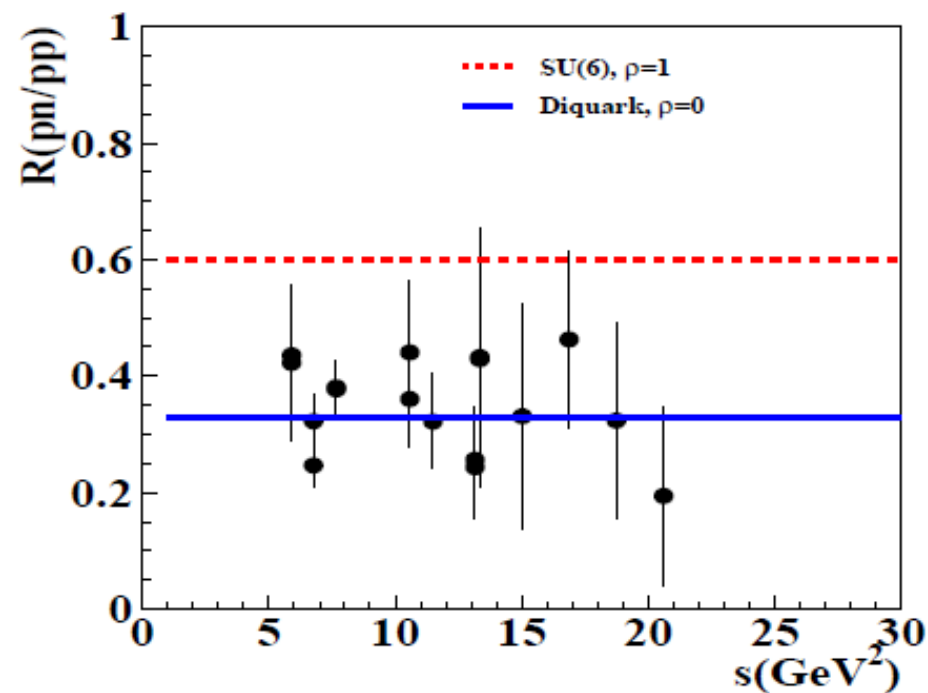
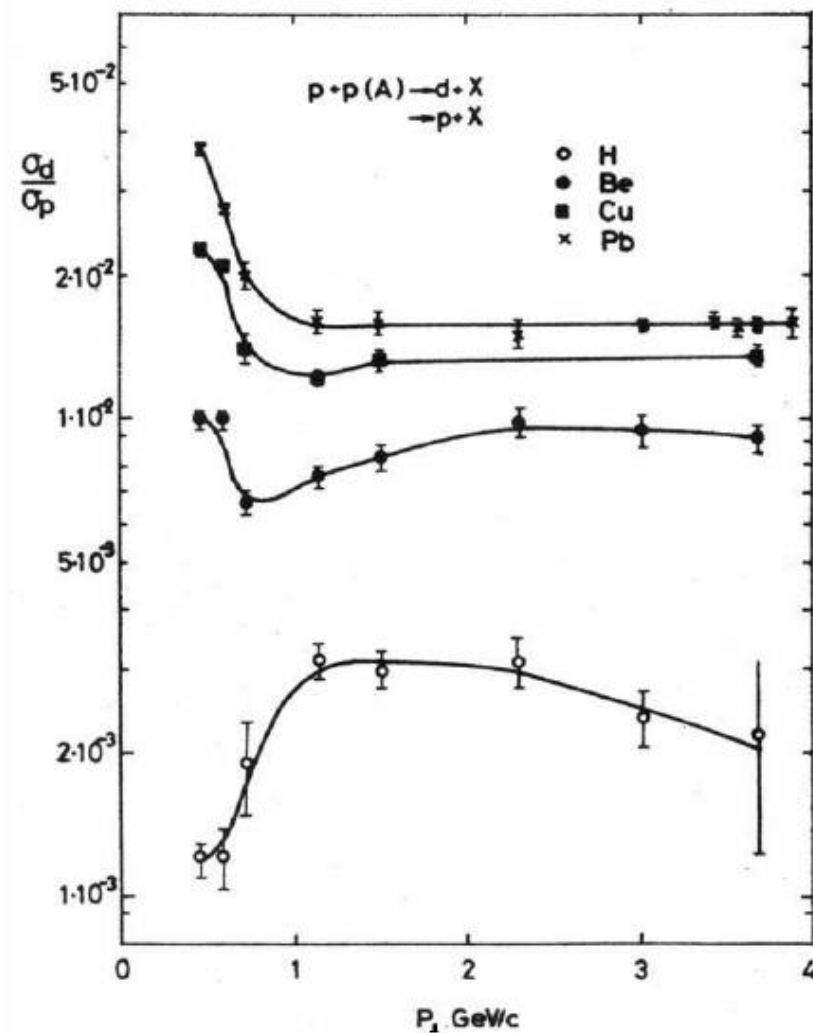


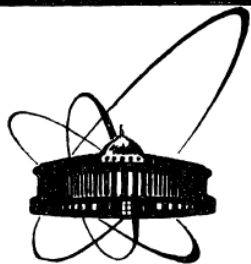
FIG. 2: (Color online) Ratio of the $pn \rightarrow pn$ to $pp \rightarrow pp$ elastic differential cross sections as a function of s at $\theta_{c.m.}^N = 90^\circ$.

ФОДС

В.В.Абрамов и др.,
ЯФ 45(5) (1987), 845–851

Ratio d/p





ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

E2-87-74

A.V.Efremov, V.T.Kim

DIQUARKS ROLE
IN LARGE- $p_{\perp}$ DEUTERON
AND H-DIHYPERON PRODUCTION
IN HARD NUCLEON COLLISIONS

*Submitted to "Physics Letters"

1987

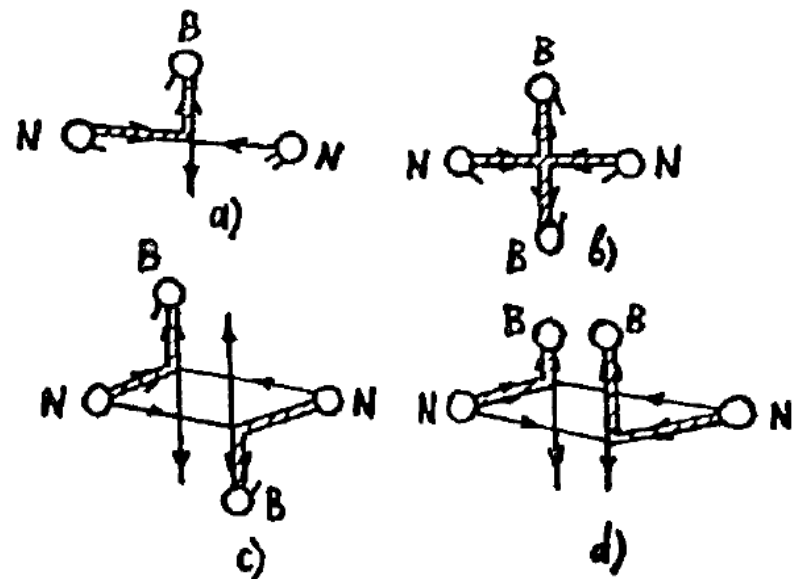


Fig. 2. The subprocesses diagrams giving contributions to the $B = N$, Λ^0 -baryon production in hard NN -collision: a) the quark-diquark subprocess; b) the diquark-diquark subprocess; c), d) the double quark-diquark collisions.

The proposed mechanism of simultaneous double quark-diquark collision can describe main features of large- $p_{\perp}$ deuteron production in pp-collisions at $\sqrt{s} = 11.5$ GeV (IHEP, Serpukhov^{2/}). The predictions are made for the energy $\sqrt{s} = 23.4$ GeV.

The possibility of the H-dihyperon production in pp-collisions in the framework of the double quark-diquark collision mechanism is noted.

Exotics states

$H = \Lambda$

ЕЩЁ РАНЬШЕ

MASS ANALYSIS OF THE SECONDARY PARTICLES PRODUCED
BY THE 25-GEV PROTON BEAM OF THE CERN PROTON SYNCHROTRON

V. T. Cocconi,* T. Fazzini, G. Fidecaro, M. Legros,† N. H. Lipman, and A. W. Merrison

CERN, Geneva, Switzerland

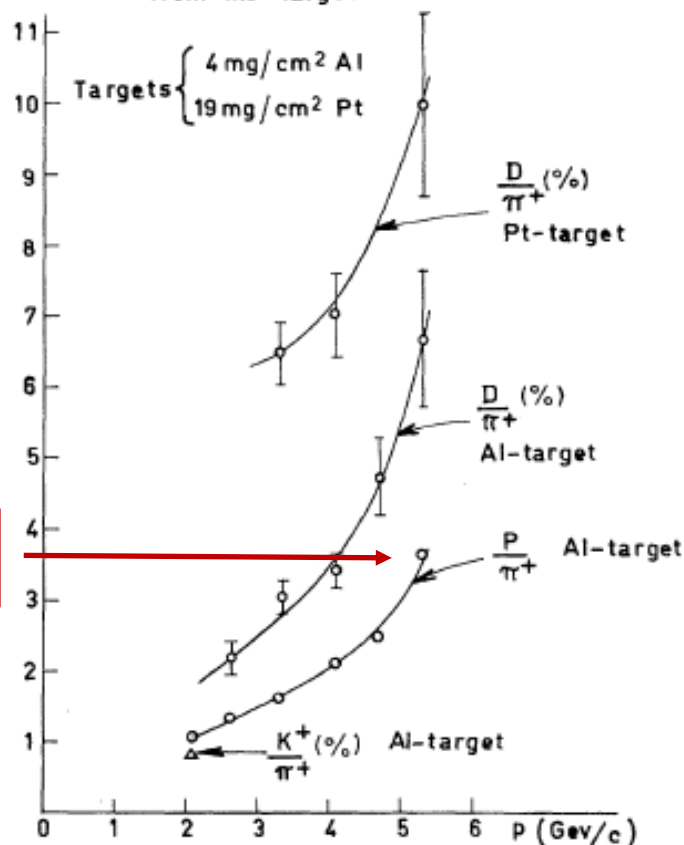
(Received June 1, 1960)

D/p ratio

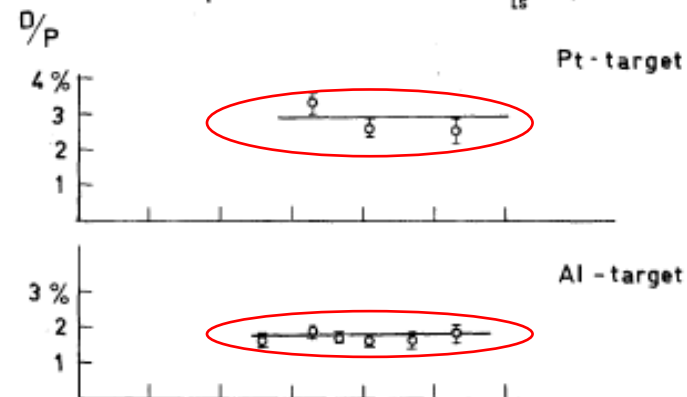
We present here some results of a mass analysis of the secondary particles produced at 15.9° to the circulating beam in an aluminum target bombarded by 25-Gev protons in the CERN proton synchrotron.

p/ π ratio

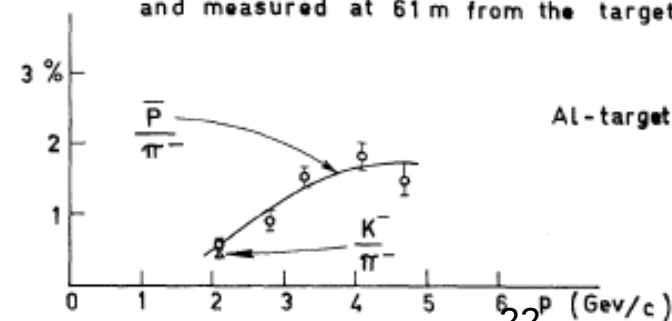
(a) POSITIVE PARTICLES
emitted at $\theta_{LS} = 15.9^\circ$
and measured at 61 m
from the target



(c) RATIO DEUTERONS/PROTONS
as a function of momentum
for particles emitted at $\theta_{LS} = 15.9^\circ$



(b) NEGATIVE PARTICLES
emitted at $\theta_{LS} = 15.9^\circ$
and measured at 61 m from the target



DIQUARKS AND DYNAMICS OF LARGE- $P_{\perp}$ BARYON PRODUCTION

V. T. KIM

Laboratory of Theoretical Physics, Joint Institute for Nuclear Research, 101000 Moscow

Received 4 January 1988

In the framework of a diquark model of the nucleon, the strong scaling violation of the p/π^+ -ratio in the pp -collisions from $\sqrt{s} = 11.5$ GeV (IHEP, Serpukhov) to $\sqrt{s} = 23.4$ GeV (FNAL) and to $\sqrt{s} = 62$ GeV (CERN ISR) is described. A fairly good description of the magnitude of cross sections for single protons and for symmetric-proton-pairs with large- $p_{\perp}$ is obtained. In the model with the dominating scalar (ud)-diquark, the yield relation $\Lambda^0/p \simeq K^+/\pi^+$ is predicted.

Diquarks

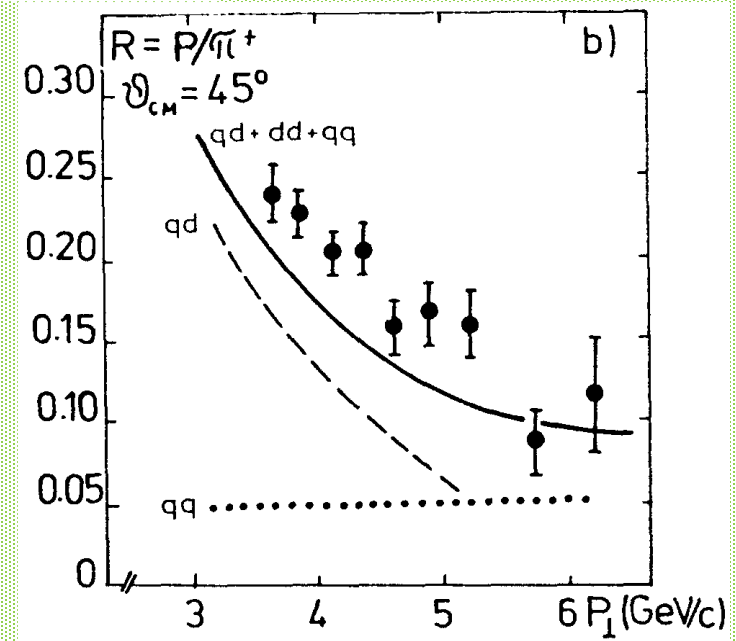
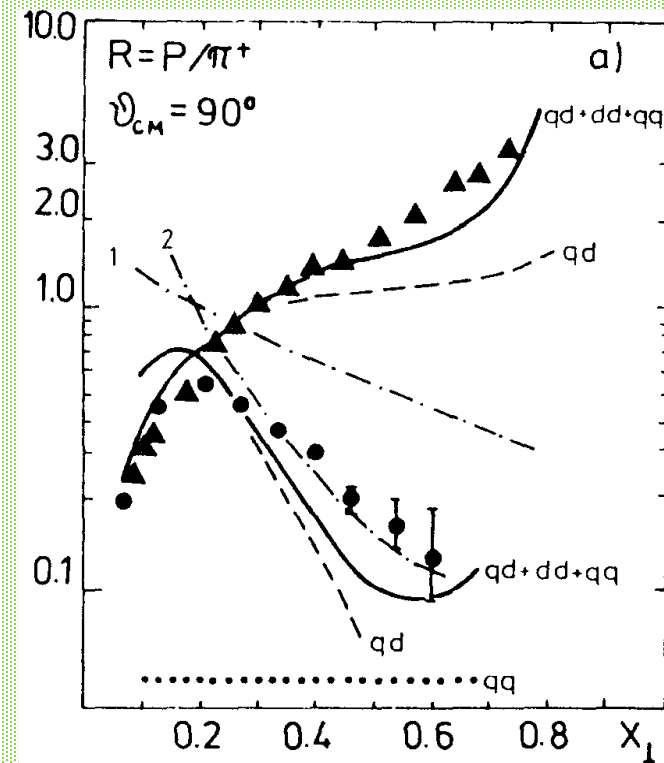
$pp \rightarrow p(\pi)+X$, $pp \rightarrow pp+X$

Fig. 1. $R = p/\pi^+$ is the particle yield ratio in the pp -collisions.

a) $\vartheta_{CM} = 90^\circ$: • the FNAL data¹ at $\sqrt{s} = 23.4$ GeV ($E = 300$ GeV); ▲ the IHEP (Serpukhov) data² at $\sqrt{s} = 11.5$ GeV ($E = 70$ GeV).

b) $\vartheta_{CM} = 45^\circ$: • the CERN ISR data³ at $\sqrt{s} = 62$ GeV ($E \simeq 1900$ GeV).

The dotted curve shows the contribution of the qq -subprocess, the dashed one shows the contribution of the qd -subprocess. The total contribution of the qq -, qd - and dd -subprocesses is denoted by the solid lines. The dashed-dotted curves show the calculations with the diquark function $G_d^N(x) \sim (1-x)/x$ at 70 GeV (curve 1) and at 300 GeV (curve 2).



Тема
От
Кому
Ответить
Дата

Re: Cumulative at high p_T

[Boris Kopeliovich](#)

[Stepan](#)

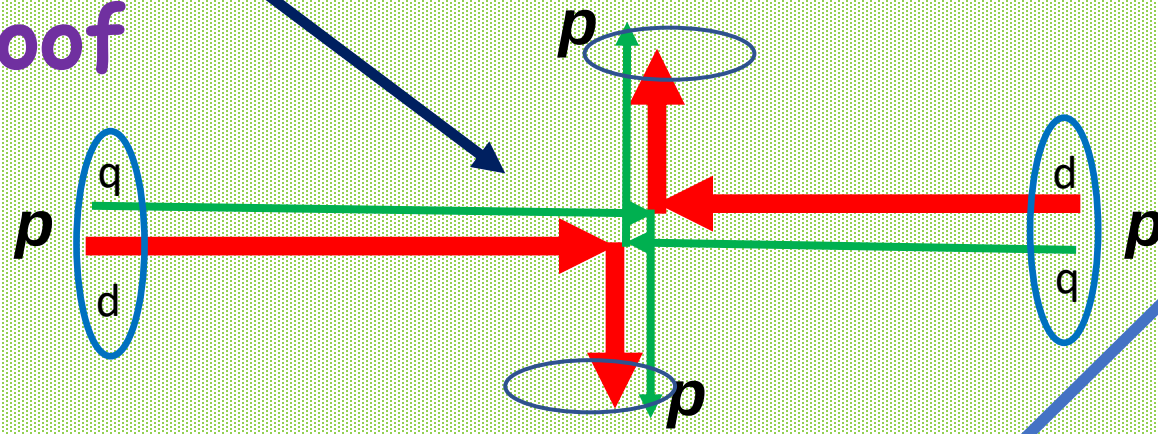
bzk@mpi-hd.mpg.de

23.01.2012 7:42

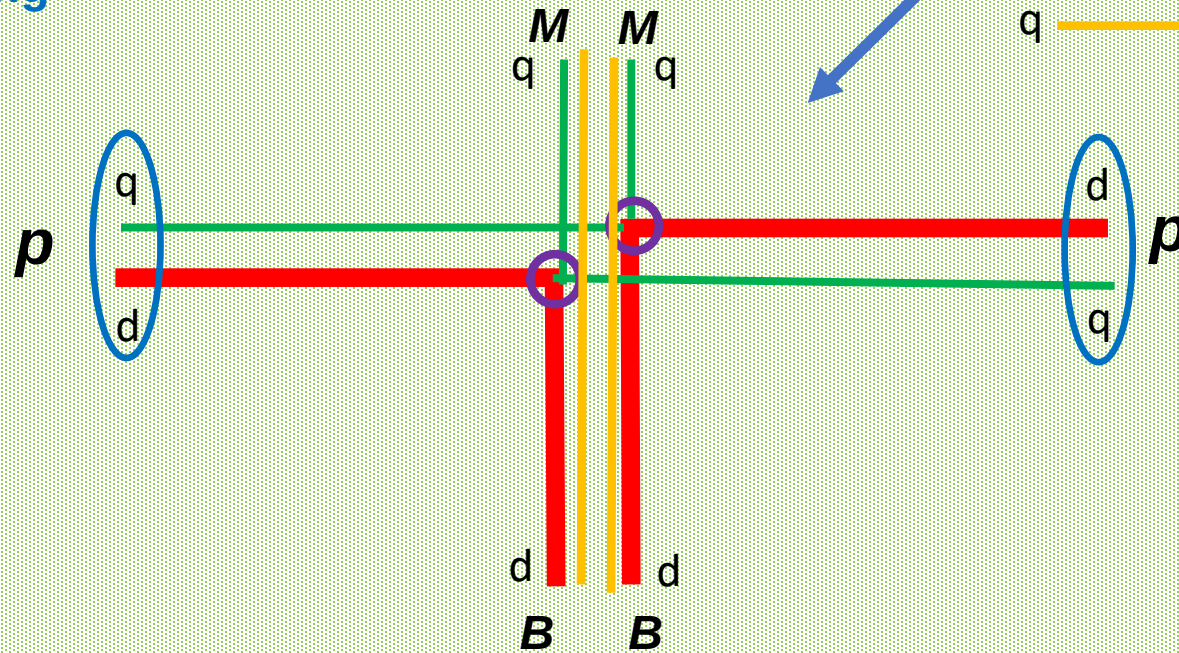
«I think that the main problem in understanding of high p_T hadrons at the energies of Serpukhov is why you see more protons than pions. This was claimed long time ago by the Sulyaev's group and I remember hot debates in that back in the 80s. Those debated ended up with no clear conclusion. Much later an excess of baryons was observed by the STAR at RHIC and was called "baryon anomaly". Again, no good explanation has been proposed so far. I might have my own explanation, but haven't written anything so far. Anyway, my point is, if we do not understand the mechanism of production of baryons dominating at high p_T , we should not make any certain conclusions about the cumulative mechanisms».

$pp \rightarrow pp$, $pp \rightarrow D+MM; H + K^+K^+$

Diquark proof



Double qd -scattering



q ——— $\bar{q}$

$pp \rightarrow \pi K + N \Lambda$

Date: Wed, 27 Feb 2013 13:58:35 +0100
Subject: Re: test
From: yuri@lpthe.jussieu.fr
To: "Stepan" <Stepan.Shimanskiy@jinr.ru>
User-Agent: SquirrelMail/1.4.22-2.fc15
MIME-Version: 1.0



Уважаемые коллеги,

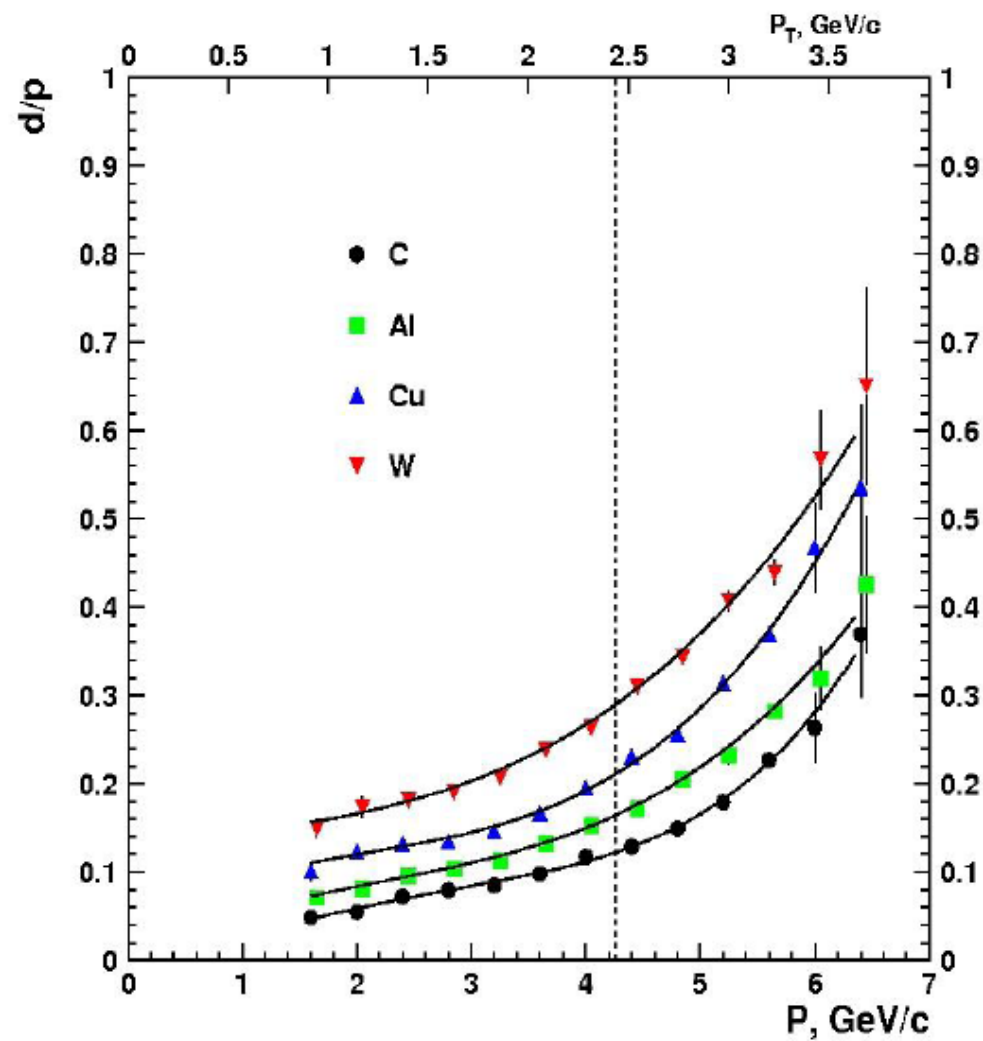
Позвольте поделиться некоторыми соображениями по поводу программы корреляционных исследований при взаимодействии адронов и ядер на ФОДС, в той её части, которая касается многопартонных соударений. С недавнего времени многопартонные взаимодействия (MPI) привлекают пристальное внимание как теоретиков, так и экспериментаторов. С одной стороны, MPI – дополнительный источник многоструйных КХД событий, которые являются фоновыми для поисков новой физики на LHC. С другой стороны, MPI – потенциальный источник новой информации о партонной структуре нуклона. В конце 90–ых начале 00–х появились результаты первых экспериментальных исследований на Tevatron'e. Они продемонстрировали, во–первых, существование двойных жёстких соударений и, во–вторых, существование существенных корреляций между партонами в протоне (сечение MPI оказалось вдвое больше, чем если бы два партона внутри протона были независимы). На сегодняшний день теоретики разработали адекватный инструмент для описания двойных жёстких соударений – обобщённое двухпартонное распределение (generalized double parton distribution) G. Адекватные монтекарловские модели для описания MPI находятся в стадии разработки. Используя данные HERA по электроорождению векторных мезонов, структуру этого нового объекта можно предсказать в области $0.001 < x < 0.1$. В то же время, в области $x > 0.1$ информация о G практически отсутствует. Пертурбативные эффекты в G (весьма серьёзные при больших поперечных импульсах регистрируемых частиц и/или струй) находятся под контролем. Однако, о непертурбативной корреляции партонов внутри волновой функции адрона информации у нас нет. Без прямой экспериментальной информации прогресс в этой области вряд ли возможен. Важно, что для экспериментального изучения этих корреляций не нужны сверхвысокие энергии. Достаточно правильно заданных вопросов и грамотного поставленного эксперимента. Чрезвычайно важной представляется возможность разделения процессов по флейвору участвующих партонов. Измерять корреляции частиц в конечном состоянии вместо адронных струй представляется мне предпочтительным. Дело в том, что эта наблюдаемая содержит ту же информацию о корреляции начальных партонов, что и измерение струй, однако свободна от неопределённостей, связанных с выбором и использованием алгоритма по определению струй. Серпуховскому ускорителю и установке ФОДС важная задача изучения партонных корреляций в протоне вполне по плечу.

Ю. Докшицер

СТИН

Ratio d/p

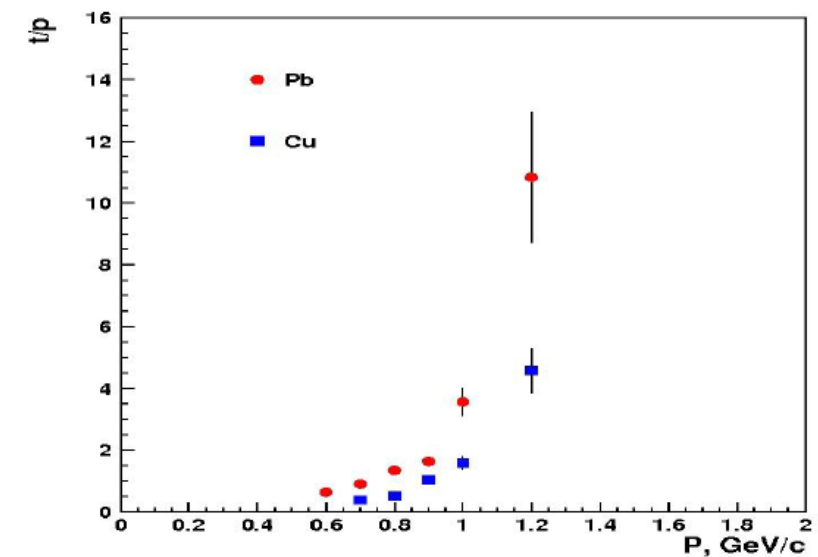
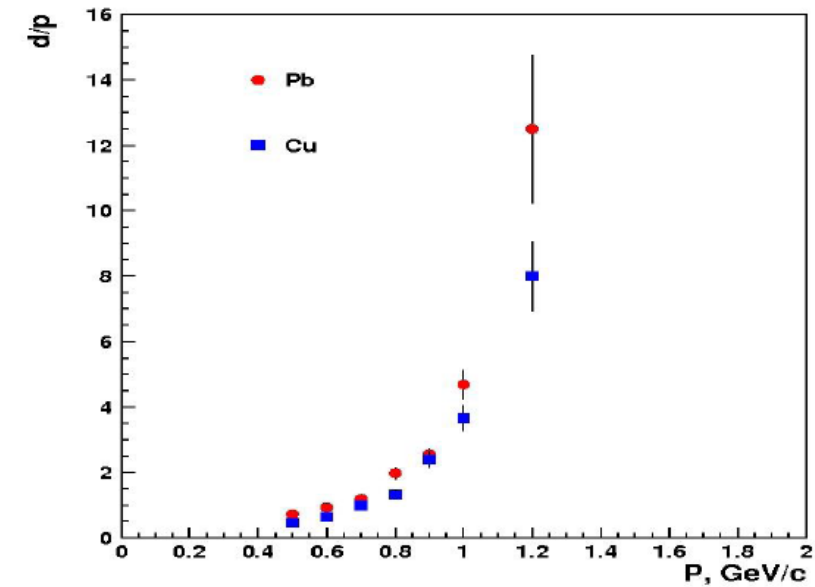
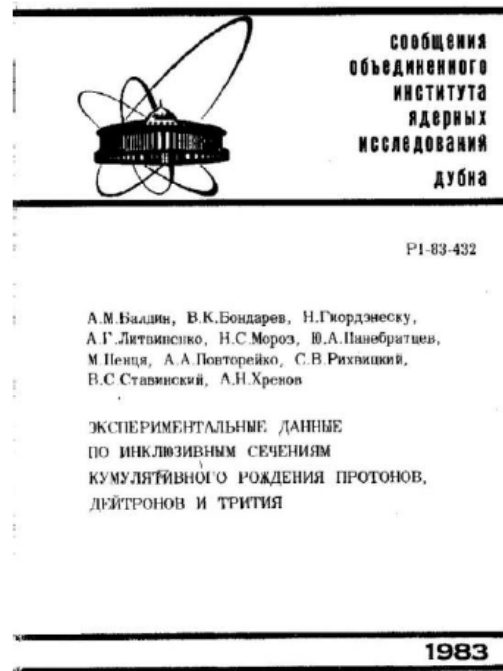
отношение выхода дейтронов
к выходу протонов как функция
импульса



пример “чистого” кумулятивного процесса назад

Спектрометр ДИСК-2
Протон-ядро при $P=8.9$ ГэВ/с

180°



Как увидеть составляющие адронов и ядер

In 1973 were published two articles :

Matveev V.A., Muradyan R.M., Tavkhelidze A.N. Lett. Nuovo Cimento 7,719 (1973);

Brodsky S., Farrar G. Phys. Rev. Lett. 31,1153 (1973)

Predictions that for momentum $p_{\text{beam}} \geq 5 \text{ GeV}/c$ in any binary large-angle scattering ($\theta_{\text{cm}} > 40^\circ$) reaction at large momentum transfers $Q = \sqrt{-t}$:

$$A + B \rightarrow C + D$$

$$\frac{d\sigma}{dt}_{A+B \rightarrow C+D} \sim S^{-(n_A+n_B+n_C+n_D-2)} f\left(\frac{t}{S}\right)$$

where n_A, n_B, n_C and n_D the amounts of elementary constituents in A, B, C and D.

$$\begin{array}{ccc} s = (p_A + p_B)^2 & \text{and} & t = (p_A - p_C)^2, \\ \frac{d\sigma}{dt}_{pp \rightarrow pp} \sim S^{-10} & \text{and} & \frac{d\sigma}{dt}_{\pi p \rightarrow \pi p} \sim S^{-8} \end{array}$$

Comparison of 20 exclusive reactions at large t

TABLE I. Measured reactions presented in this paper. The reactions are written as (beam + target) $\rightarrow$ (spectrometer particle + side particle). Reactions 1, 2, 3, 17, and 18 were measured with either final-state particle in the spectrometer.

Meson-baryon reactions	
1	$\pi^+ p \rightarrow p\pi^+$
2	$\pi^- p \rightarrow p\pi^-$
3	$K^+ p \rightarrow pK^+$
4	$K^- p \rightarrow pK^-$
5	$\pi^+ p \rightarrow p\rho^+$
6	$\pi^- p \rightarrow p\rho^-$
7	$K^+ p \rightarrow pK^{*+}$
8	$K^- p \rightarrow pK^{*-}$
9	$K^- p \rightarrow \pi^-\Sigma^+$
10	$K^- p \rightarrow \pi^+\Sigma^-$
11	$K^- p \rightarrow \Lambda\pi^0$
12	$\pi^- p \rightarrow \Lambda K^0$
13	$\pi^+ p \rightarrow \pi^+\Delta^+$
14	$\pi^- p \rightarrow \pi^-\Delta^+$
15	$\pi^- p \rightarrow \pi^+\Delta^-$
16	$K^+ p \rightarrow K^+\Delta^+$
Baryon-baryon reactions	
17	$pp \rightarrow pp$
18	$\bar{p}p \rightarrow p\bar{p}$
19	$\bar{p}p \rightarrow \pi^+\pi^-$
20	$\bar{p}p \rightarrow K^+K^-$

TABLE V. The scaling between E755 and E838 has been measured for eight meson-baryon and 2 baryon-baryon interactions at $\theta_{c.m.} = 90^\circ$. The nominal beam momentum was 5.9 GeV/c and 9.9 GeV/c for E838 and E755, respectively. There is also an overall systematic error of $\Delta n_{\text{sys}} = \pm 0.3$ from systematic errors of $\pm 13\%$ for E838 and $\pm 9\%$ for E755.

No.	Interaction	Cross section		$n-2$ ($\frac{d\sigma}{dt} \sim 1/s^{n-2}$)
		E838	E755	
1	$\pi^+ p \rightarrow p\pi^+$	132 ± 10	4.6 ± 0.3	6.7 ± 0.2
2	$\pi^- p \rightarrow p\pi^-$	73 ± 5	1.7 ± 0.2	7.5 ± 0.3
3	$K^+ p \rightarrow pK^+$	219 ± 30	3.4 ± 1.4	$8.3^{+0.6}_{-1.0}$
4	$K^- p \rightarrow pK^-$	18 ± 6	0.9 ± 0.9	≥ 3.9
5	$\pi^+ p \rightarrow p\rho^+$	214 ± 30	3.4 ± 0.7	8.3 ± 0.5
6	$\pi^- p \rightarrow p\rho^-$	99 ± 13	1.3 ± 0.6	8.7 ± 1.0
13	$\pi^+ p \rightarrow \pi^+\Delta^+$	45 ± 10	2.0 ± 0.6	6.2 ± 0.8
15	$\pi^- p \rightarrow \pi^+\Delta^-$	24 ± 5	≤ 0.12	≥ 10.1
17	$pp \rightarrow pp$	3300 ± 40	48 ± 5	9.1 ± 0.2
18	$\bar{p}p \rightarrow p\bar{p}$	75 ± 8	≤ 2.1	≥ 7.5

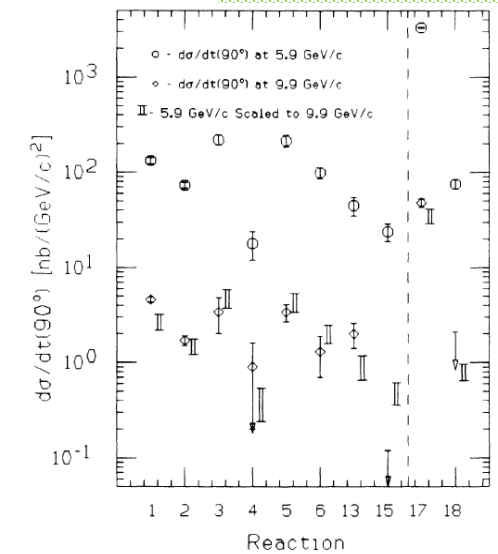


FIG. 26. The scaling between E755 and E838 has been calculated for eight meson-baryon and 2 baryon-baryon interactions at $\theta_{c.m.} = 90^\circ$. The beam momentum for E838 was 5.9 GeV/c, corresponding to $s = 11.9 \text{ GeV}^2$ for meson-baryon reactions and $s = 12.9 \text{ GeV}^2$ for baryon-baryon reactions. For the 9.9 GeV/c momentum of E755, the corresponding values of s are 19.6 and 20.5 GeV^2 .

ИЗУЧЕНИЕ КВАРКОВОЙ СТРУКТУРЫ ЯДЕР В ЖЕСТКИХ ПРОЦЕССАХ

С.С. Шиманский
ОИЯИ, Дубна

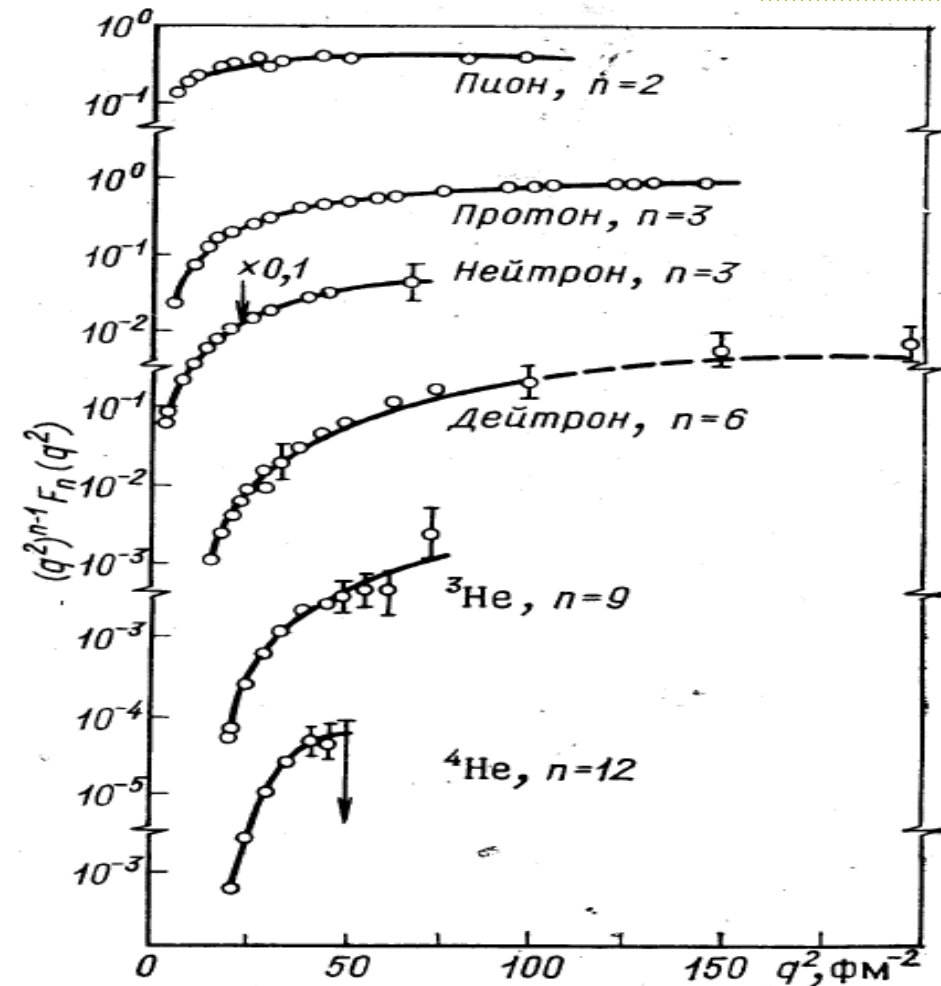
А н н о т а ц и я:

Одна из основных задач релятивистской ядерной физика - изучение процессов с участием ядер, в которых основную роль начинают играть не адронные, а кварк-глюонные степени свободы. Исследования последних 40 лет показали, что есть серьезные основания считать, что в жестких процессах внутри ядер наблюдаются конфигурации из нескольких нуклонов в объеме сравнимом с нуклонным. Т.е. в ядре имеется "холодная" компонента с большой плотностью, свойства которой определяют составляющие кварки. Холодное состояние с большой ядерной плотностью существуют так же внутри массивных звёзд. Можно надеяться, что детальное исследование этой сверхплотной компоненты позволит в лабораторных условиях изучить характеристики состояния ядерного вещества в центре массивных звёзд.

МНОГОКВАРКОВЫЕ СИСТЕМЫ В ЯДЕРНЫХ ПРОЦЕССАХ

В. В. Буров, В. К. Лукьянов, А. И. Титов

Рис. 5. Зависимость экспериментальных упругих формфакторов пиона, протона, нейтрона, дейтрона, ядер ${}^3\text{He}$, ${}^4\text{He}$ [20, 21], умноженных на $(q^2)^{n-1}$, от q^2 . Линии проведены по точкам



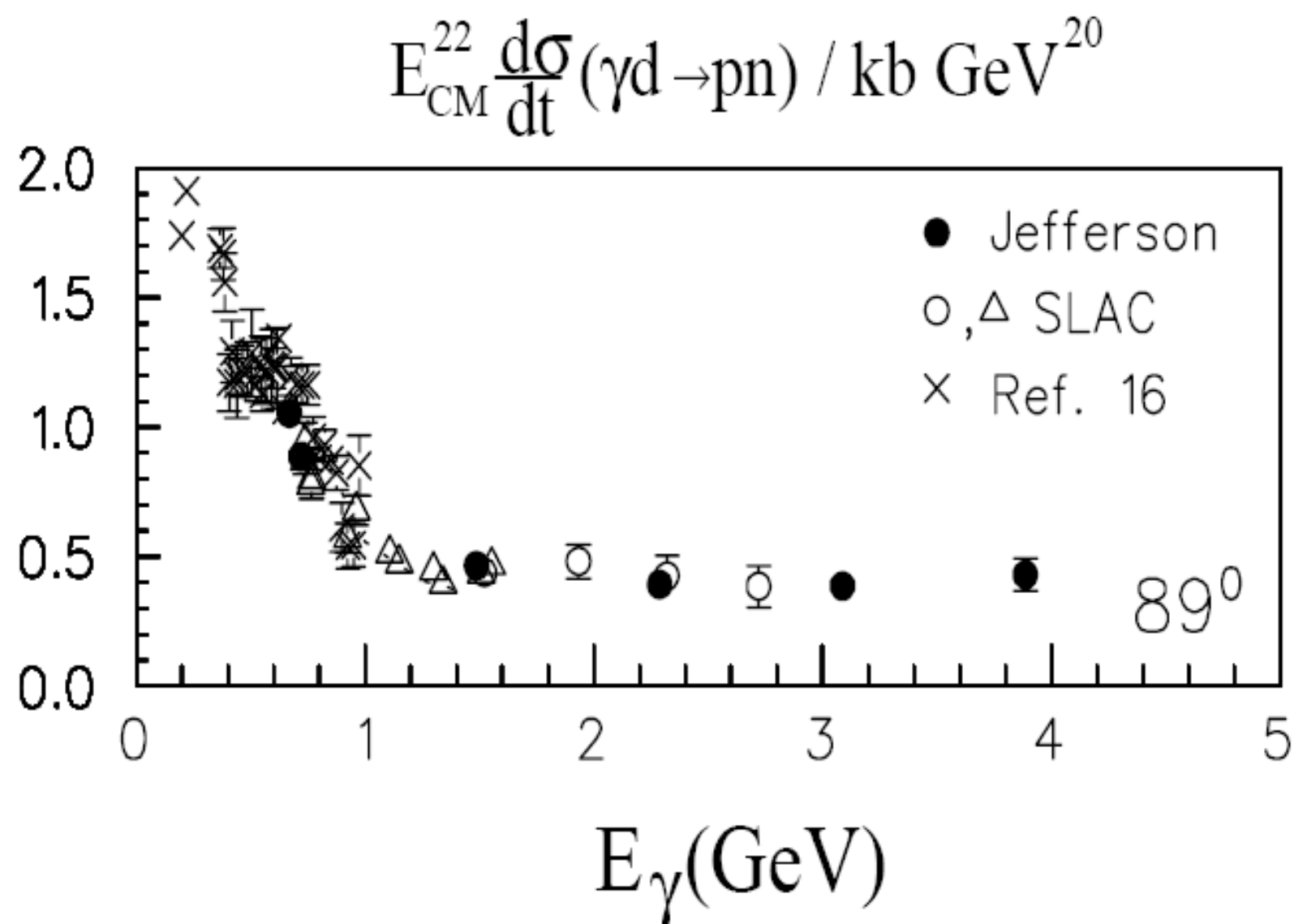


Fig. 1: Large angle γ -disintegration of a deuteron [28].

Stanley J. Brodsky

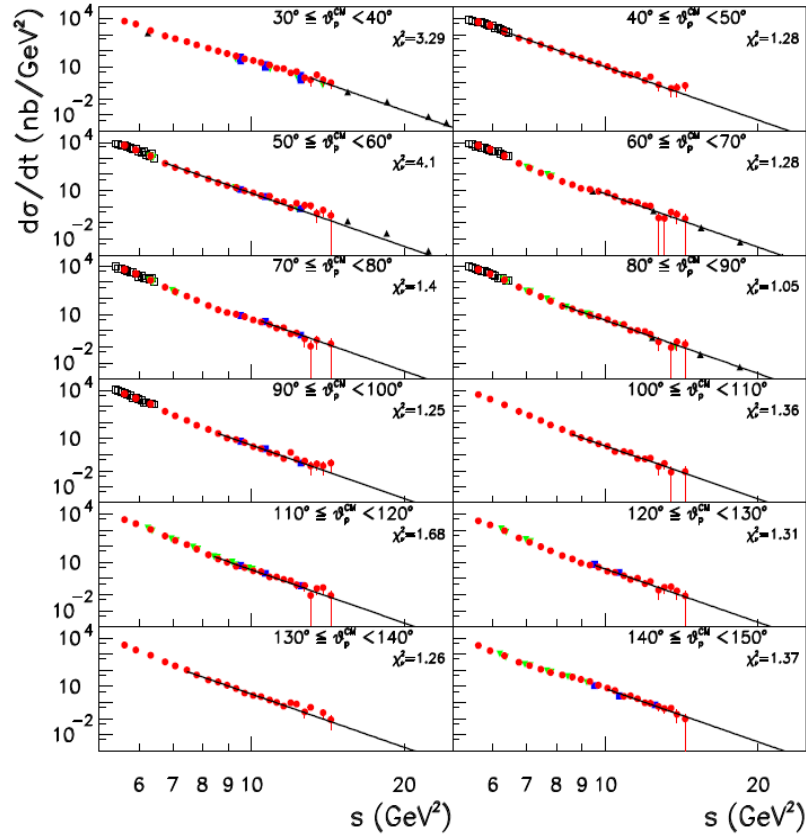


Figure 8: Fits of the cross sections $d\sigma/dt$ to s^{-11} for $P_T \geq P_T^{th}$ and proton angles between 30° and 150° (solid lines). Data are from CLAS (full/red circles), Mainz (open/black squares), SLAC (full-down/green triangles), JLab Hall A (full/blue squares) and Hall C (full-up/black triangles). Also shown in each panel is the χ^2_ν value of the fit. From Ref. [160].

$$s^{11} \frac{d\sigma}{dt} (\gamma d \rightarrow pn) \sim \text{constant at fixed CM angle}$$

Indication of asymptotic scaling in the reactions $dd \rightarrow p^3\text{H}$, $dd \rightarrow n^3\text{He}$ and $pd \rightarrow pd$

Yu. N. Uzikov¹⁾

Joint Institute for Nuclear Research, LNP, 141980 Dubna, Moscow region, Russia

Submitted 11 January 2005

Resubmitted 28 February 2005

It is shown that the differential cross sections of the reactions $dd \rightarrow n^3\text{He}$ and $dd \rightarrow p^3\text{H}$ measured at c.m.s. scattering angle $\theta_{cm} = 60^\circ$ in the interval of the deuteron beam energy 0.5–1.2 GeV demonstrate the scaling behaviour, $d\sigma/dt \sim s^{-22}$, which follows from constituent quark counting rules. It is found also that the differential cross section of the elastic $dp \rightarrow dp$ scattering at $\theta_{cm} = 125^\circ$ – 135° follows the scaling regime $\sim s^{-16}$ at beam energies 0.5–5 GeV. These data are parameterized here using the Reggeon exchange.

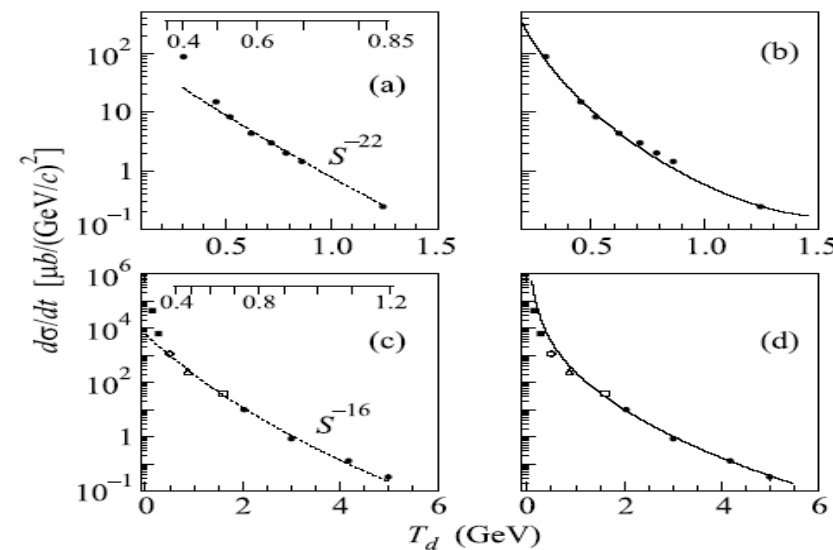


Fig.2. The differential cross section of the $dd \rightarrow n^3\text{He}$ and $dd \rightarrow p^3\text{H}$ reactions at $\theta_{cm} = 60^\circ$ (a), (b) and $dp \rightarrow dp$ at $\theta_{cm} = 127^\circ$ (c), (d) versus the deuteron beam kinetic energy. Experimental data in (a), (b) are taken from [20]. In (c), (d), the experimental data (black squares), ($\circ$), ($\triangle$), ($\square$) and ($\bullet$) are taken from [22–26], respectively. The dashed curves give the s^{-22} (a) and s^{-16} (c) behaviour. The full curves show the result of calculations using Regge formalism given by Eqs. (2), (3), (4) with the following parameters: (b) – $C_1 = 1.9 \text{ GeV}^2$, $R_1^2 = 0.2 \text{ GeV}^{-2}$, $C_2 = 3.5$, $R_2^2 = -0.1 \text{ GeV}^{-2}$; (d) – $C_1 = 7.2 \text{ GeV}^2$, $R_1^2 = 0.5 \text{ GeV}^{-2}$, $C_2 = 1.8$, $R_2^2 = -0.1 \text{ GeV}^{-2}$. The upper scales in (a) and (c) show the relative momentum q_{pn} (GeV/c) in the deuteron for the ONE mechanism

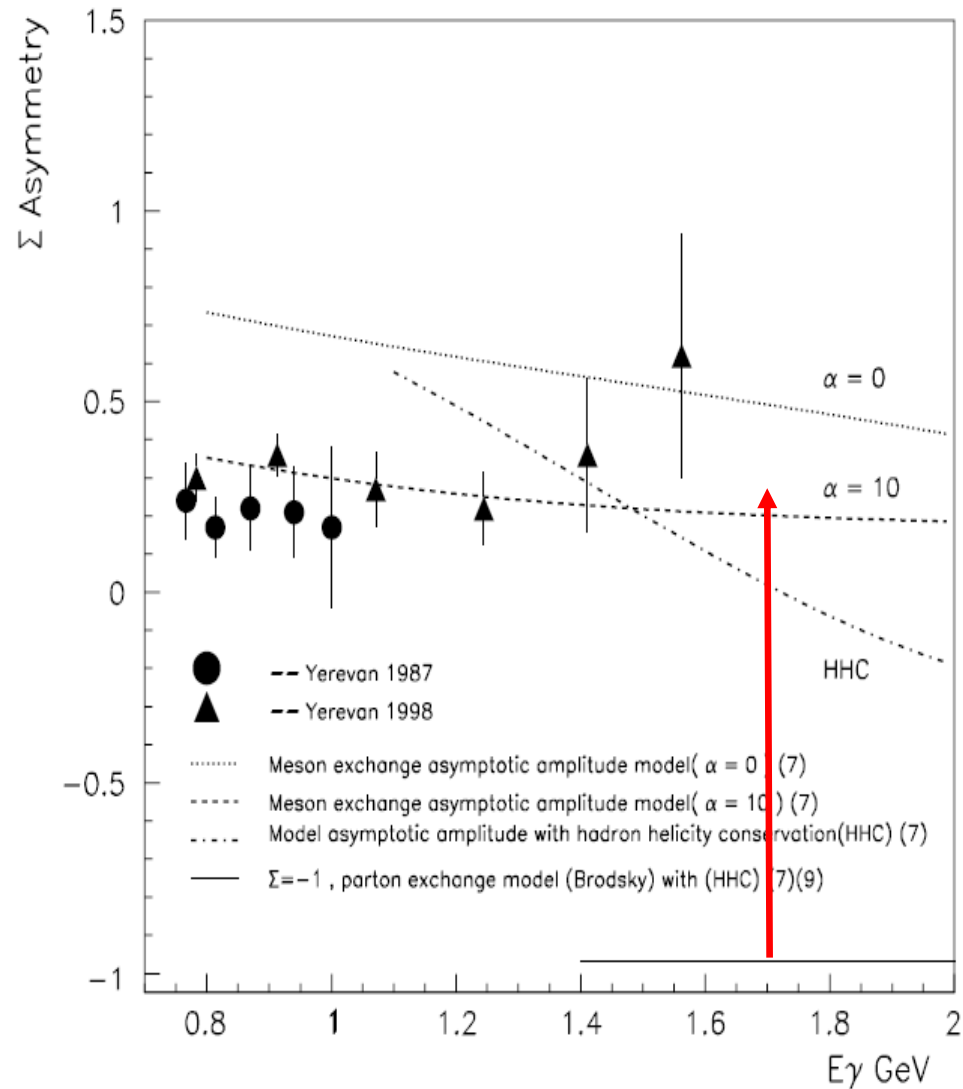


Fig. 8. The energy dependence of the cross-section asymmetry Σ for $\theta_p = 90^\circ$ in the cms.

Measurement of the cross-section asymmetry of deuteron photodisintegration process by linearly polarized photons in the energy range $E_\gamma = 0.8\text{--}1.6$ GeV

F. Adamian¹, A. Aganians¹, Yu. Borzunov², S. Chumakov², N. Demekhina¹, G. Frangulian¹, L. Golovanov², V. Grabski^{1,a}, A. Hairapetian¹, H. Hakobyan¹, I. Keropian¹, I. Lebedev¹, Zh. Manukian¹, N. Moroz², G. Movsesian¹, E. Muradian¹, A. Oganesian¹, R. Oganezov¹, Yu. Panebratsev², M. Rekalov³, S. Shimanski², A. Sirunian¹, H. Torosian¹, A. Tsvenev², H. Vartapetian¹, and V. Volchinski¹

¹ Yerevan Physics Institute, Armenia

² Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

³ Kharkov Institute of Physics and Technology, Kharkov, Ukraine

$$\Sigma = (N_n \rightarrow -N_n \uparrow) / (\bar{P}_\gamma \uparrow N_n \rightarrow +\bar{P}_\gamma \rightarrow N_n \uparrow)$$

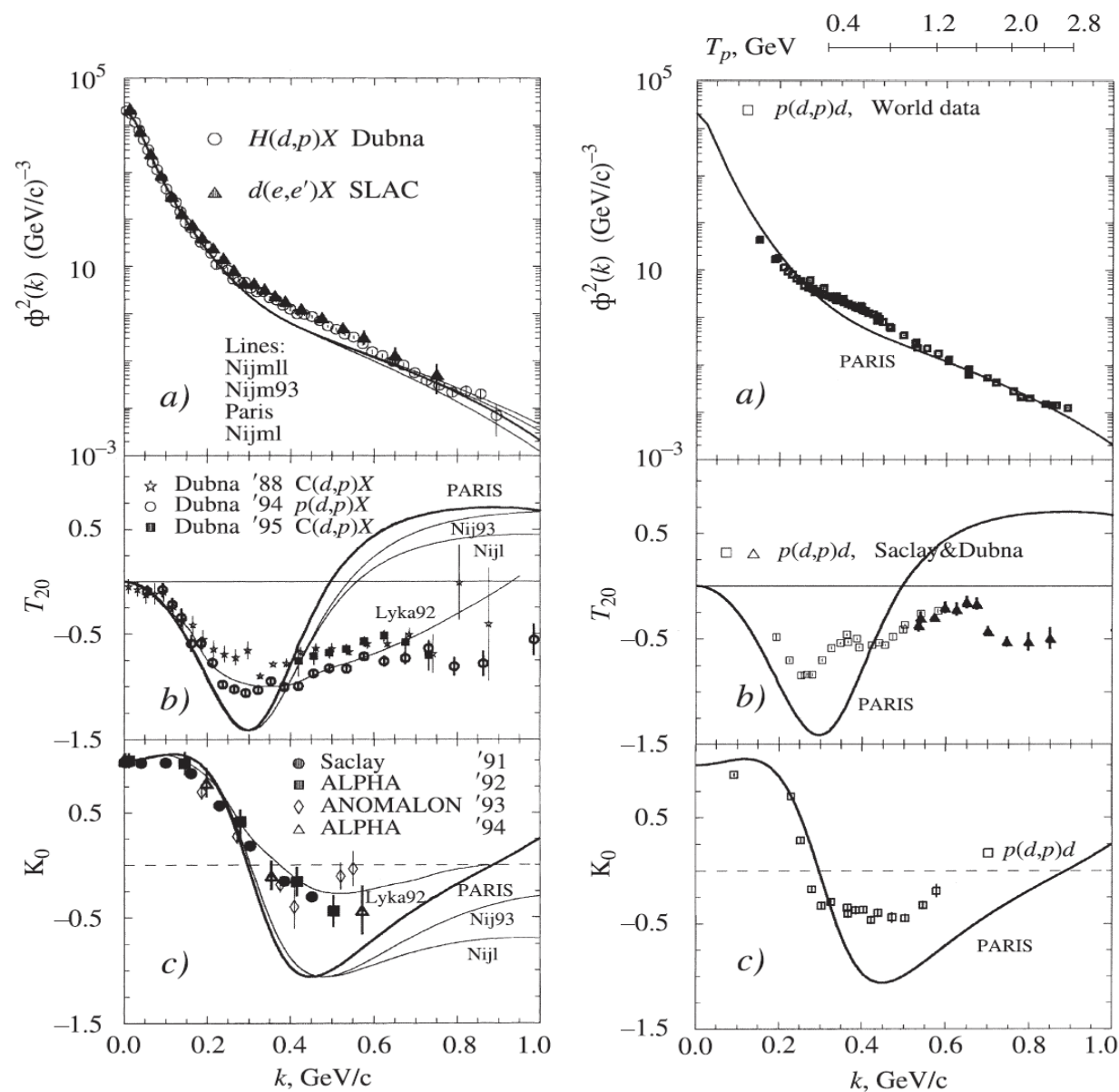


Рис. 5. Сводка данных экспериментов по фрагментации (слева) и упругому рассеянию «назад» (справа) поляризованных и неполяризованных дейтронов

Как разобраться с проблемами перечисленными выше?

NN Elastic scattering with polarized deuteron beams :

$$p \uparrow + p \uparrow \rightarrow p \uparrow + p \uparrow \quad \text{for calibration}$$

$$\left. \begin{array}{l} p \uparrow + n \uparrow \rightarrow p \uparrow + n \uparrow \\ n \uparrow + n \uparrow \rightarrow n \uparrow + n \uparrow \end{array} \right\} \text{New data!}$$

By the way we will have the
counting rules verification!

pd, nd and dd - too!

TABLE I. Proton-proton elastic scattering cross sections at 90° in the center-of-mass system.

$P_{\text{c.m.}}^2$ (GeV/c) ²	P_0 (GeV/c)	$(d\sigma/d\Omega)_{\text{c.m.}}$ ($\mu\text{b/sr}$)	$(d\sigma/dt)_{\text{c.m.}}$ $\mu\text{b}/(\text{GeV}/c)^2$	Error in $d\sigma/d\Omega$ & $d\sigma/dt$ %
1.946	5.0	8.51	13.74	2.9
1.993	5.1	7.90	12.45	3.3
2.039	5.2	7.09	10.93	3.1
2.086	5.3	6.49	9.77	3.6
2.132	5.4	5.53	8.15	3.1
2.178	5.5	4.90	7.07	3.4
2.223	5.6	4.47	6.32	3.1
2.270	5.7	3.72	5.15	3.3
2.316	5.8	3.37	4.57	3.3
2.363	5.9	2.74	3.64	3.5
2.409	6.0	2.44	3.18	3.1
2.456	6.1	2.19	2.80	3.7
2.503	6.2	1.83	2.30	3.7
2.595	6.4	1.50	1.82	3.7
2.686	6.6	1.07	1.25	4.7
2.779	6.8	0.796	0.900	4.7
2.873	7.0	0.645	0.706	4.1
2.965	7.2	0.515	0.546	4.0
3.059	7.4	0.386	0.396	4.8
3.151	7.6	0.305	0.304	5.4
3.247	7.8	0.253	0.245	4.5
3.338	8.0	0.217	0.204	4.5
3.386	8.1	0.169	0.157	3.9
3.434	8.2	0.172	0.157	4.4
3.480	8.3	0.154	0.139	3.8
3.527	8.4	0.153	0.136	4.6
3.618	8.6	0.127	0.110	4.6
3.713	8.8	0.103	0.0871	4.8
3.806	9.0	0.0809	0.0667	4.6
3.897	9.2	0.0780	0.0629	4.3
3.992	9.4	0.0676	0.0532	5.3
4.084	9.6	0.0589	0.0453	4.9
4.178	9.8	0.0536	0.0403	4.7
4.272	10.0	0.0468	0.0344	4.9
4.364	10.2	0.0441	0.0318	4.8
4.461	10.4	0.0386	0.0272	4.7
4.554	10.6	0.0356	0.0246	4.8
4.644	10.8	0.0303	0.0205	4.9
4.739	11.0	0.0284	0.0188	5.5
4.831	11.2	0.0255	0.0166	5.4
4.924	11.4	0.0202	0.0129	5.4
5.018	11.6	0.0190	0.0119	5.2
5.112	11.8	0.0153	0.00940	5.4
5.208	12.0	0.0143	0.00862	5.4
5.299	12.2	0.0118	0.00699	5.3
5.392	12.4	0.0116	0.00676	5.4
5.490	12.6	0.00953	0.00545	6.3
5.579	12.8	0.00867	0.00488	5.7
5.674	13.0	0.00739	0.00409	5.9
5.770	13.2	0.00722	0.00393	7.1
5.861	13.4	0.00525	0.00281	5.7

The rate for
 $L \sim 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ c}^{-1}$:

$\sim 0.2 \text{ c}^{-1}$

$\sim 0.01 \text{ c}^{-1}$

Exclusive NN study at $x_T \sim 1$ for $\sqrt{s_{NN}} < 5 \text{ GeV}$

$$N \uparrow + N \uparrow \rightarrow BB + MM$$

$$B (p, n, \Lambda, \Delta, \Sigma \dots), M (\pi, K, \dots)$$

Mechanisms of hyperons polarization

$$N \uparrow N \uparrow \rightarrow NN$$



$$N \uparrow N \uparrow \rightarrow BB + \pi\pi(KK)$$

$$N \uparrow N \uparrow \rightarrow \Delta\Delta$$

Detail vertexes studies and spin structure of the interaction vertexes:

$q + (q) - (\text{quark} - \text{quark})$

$q + (qq) - (\text{quark} - \text{diquark})$

$(qq) + (qq) - (\text{diquark} - \text{diquark})$

How can we get evidence for the existence of diquarks?

Physics of Atomic Nuclei, Vol. 85, No. 2, 2022

arXiv:2109.12025v1 [hep-ph] 24 Sep 2021

Qualitative analysis of proton inelastic scattering for diquark searching

VLADIMIR V. BYTEV,^{a1} STEPAN. S. SHIMANSKIY^a

^a Joint Institute for Nuclear Research,
141980 Dubna (Moscow Region), Russia

Abstract

In this paper we discuss exclusive reactions which analysis can be used to receive direct indication of diquark existence. We make estimations of diquark scattering process measurement in inelastic proton-proton collisions. It was shown that putting special restrictions over kinematics and particles in final state of process it will be possible to enhance potential diquark contribution to scattering up to 10^4 .

We put qualitative characteristics of process with diquark and ways to distinguish it from quark scattering in model-independent way.

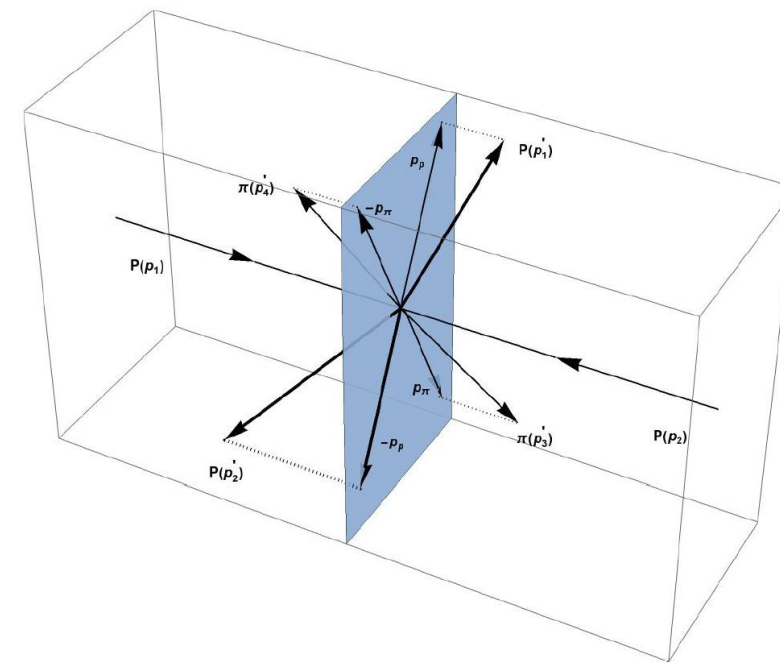


Figure 4: Kinematics of particles in pp collision in the case of diquark-diquark scattering.

High p_T exclusive reactions -> MPI

$$\frac{d\sigma(pp \rightarrow pp\pi^0\pi^0)}{d\sigma(pp \rightarrow pp\pi^+\pi^-)} \approx \frac{12}{7} \approx 1.7$$

With uu and ud diquarks

$$p \uparrow + p \uparrow \rightarrow B + B + M \overline{M}$$

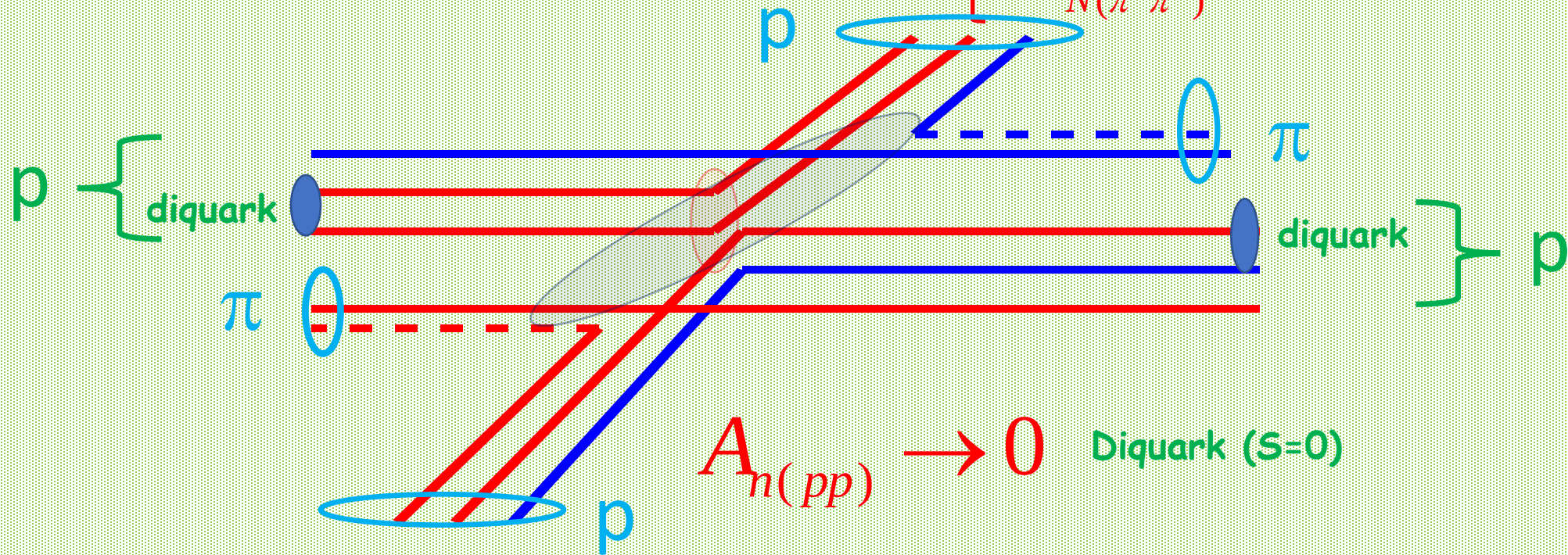
$$p \uparrow + p \uparrow \rightarrow p + p + \pi^0 \pi^0 (\pi^+ \pi^-)$$

$$R = \frac{N(\pi^+ \pi^-)}{N(\pi^0 \pi^0)} = \frac{2}{7}$$

Without diquark

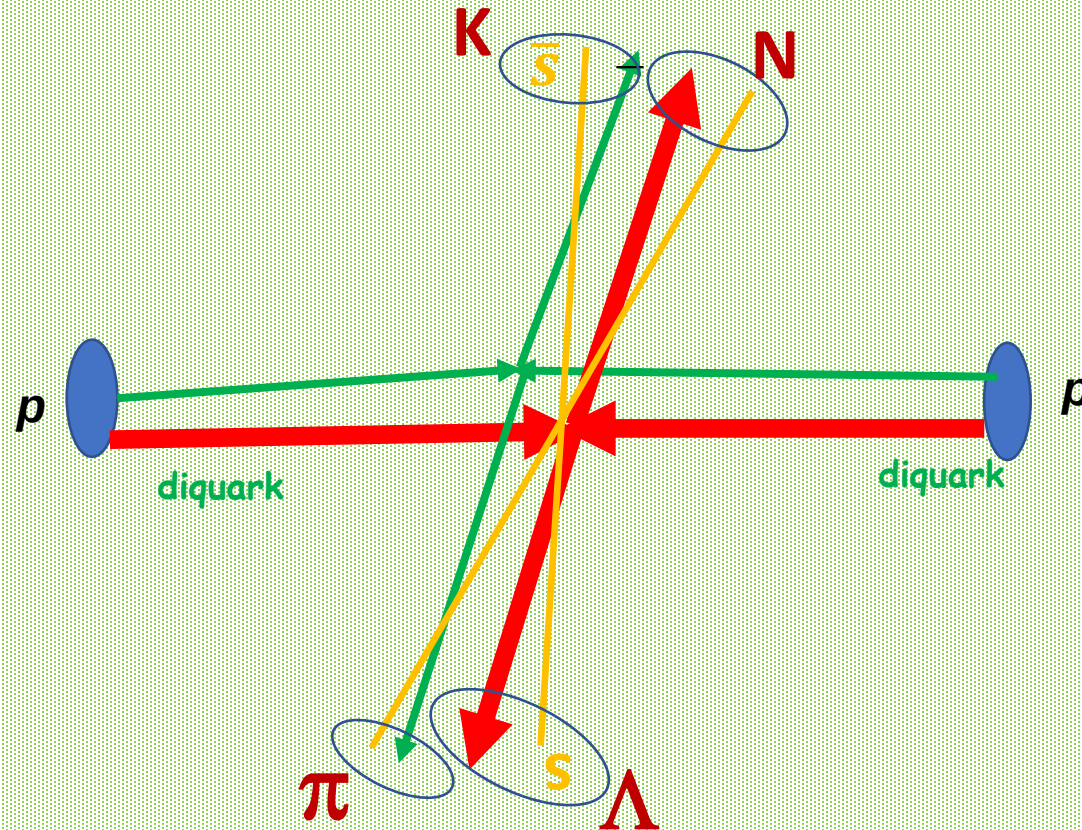
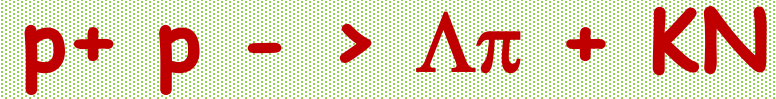
$$R = \frac{N(\pi^+ \pi^-)}{N(\pi^0 \pi^0)} \rightarrow 0$$

Diquark ud only



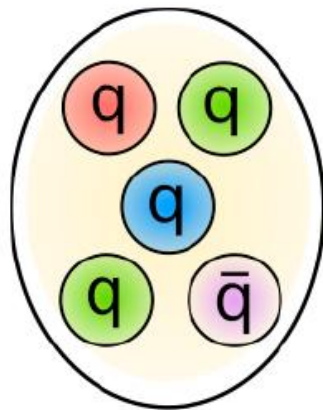
$$A_{n(pp)} \rightarrow 0 \quad \text{Diquark (S=0)}$$

High p_T exclusive reactions -> MPI

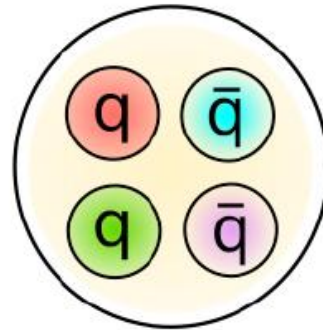


Tetraquarks in the light meson sector

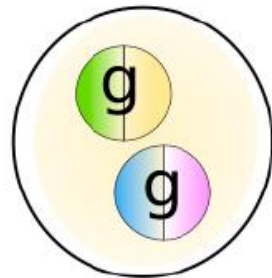
Light meson sector: scalars!



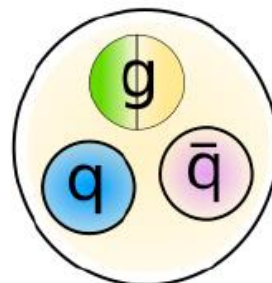
Pentaquark



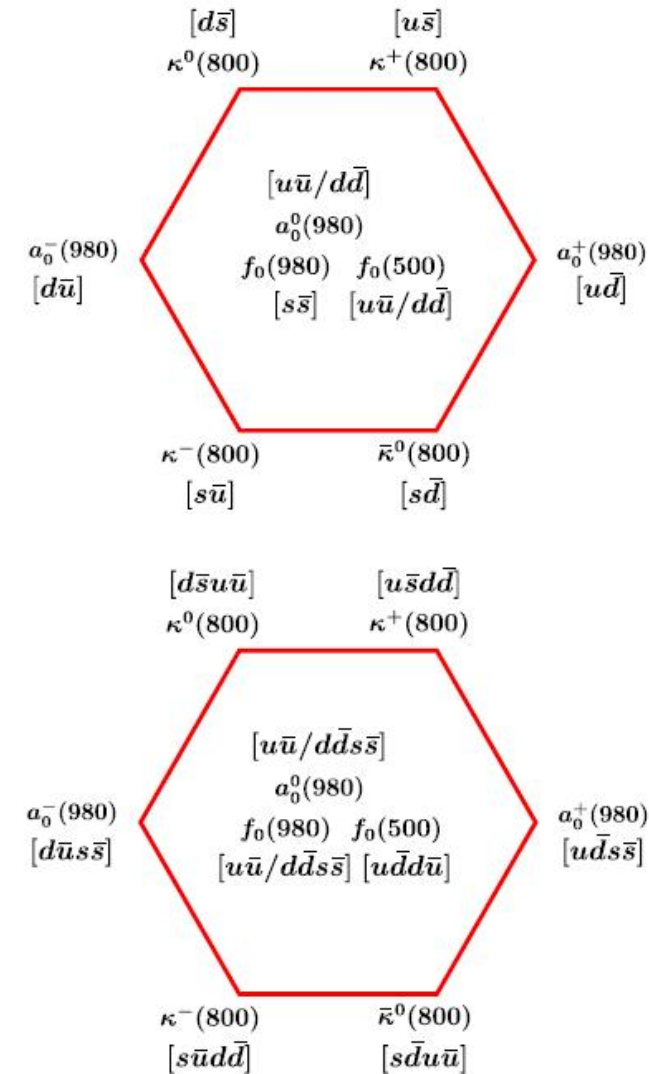
Tetraquark



Glueball

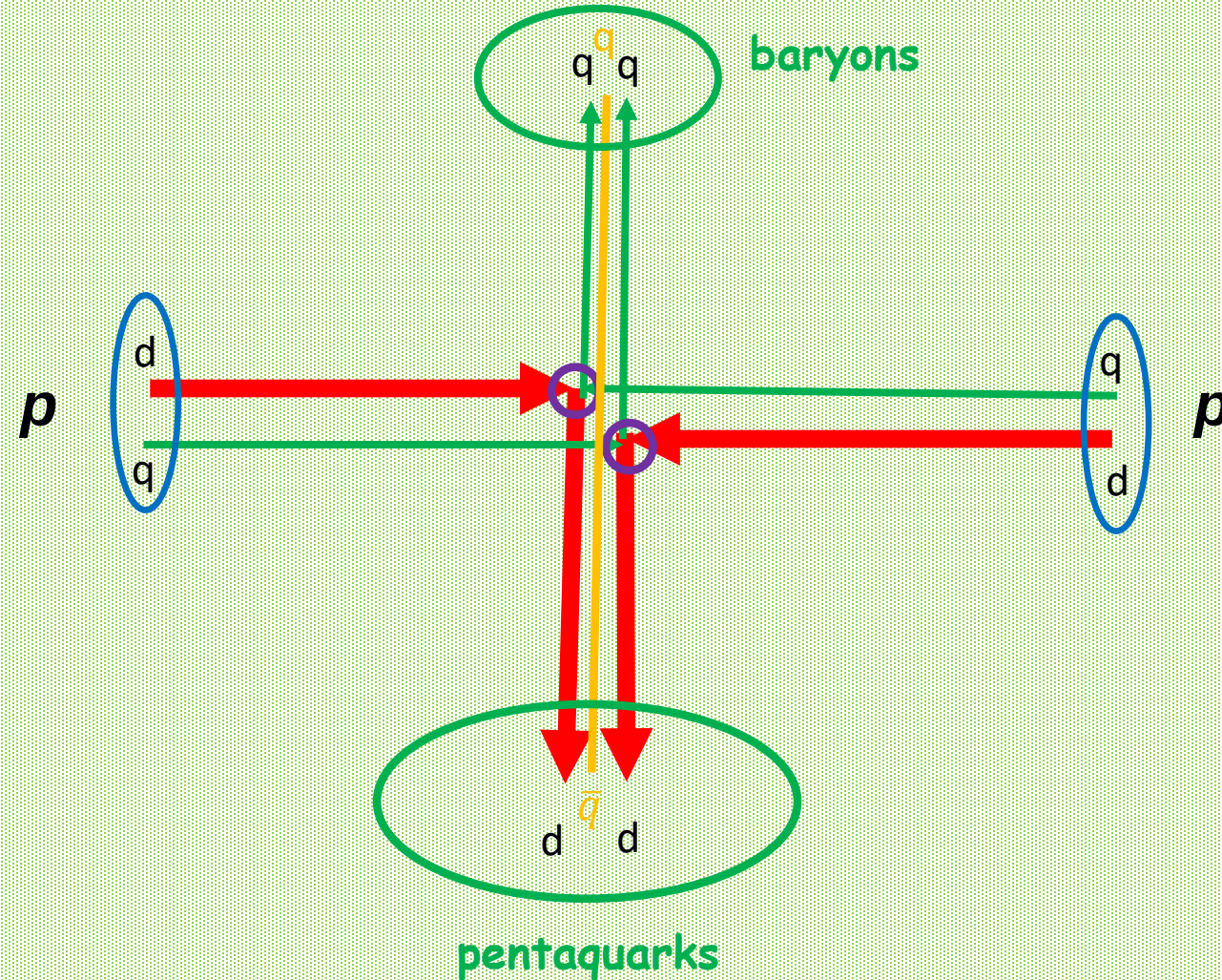


Hybrid



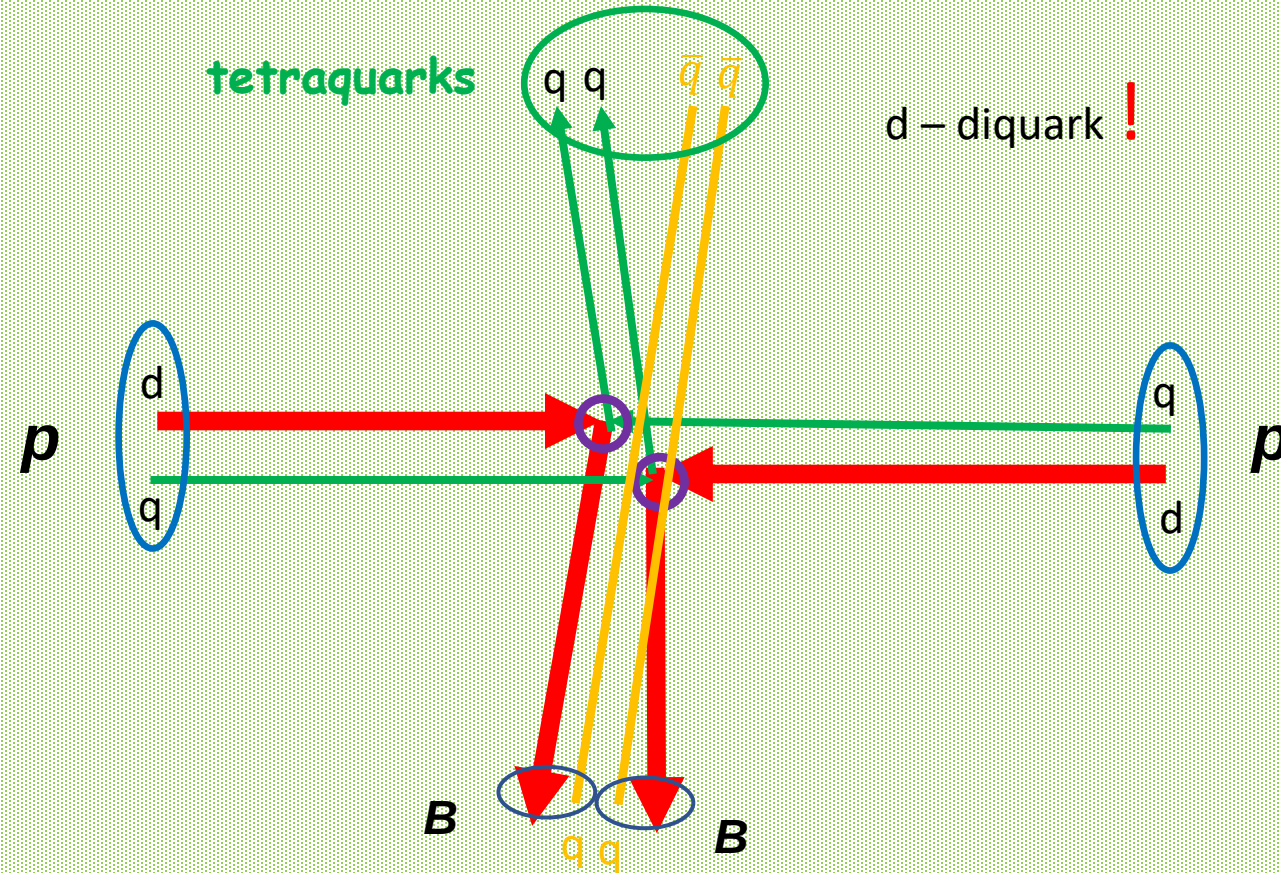
Exotic states production

pp - reactions with **direct pentaquarks production**



Exotic states production

pp - reactions with direct tetraquarks production



КУМУЛЯТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ

РАССЕЯНИЕ ЧАСТИЦ ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИИ КАК МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛОНУКЛОННЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ В ДЕЙТОНЕ И ЯДРАХ

М. И. Стрикман, Л. Л. Франкфурт

Ленинградский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова, Ленинград

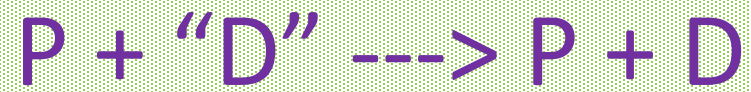
КУМУЛЯТИВНЫЕ НУКЛОНЫ И КОРОТКОДЕЙСТВУЮЩИЕ КОРРЕЛЯЦИИ В ЯДРЕ

М.И.Стрикман и Л.Л.Франкфурт

572 М. И. СТРИКМАН, Л. Л. ФРАНКФУРТ

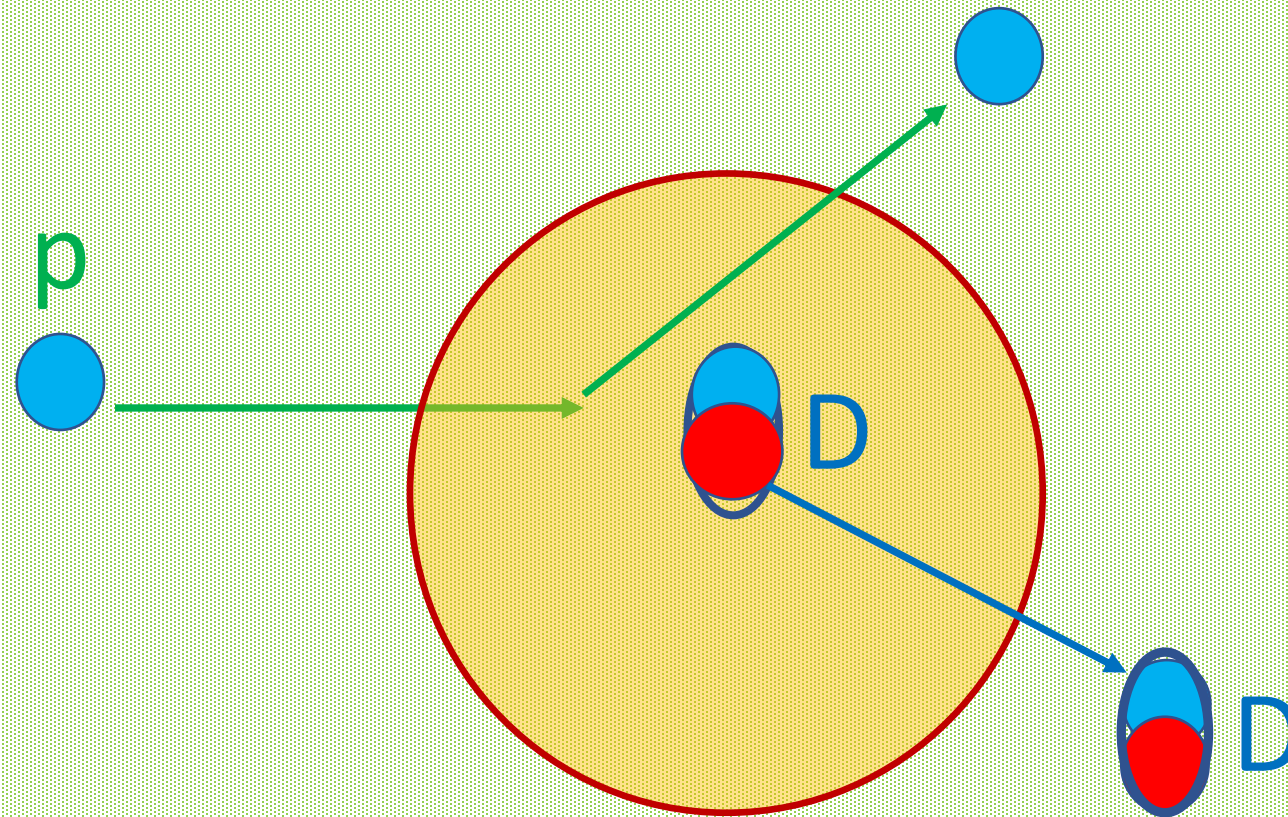
малых расстояний в ядрах и о способе их описания представляет самостоятельный интерес. Цель обзора — показать, что отбор событий, содержащих кумулятивные частицы, увеличивает относительный вклад от конфигураций в волновой функции ядра, содержащих несколько нуклонов (два, три) на малых относительных расстояниях *. (Кумулятивными частицами мы, следуя [6], называем вторичные частицы, образующиеся в кинематической области, запрещенной для рассеяния на свободном нуклоне. Независимо от теоретической интерпретации этот термин удобен для обозначения указанной кинематической области.)

6. Балдин А. М. — Краткие сообщ. по физике, 1971, т. 1, с. 35.



Рассеяние

G.A. Leksin



L.S. Azhgirei et al.

- [1] Л. С. Ажгирей, И. К. Взорев, В. П. Зрелов, М. Г. Мещеряков,
Б. С. Неганов, А. Ф. Шабудин. ЖЭТФ, этот выпуск, стр. 1185.
[2] Г. А. Лексин. ЖЭТФ, 32, 445, 1957.

Выбивание

ON THE FLUCTUATIONS OF NUCLEAR MATTER

D. I. BLOKHINTSEV

Joint Institute for Nuclear Research

Submitted to JETP editor July 1, 1957

J. Exptl. Theoret. Phys. (U.S.S.R.) 33, 1295-1299 (November, 1957)

It is shown that the production of energetic nuclear fragments in collisions with fast nucleons can be interpreted in terms of collisions of the incoming nucleon with the density fluctuations of the nuclear matter.

1. INTRODUCTION

THE motion of nucleons in nuclei can result in short-lived tight nucleon clusters, in other words, in density fluctuations of nuclear matter. Since such clusters are relatively far removed from the other nucleons of the nucleus, they become atomic nuclei of lower mass in a state of fluctuating compression.

In their study of the scattering of 675-Mev protons by light nuclei, Meshcheriakov and coworkers^{1,2} observed recently certain effects which confirm the existence of such fluctuations, at least for the simplest nucleon-pair fluctuations, which lead to the formation of a compressed deuteron.



Краткие сообщения по физике № 1 январь 1971

ФИАН

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

А. М. Баллин

Пучки частиц высоких энергий по 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. Возни-

е получатся ли в результате ядер, например, неона, пучки вторичных частиц, терпеховском ускорителе? г вопрос означал бы, что ядер, обладающих более о бы сравнительно деше- ги получить пучки частиц

рассмотреть этот вопрос казания. жности передача большой ельному (например, сло-

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

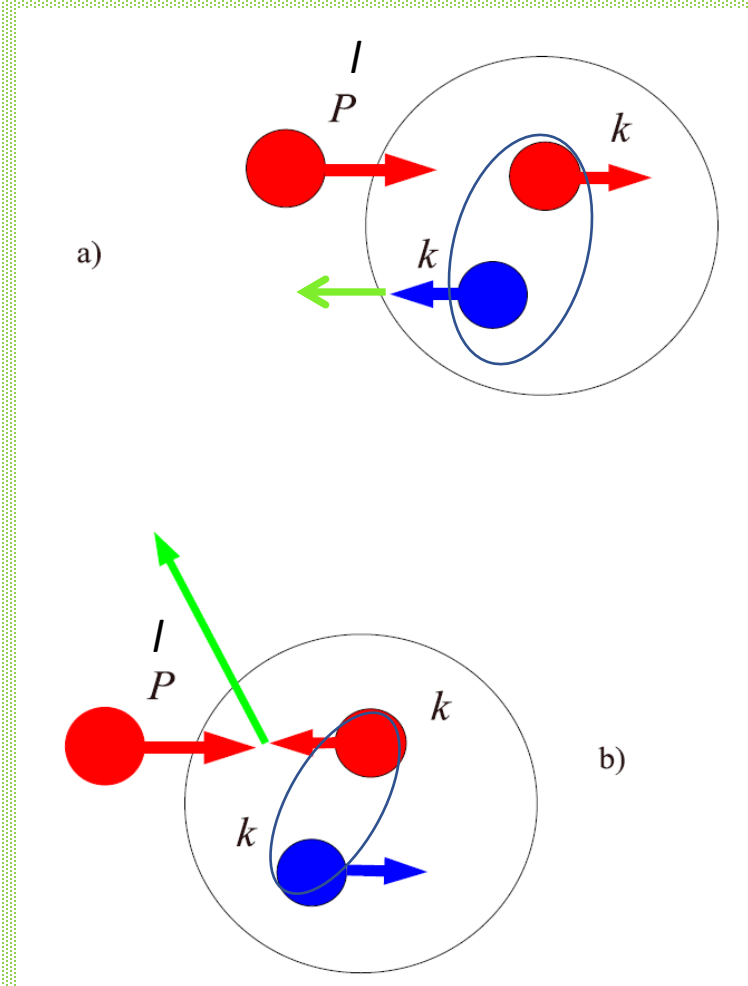
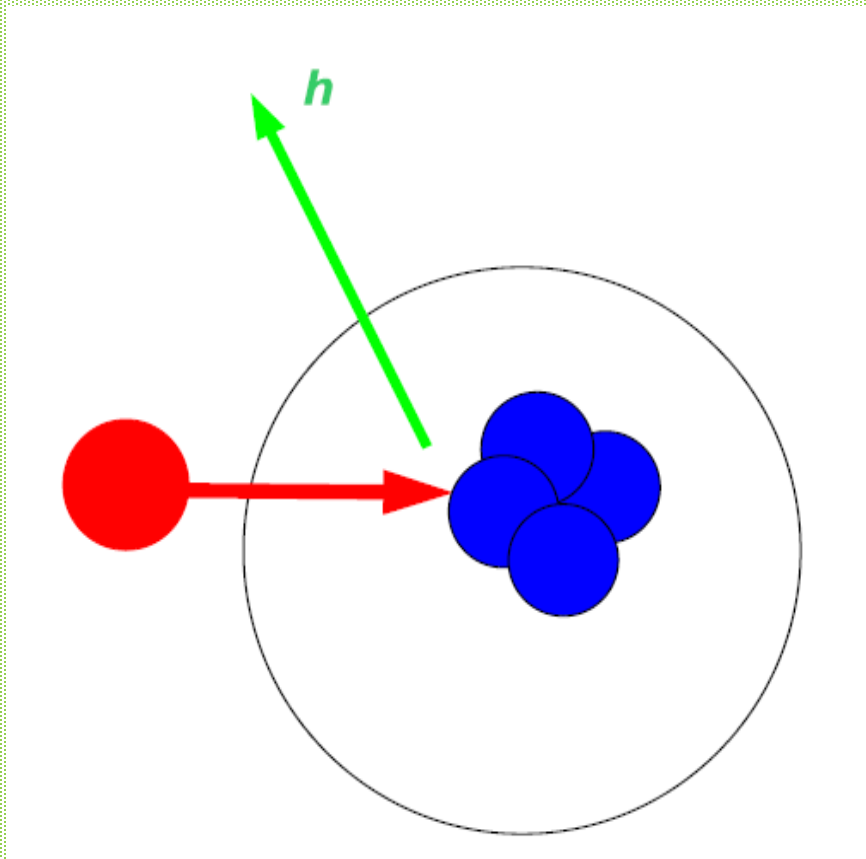
1. Л. И. Седов. Методы подобия и размерности в механике. ГИТТЛ, Москва, 1957 г.
2. К. П. Станюкевич. Неустановившиеся движения сплошной среды. ГИТТЛ, Москва, 1958 г.
3. J. D. Bjorken. Phys. Rev., 179, 1547 (1969).
4. В. А. Матвеев, Р. М. Мурадян, А. Н. Тахвеладзе. Сообщения ОИЯИ P2-4578, 1969 г.
5. В. А. Матвеев, Р. М. Мурадян, А. Н. Тахвеладзе. Сообщения ОИЯИ E2-4968, 1970 г.
6. Ю. Б. Бушнин, Ю. П. Горин, С. П. Денисов и др. Ядерная физика, 10, 585 (1969).

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.

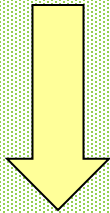
"SRC" + коалесценция

"Fluctons"

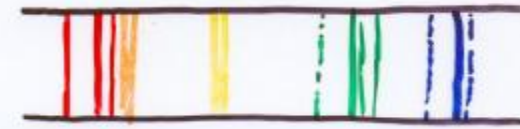
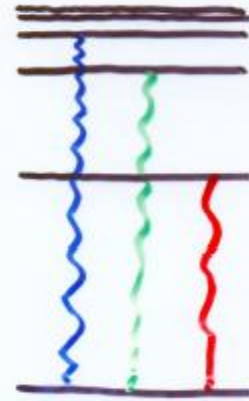


Structure of Matter

Two ways that
structure is
revealed:



1. SPECTRA



2. SCATTERING FROM "HARD" CENTRES

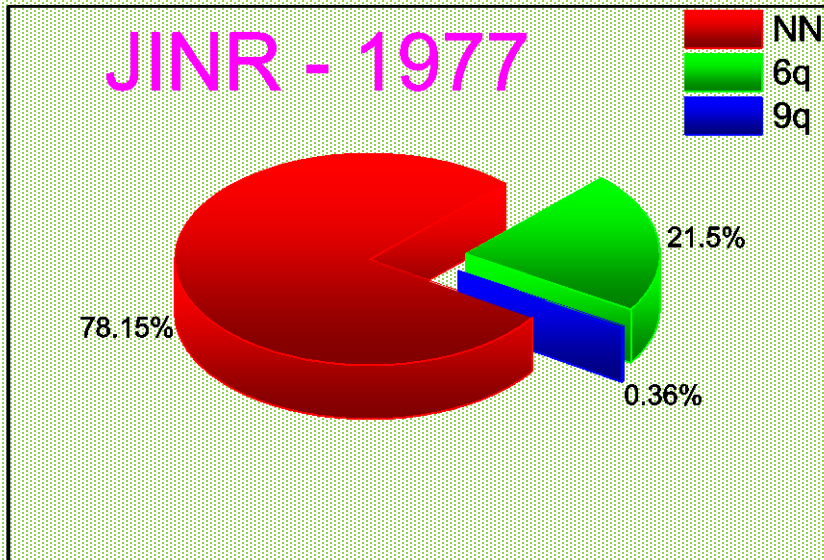


True from atoms
to particles.....

^{12}C - structure

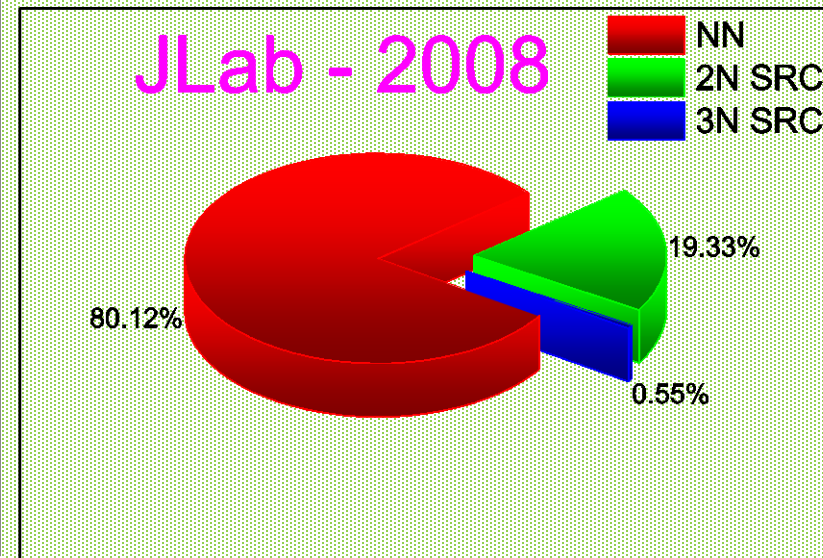
RNP - program at JINR

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]



ЕДИНЫЙ АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНКЛЮЗИВНЫХ СЕЧЕНИЙ
РОЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ С БОЛЬШИМИ ПОПЕРЕЧНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ
И АДРОНОВ КУМУЛЯТИВНОГО ТИПА

В.С.Ставинский

Предложен единый алгоритм вычисления инклюзивных сечений рождения частиц с большими поперечными импульсами и адронов кумулятивного типа. Возможность единого описания этих процессов обусловлена введением нового аргумента – минимальной энергии сталкивающихся конститuentов, необходимой для рождения наблюдаемой частицы. Проведено сравнение с экспериментальными данными.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

$$(X_I \cdot M_I) + (X_{II} \cdot M_{II}) \rightarrow m_c + [X_I \cdot M_I + X_{II} \cdot M_{II} + m_2]$$

$$S_{\min}^{1/2} = \min(S^{1/2}) = \min[(X_I \cdot P_I + X_{II} \cdot P_{II})^{1/2}]$$

ВОЗМОЖЕН ЛИ ЕДИНЫЙ ПОДХОД К ПОДПОРОГОВЫМ И КУМУЛЯТИВНЫМ ПРОЦЕССАМ В РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ?

А.А.Балдин*

Предлагается единый подход к описанию подпороговых, кумулятивных и дважды кумулятивных процессов на основе гипотезы об автомодельности релятивистских ядерных столкновений. Расчеты, проведенные в рамках предложенной модели, сравниваются с разнообразными экспериментальными данными.

Работа выполнена в Институте ядерных исследований РАН, Москва.

$$П = \frac{1}{2} (X_I^2 + X_{II}^2 + 2 \cdot X_I \cdot X_{II} \cdot \gamma_{I,II})^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2 \cdot m} \cdot S_{\min}^{\frac{1}{2}}$$

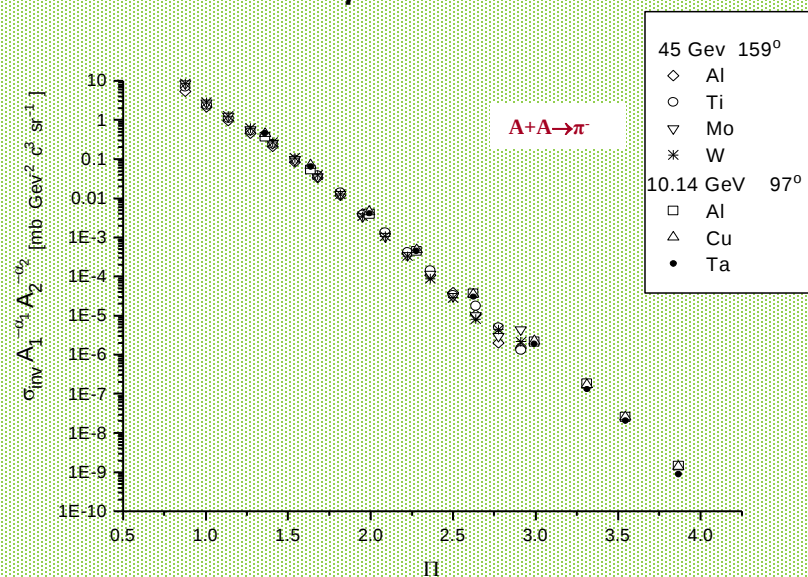
$$\gamma_{I,II} = \frac{(P_I \cdot P_{II})}{M_I \cdot M_{II}}$$

Inclusive data parameterization

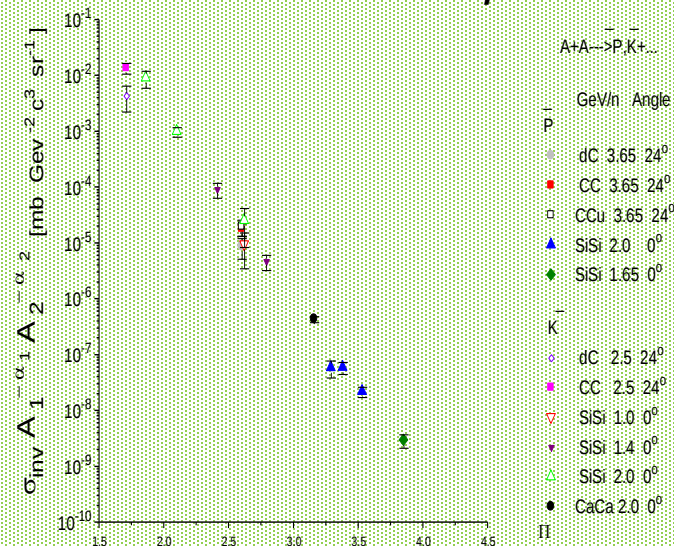
$$E \cdot \frac{d^3\sigma}{dp^3} = C_1 \cdot A_I^{\frac{1}{3} + \frac{X_I}{3}} \cdot A_{II}^{\frac{1}{3} + \frac{X_{II}}{3}} \cdot \exp\left(-\frac{\Pi}{C_2}\right),$$

$$C_1 = 2200[mb \cdot GeV^{-2} \cdot c^3 \cdot sr^{-1}], C_2 = 0.127$$

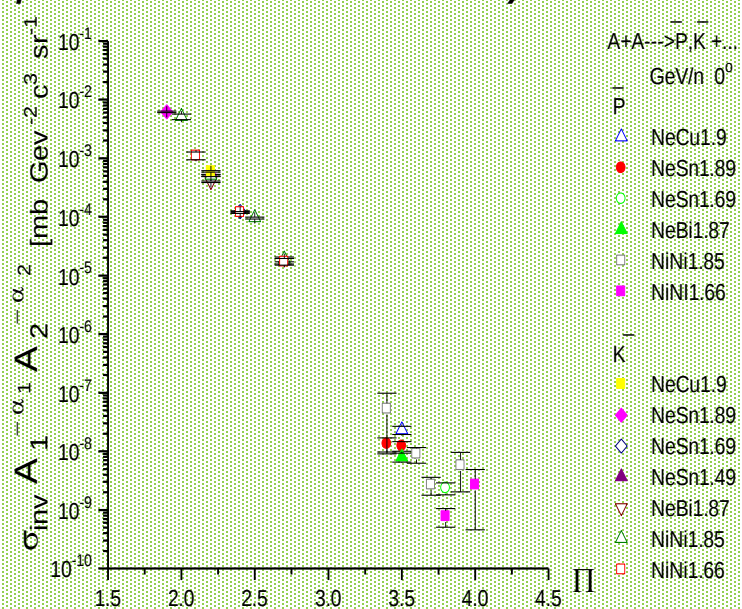
Cumulative processes.



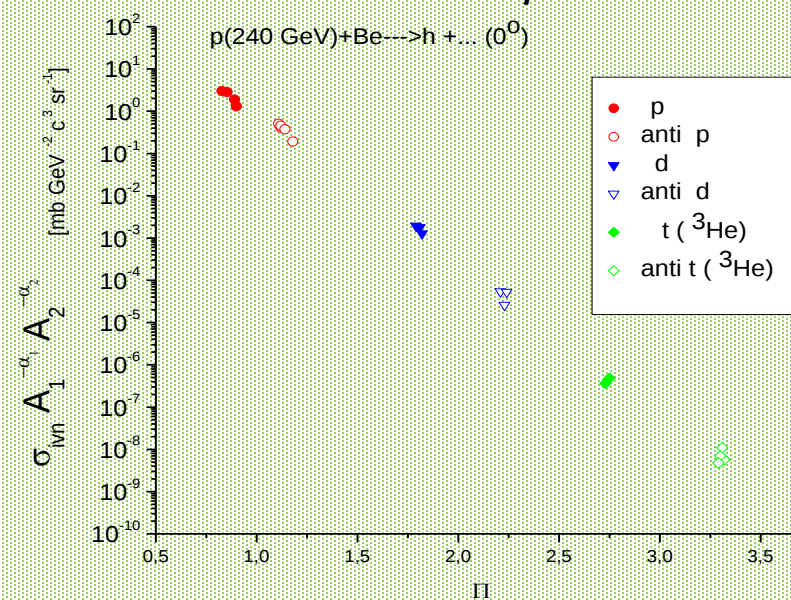
Twice cumulative processes.



Twice cumulative deep subthreshold processes with heavy nuclei.

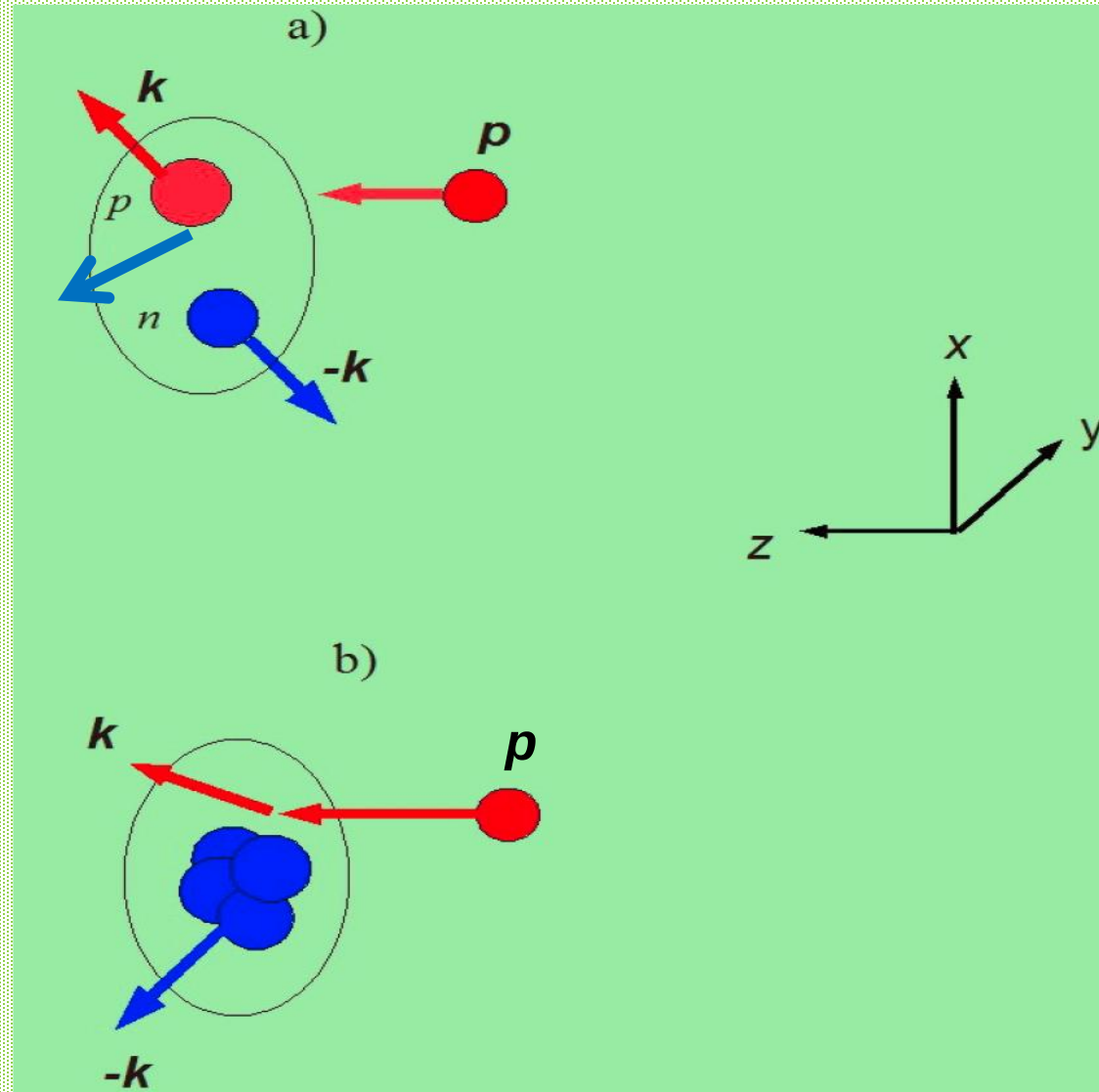


Antimatter production.



Knot out cold dense nuclear configurations

SRC configuration



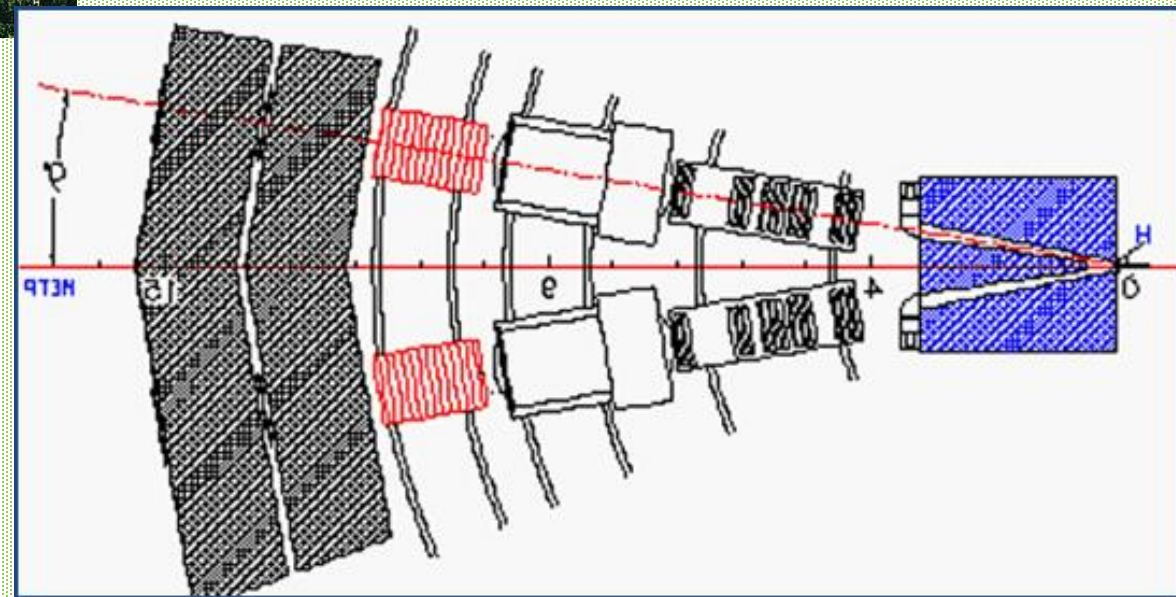
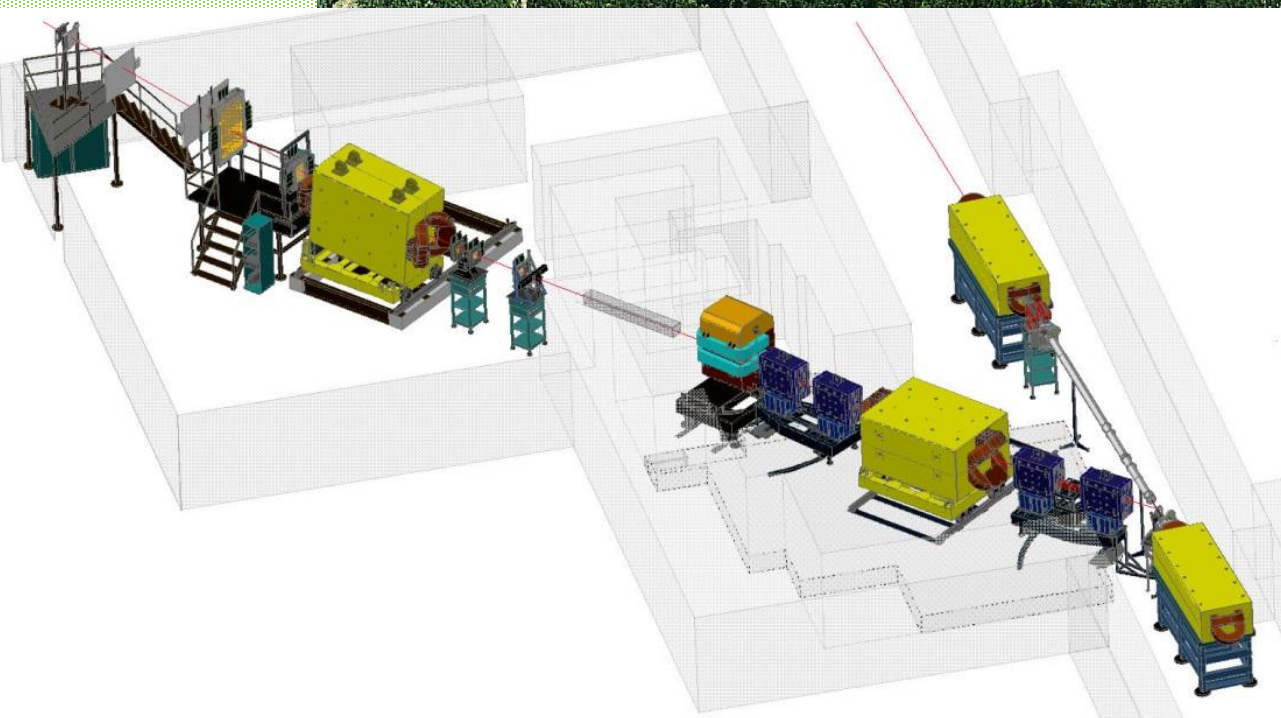
Multiquark
configuration



IHEP, Protvino

SPIN

FODS



ISSN 1063-7788, *Physics of Atomic Nuclei*, 2022, Vol. 85, No. 3, pp. 282–288. §c Pleiades Publishing, Ltd., 2022. Russian Text §c The Author(s), 2022, published in *Yadernaya Fizika*, 2022, Vol. 85, No. 3, pp. 209–215.

ELEMENTARY PARTICLES AND FIELDS

Experiment

Production of High-Transverse-Momentum Deuterons and Tritons at an Angle of 40° in Proton–Nucleus Interactions at a Beam Energy of 50 GeV

N. N. Antonov¹⁾, V. A. Viktorov¹⁾, V. A. Gapienko^{1)*}, G. S. Gapienko¹⁾,
V. N. Gres'¹⁾, A. F. Prudkoglyad¹⁾, V. A. Romanovskii¹⁾, A. A. Semak¹⁾,
I. P. Solodovnikov¹⁾, V. I. Terekhov¹⁾, M. N. Ukhanov¹⁾, and S. S. Shimanskii²⁾

Received December 27, 2021; accepted January 5, 2022

Abstract—Data on the production of positively charged particles emitted at an angle of 40° (in the laboratory frame) with transverse momenta of up to 2.7 GeV/c in the interaction of 50-GeV/c protons with carbon, aluminum, copper, and nuclear targets are presented. Particular attention is given to studying the production of extremely light nuclear fragments, such as deuterons (d) and tritons (t). **An analysis of data on d and t particles gives grounds to state that these fragments arise via a local mechanism of their direct knockout from nuclei. The results in question were obtained in the SPIN experiment at the Institute for High Energy Physics (IHEP, Protvino).**

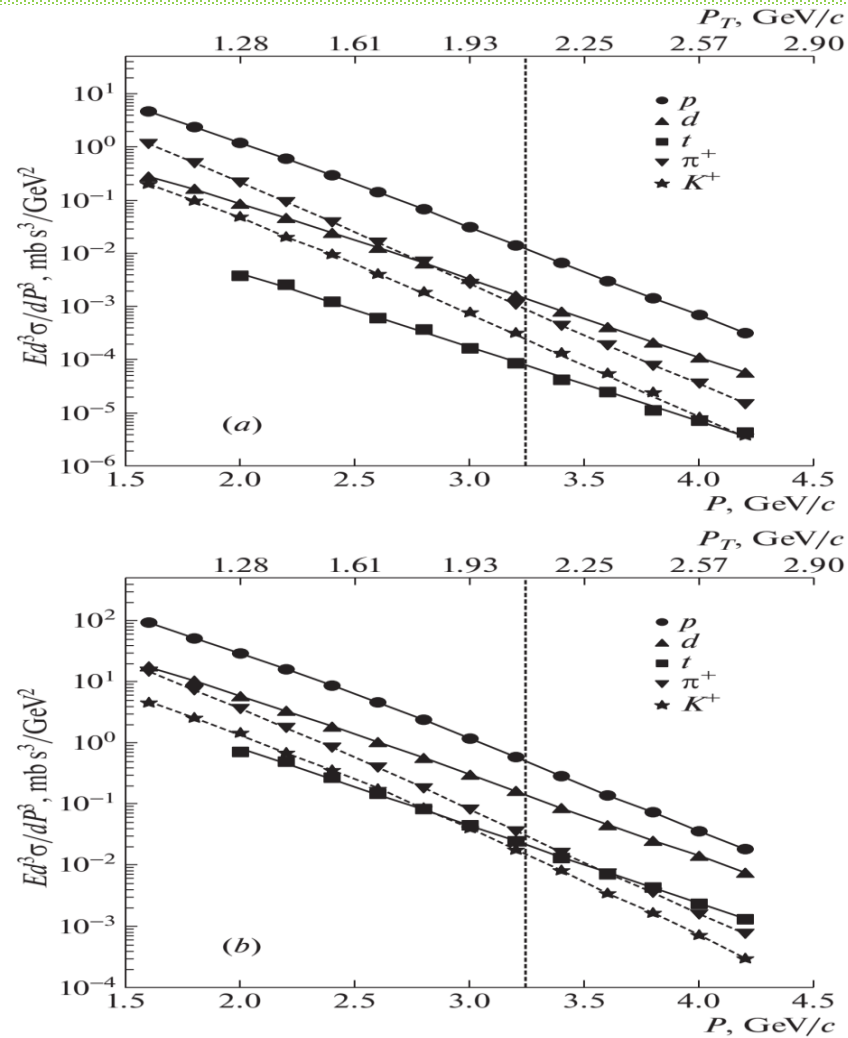


Fig. 2. Invariant cross sections for π^+ , K^+ , p , d , and t production at an angle of 40° in proton interactions with (a) carbon and (b) tungsten targets. The vertical lines correspond to elastic nucleon–nucleon scattering at an angle of 40° . The transverse-momentum values are given on the upper horizontal scale. The curves in this figure are drawn to guide the eye.

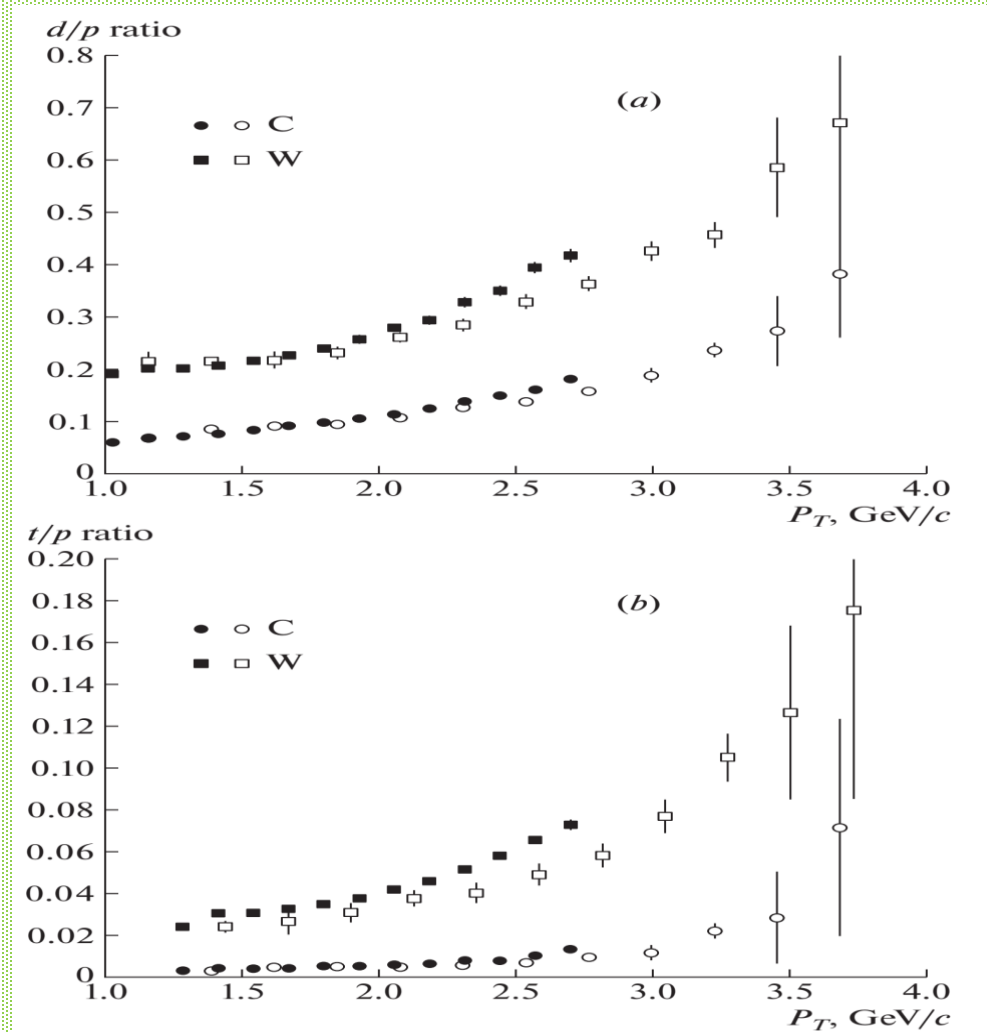


Fig. 3. Ratios of the (a) deuteron and (b) triton yields to the proton yield at various transverse momenta of particles in the cases of employing carbon and tungsten targets. The closed symbols represent results of the present study. The open symbols stand for data measured earlier in [3] for an angle of 35° .

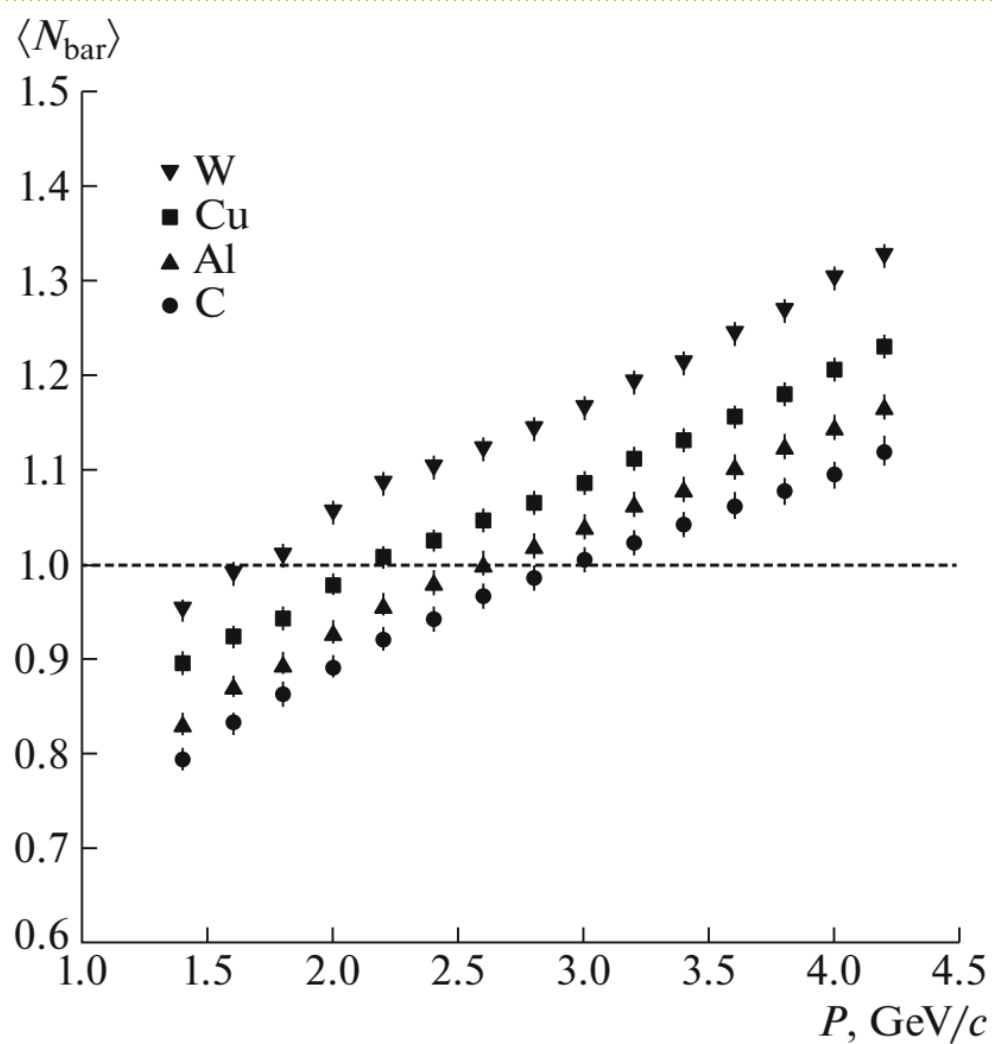
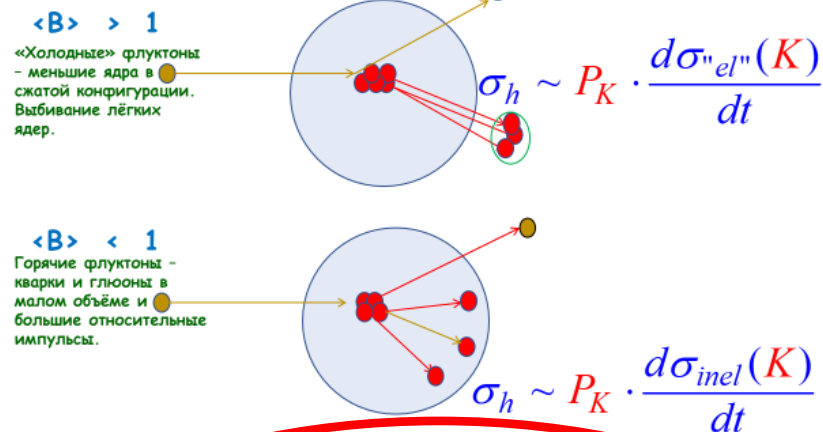


Fig. 4. Average baryon number at various momenta.

Table 1. Average values of B_2 for $p_d = 2\text{--}4$ GeV/ c

Target	C	Al	Cu	W
$B_2, \text{GeV}^2/c^3$	0.021 ± 0.004	0.025 ± 0.004	0.029 ± 0.005	0.022 ± 0.003

Среднее число барионов для флуктонов с разными свойствами



27

Среднее число барионов для флуктонов с разными свойствами

$\langle B \rangle > 1$
Холодные флуктоны. Выбивание возбуждённых многонуклонных конфигураций и дальнейший их распад.

?

$$\frac{E_d}{\sigma_{inel}} \frac{d^3\sigma_A}{dp_d^3} = B_2 K_{np} \left(\frac{E_p}{\sigma_{inel}} \frac{d^3\sigma_p}{dp_p^3} \right)^2$$

$$E \frac{d^3\sigma}{dp^3} = C_1 A_1^{\alpha(X_1)} A_2^{\alpha(X_2)} \exp(-\Pi/C_2)$$

$$\alpha(X) = (2.45 + X)/3$$

$$C_2 = 0.172 \pm 0.003$$

CT for Nuclei and parton-A interaction

$$C_1 = 185 \pm 15 \text{ mb } c^3/\text{GeV}^2 \quad (\text{d})$$

$$C_1 = 56 \pm 13 \text{ mb } c^3/\text{GeV}^2 \quad (\text{t})$$

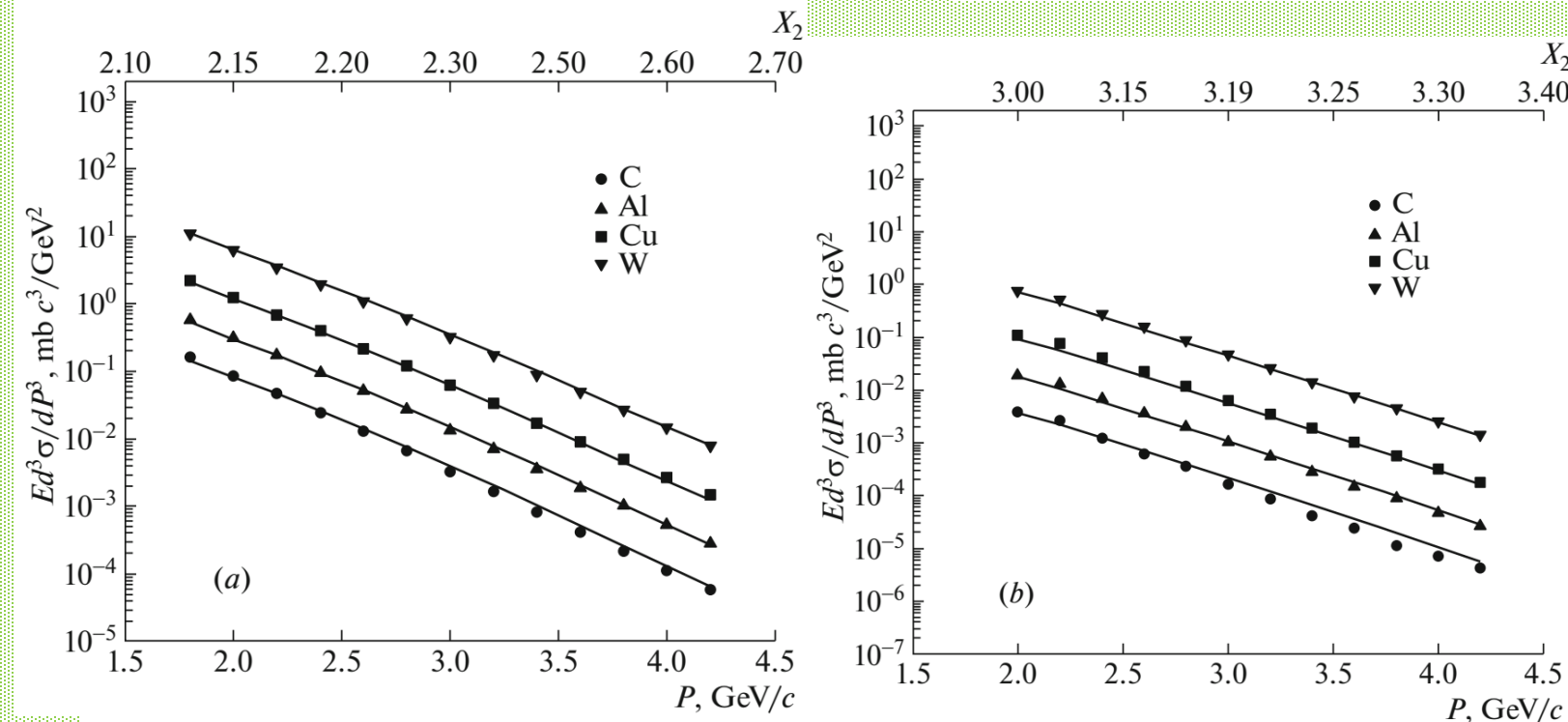


Fig. 5. Invariant cross sections for (a) deuteron and (b) triton production versus the momentum. The calculated values of the variable X_2 are given on the upper horizontal scales. The curves represent the results of an approximation of the data by a parameterization of the form (3).

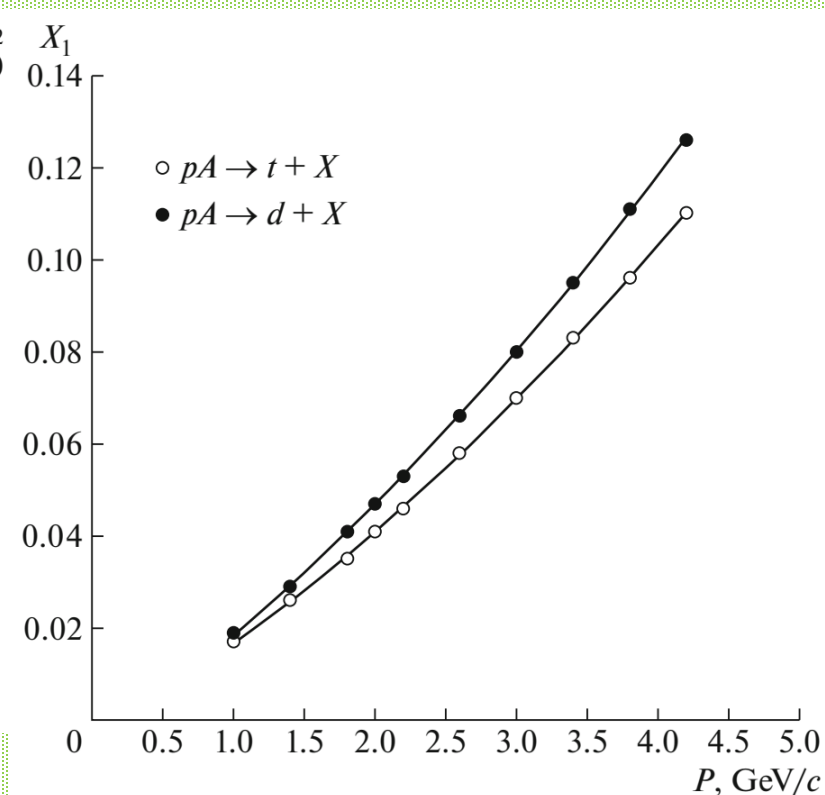


Fig. 6. Values calculated for Stavinsky's variable X_1 for d and t production according to the algorithm proposed in [14] for various values of the fragment momentum.

FIELDS, PARTICLES,
AND NUCLEI

Scaling Behavior of Spectra of Protons, Deuterons, and Tritons Produced with High Transverse Momenta in pA and ^{12}CA Collisions

N. N. Antonov^a, A. A. Baldin^b, V. A. Viktorov^a, A. S. Galoyan^b, V. A. Gapienko^{a, *},
G. S. Gapienko^a, V. N. Gres^{'a}, M. A. Ilyushin^a, A. F. Prudkoglyad^a, D. S. Pryanikov^a,
V. A. Romanovskii^a, A. A. Semak^a, I. P. Solodovnikov^a, V. I. Terekhov^a,
M. N. Ukhanov^a, and S. S. Shimanskii^b

The first data on the yield of the lightest nuclear fragments (protons p , deuterons d , and tritons t) with high transverse momenta p_T at an angle of 40° in the laboratory reference frame from nuclear targets bombarded by 50-GeV/ c protons and 20A-GeV/ c carbon nuclei obtained in the SPIN experiment (IHEP, Protvino, Russia) have been reported. It has been shown that the pA and CA data can be described within a common scaling approach, which possibly indicates that the mechanism of formation of high- p_T nuclear fragments is common for these reactions.

$$f_{A_1+A_2} = E \frac{d^3\sigma}{dp^3} = C_1 A_1^{\alpha(X_1)} A_2^{\alpha(X_2)} \exp(-\Pi/C_2)$$

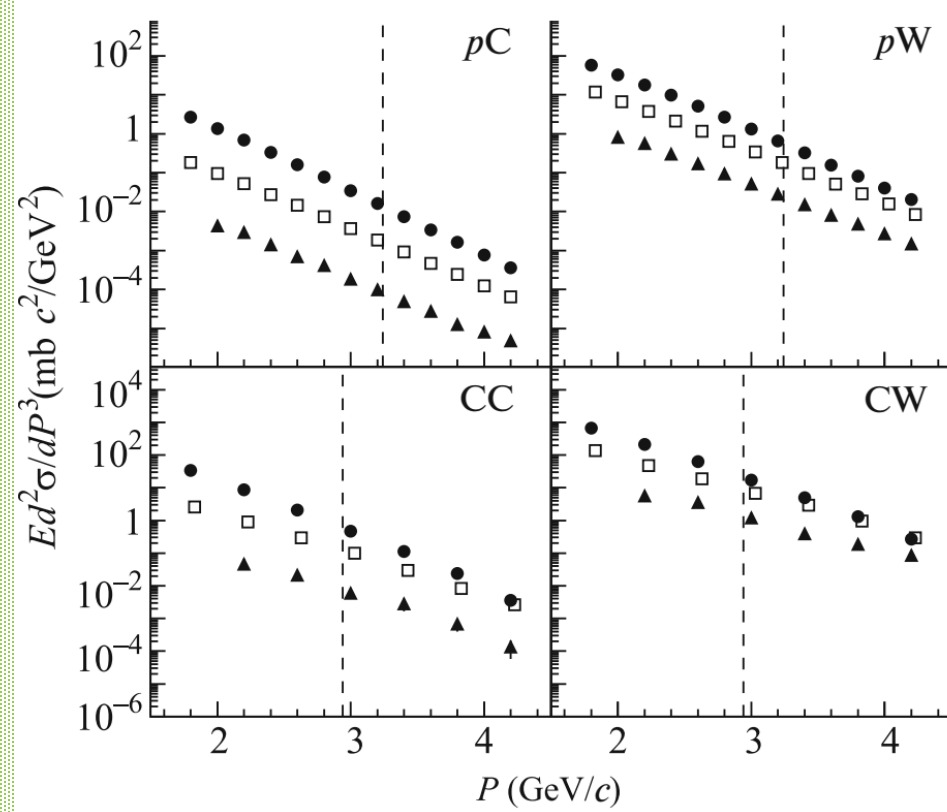


Fig. 1. Spectra of (circles) protons, (rectangles) deuterons, and (triangles) tritons in four different collisions. The vertical dashed straight lines indicate the kinematic limit of elastic nucleon–nucleon scattering at 40° .

$$g(\Pi) = E \frac{d^3\sigma}{dp^3} / (C_1 A_1^{\alpha(X_1)} A_2^{\alpha(X_2)}) \quad \alpha(X) = (2.4 + X)/3$$

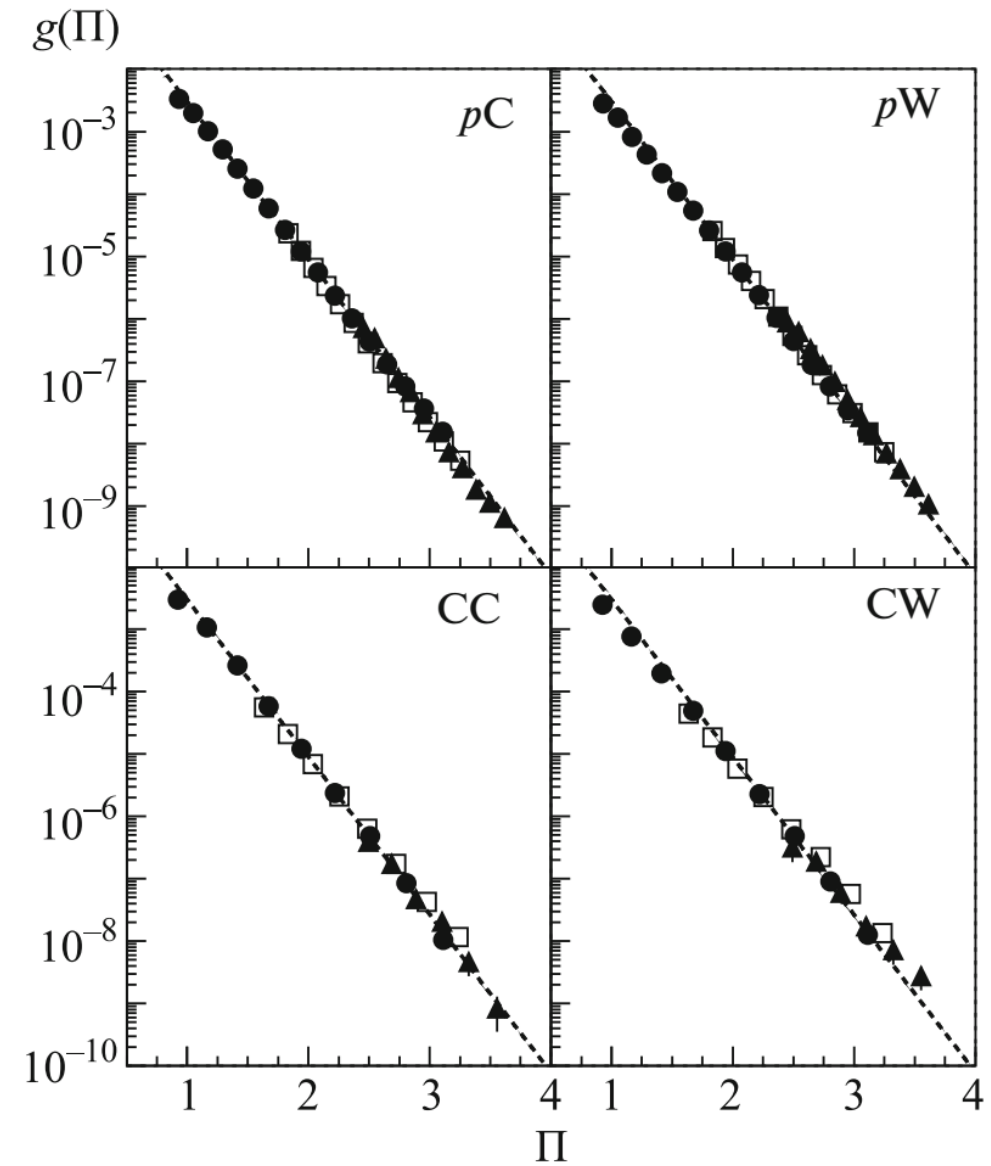


Fig. 4. Exponential dependence of the cross sections on Π for (circles) protons, (squares) deuterons, and (triangles) tritons. The dashed lines represent the function $\exp(-\Pi/0.172)$.

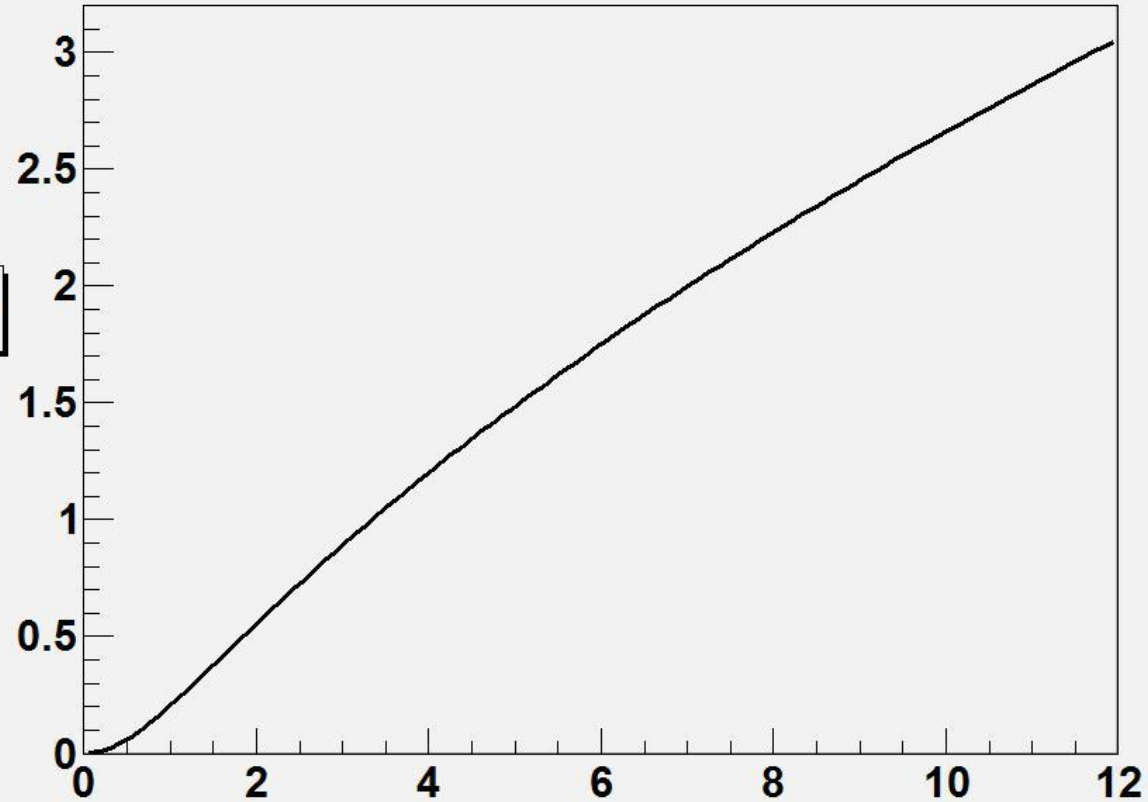
Что ещё надо кроме детектора с большим аксептансом работающем с пучками $10^8 - 10^{10}$?

**Поляризованная мишень (p, d, ^3He - ?) с
возможностью регистрации
вторичных частиц в диапазоне полярных углов
вылета $\pm 45^\circ$.**

Nuclotron energy range

$$\sqrt{2 \cdot 0.938 \cdot (0.938 + \sqrt{0.88 + x^2})} - 2 \cdot 0.938$$

$\sqrt{s} - 2m_p$



$P_{\text{beam}} \text{ (GeV/c)}$

В чём преимущества работы с выведенными пучками нуклотрона и как их реализовать?

1. Возможность изучения более редких процессов
= работа с интенсивными пучками (большая светимость) и работать на уникальной установке (которую надо создать).
2. Возможность одновременно смотреть центральную область и область фрагментации.
3. Сканирование по энергии любой области доступного по энергии диапазона.
4. Иметь набора чистых и уникальных мишеней (в том числе поляризованных).

MPD & BM@N

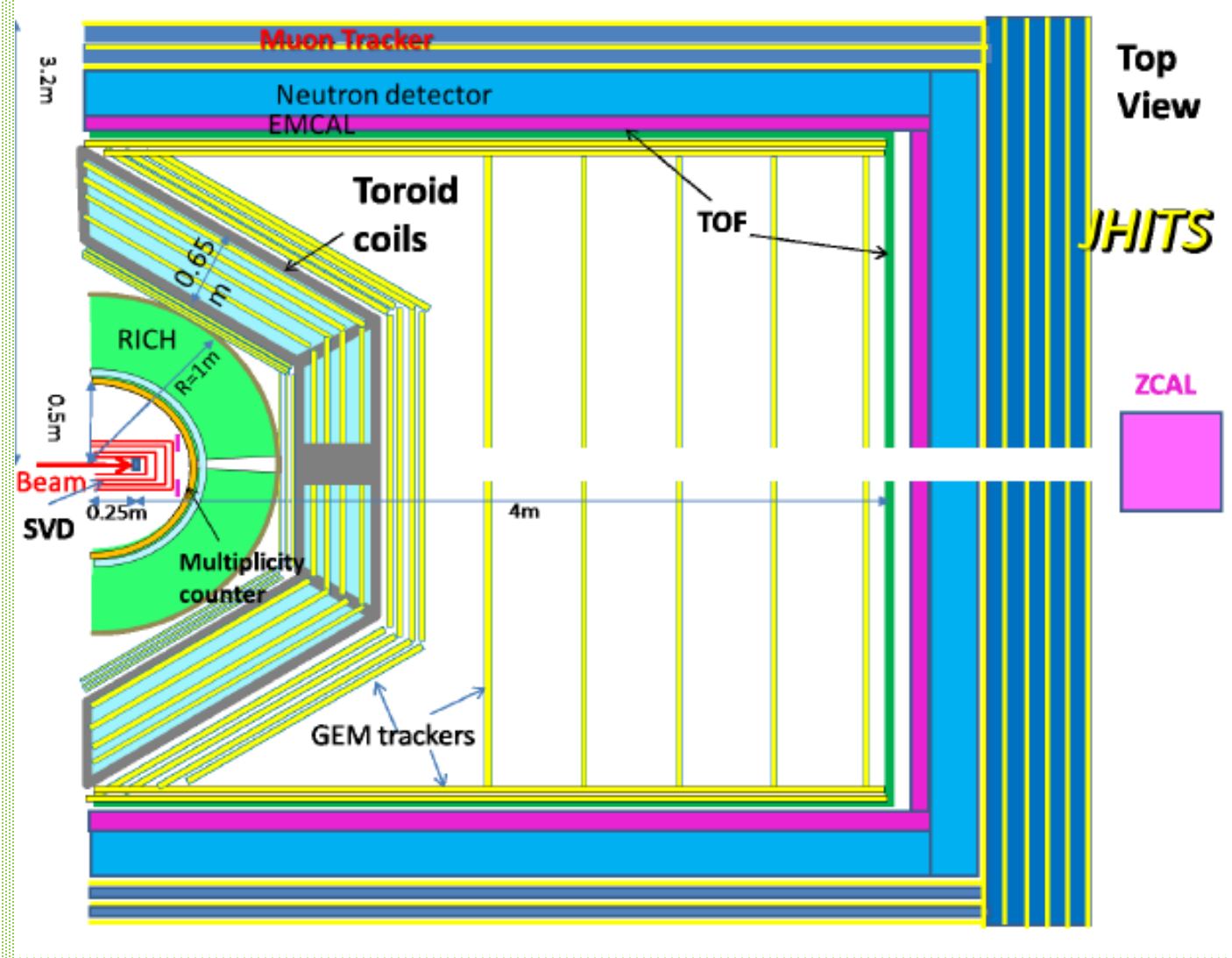
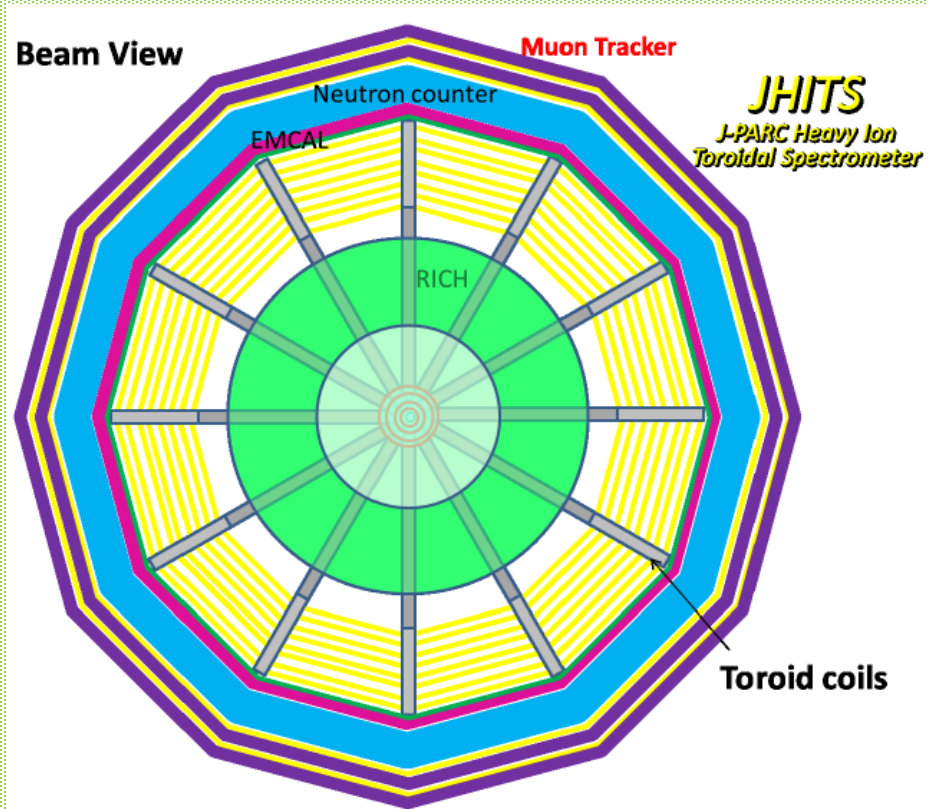
SPD & ?(High p_T Physics)

**МЕСТО для УСТАНОВКИ + ИНФРАСТРУКТУРА для
ТРАНСПОРТИРОВКИ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ПУЧКОВ**

Спасибо, что пришли!

**Какая установка нужна для исследований
на выведенном пучке?**

Studies of extremely dense matter in heavy-ion collisions at J-PARC, J-PARC-HI Collaboration (by H. Sako for the collaboration), 2019, 4 pp. Published in **Nucl.Phys. A982 (2019) 959-962**



The CEBAF large acceptance spectrometer (CLAS)

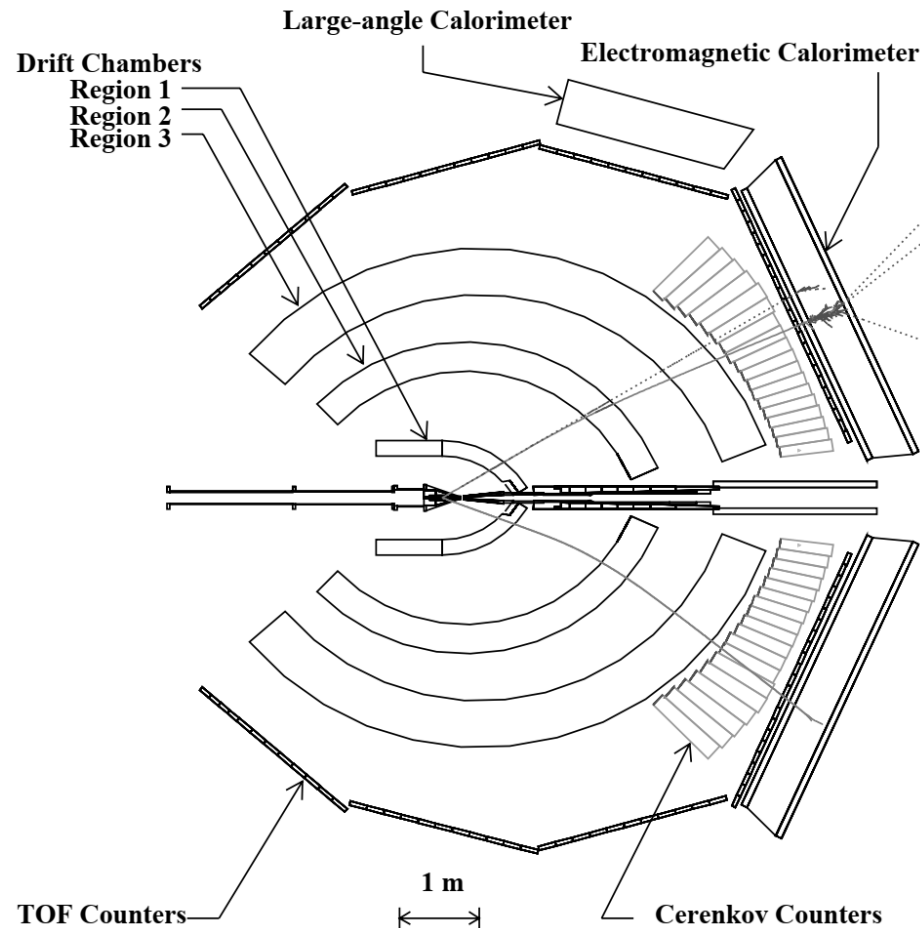


Fig. 3. A schematic top view of the CLAS detector cut along the beam line. Typical photon, electron, and proton tracks (from top to bottom) from an interaction in the target are superimposed on the figure.

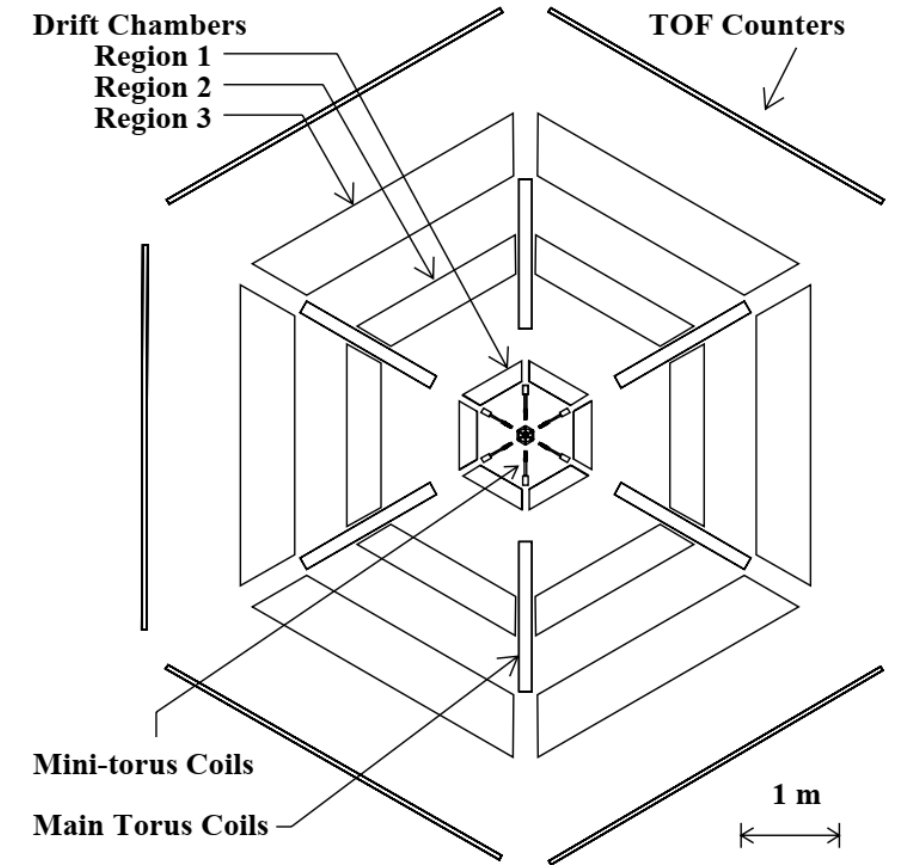


Fig. 4. Schematic view of the CLAS detector, showing a cut perpendicular to beam. Also shown is the mini-torus used only for electron runs.

V.A. Lebedev

In addition to collider program, we need to build a strong program for slowly extracted beam.

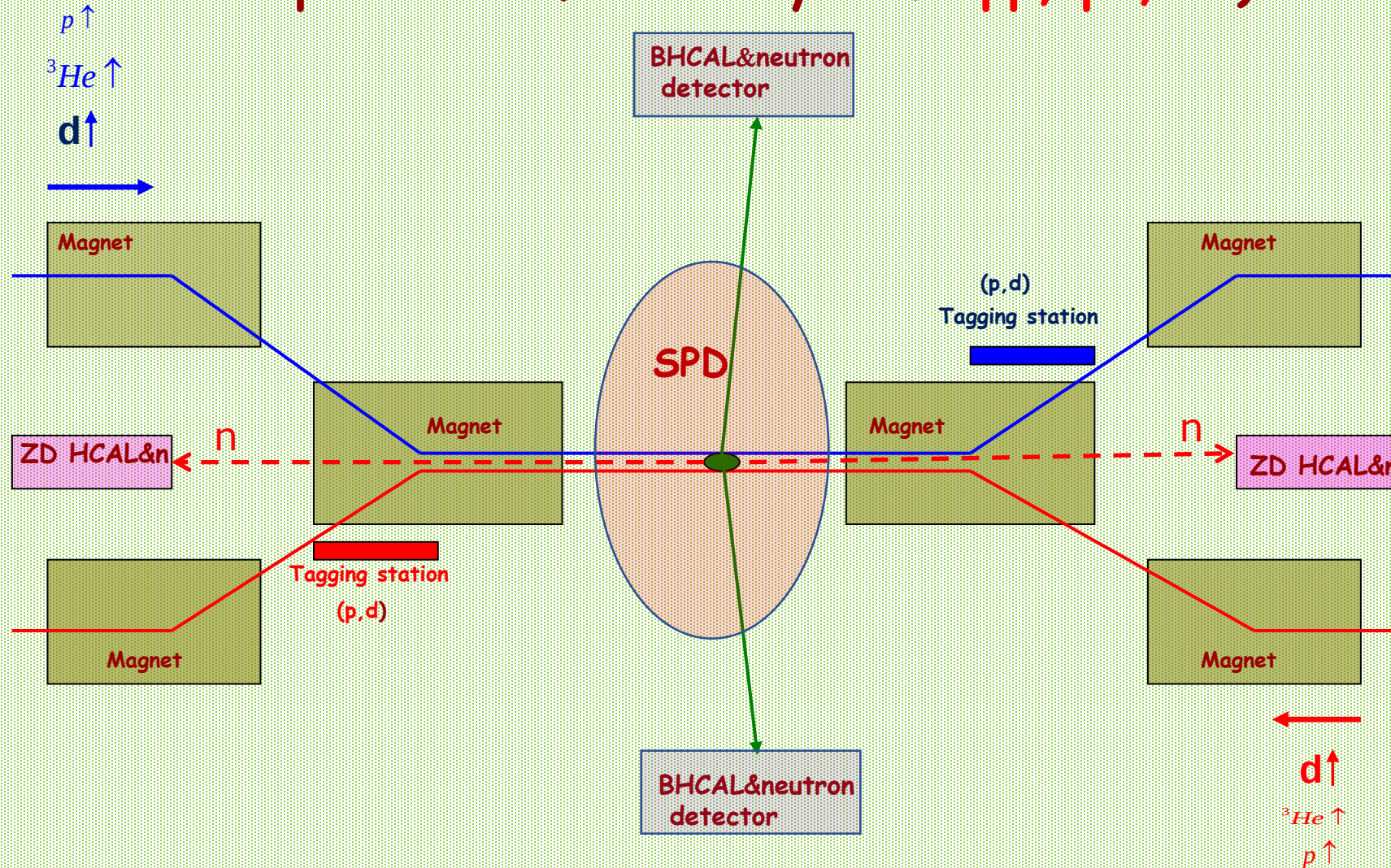
Other item to the portrait of the "crisis" in our understanding of nucleon-nucleon (nucleon-nuclear) interactions in this region, let us add that till now the "spin crisis of the 70-se" has not been solved. There is no understanding of the anomalously strong spin dependence of the elastic-scattering cross section of protons (at the angle 90° in the center-of-mass system) for momenta of protons 8-9 GeV/c. It is real riddle that in many measurements of cross sections we see that "counting rules" are working very well (in the pp elastic scattering with maximal p_T too). But naive quark predictions disagree drastically with the polarization data. We can propose to investigate reactions

$$pp(\bar{p}) \rightarrow BB(\bar{B}) + MM,$$

where B is a baryon and M is a meson. Baryons must have the large p_T . These reactions will give possibility for more detail studies not only the nucleon quarks structure in the valence quark dominance region but the spin structure of the interaction. Still there is no theory which explains large spin effects in inclusive processes of the meson and the hyperon production. These effects do not vanish up to the energies of hundreds of GeV. These all show that in the region of nucleon energies so many fundamental problems have been accumulated that even a small number of an additional data can radically help for their solution.

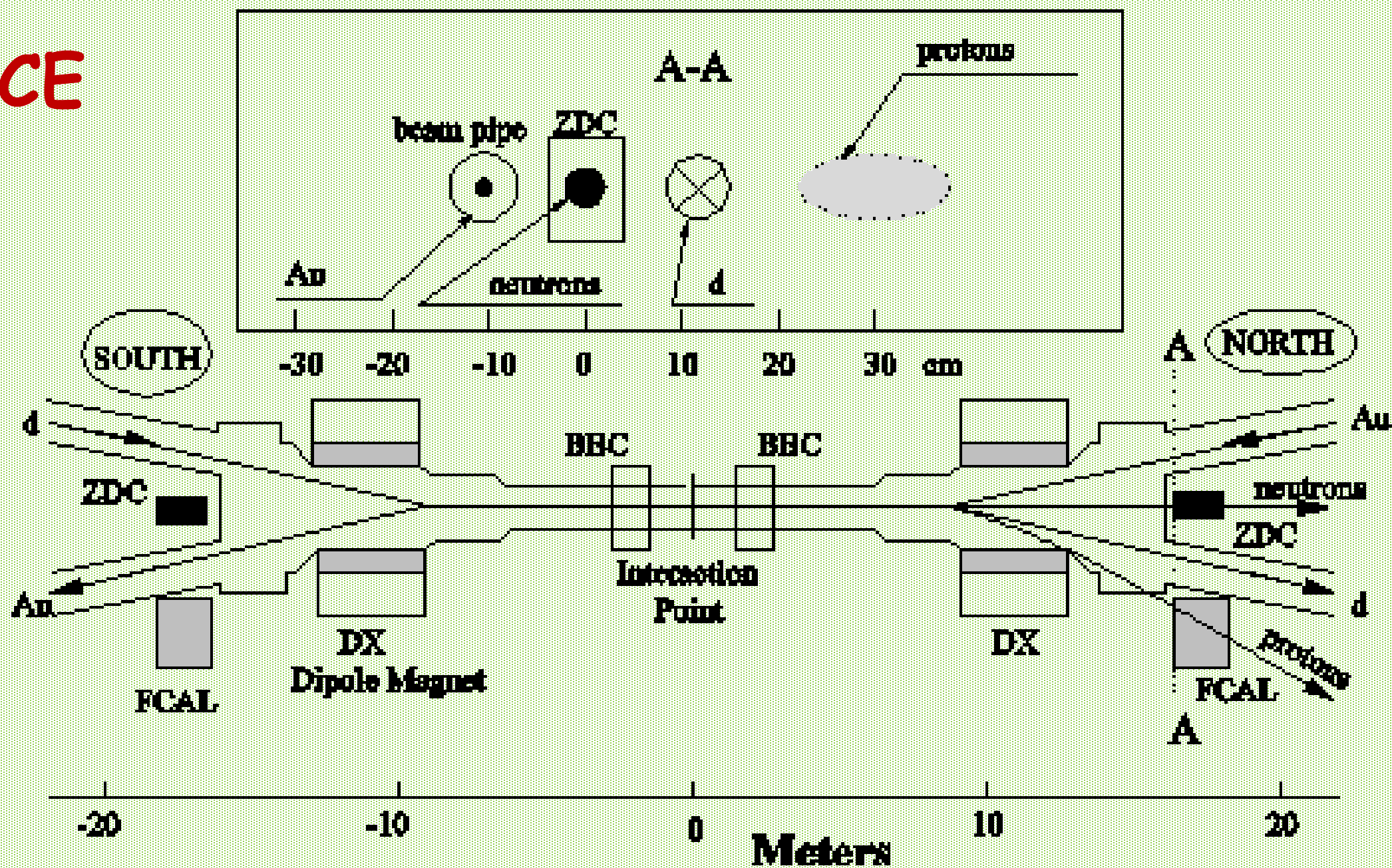
To carry out all these investigations as cumulative ones in high p_T region LHE will need to create special experimental set up.

NICA Collision place for SPIN physics (deuteron and other beams, the first time all isotope states for NN system: pp, pn, nn.)



The tagging stations can be used as polarimeter tool!

ALICE



Some unique features for NICA

Working with spin-flippers at NICA

a) new ring fill modes (all bunches with the same polarization in both rings) and the operation (sequential switching-on of the spin-flippers in the rings):

1 st ring	+++...	xxx	- - -...	----	- - -...	xxx	+++	----	+++...
2nd ring	+++...	----	+++...	xxx	- - -...	----	- - -	xxx	+++...
	(+ +)		(- +)		(- -)		(+ -)		(+ +)

|xxx| - spin-flipper switching-on, no data taking

|----| - spin-flipper switching-off, no data taking

b) there are no problem with measurement of the bunch 2 bunch luminosity and no problem to reverse the polarization at the ion source during ring fillings!

The unique SPD detector properties:

- about full solid angle $\Delta\Omega \sim 4\pi$;
- registration about **all kinds of particles**;
- the luminosity $\sim 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$;
- **PID** – close to full energy range and high momentum resolution;
- **polarized** proton and deuteron beams;
- **the presence of tagging stations** to detect spectator neutrons and protons which will allow to investigate the full set of isotopic states of nucleon-nucleon interactions (**pp**, **pn** and **nn**) in the polarization mode;
- **pp-, pd-, dd-, pA-, dA- and AA-interactions** (A-light nuclear beams).

The unique characteristics of the SPD detector make it possible to supplement the physical program with research aimed to study the laws of QCD in the nonperturbative region. These laws determine the possibility of existence the exotic quantum components (multiquark) in the structure of hadrons (diquark - tetraquark and pentaquark) and ordinary nuclei (multiquark – “baryon anomaly”, “color transparency” and cumulative processes). **SPD** detector has the ability to provide studies of the exclusive reactions ($\sqrt{s_{NN}} < 6$ GeV) and correlation measurements ($\sqrt{s_{NN}} < 10$ GeV) when in the final state all (or some less) particles are produced with high p_T (≥ 0.5 GeV/c) momenta.

pp-, pd- and dd-interactions

1. Diquark - existence and properties.
2. Violation of the flavor universality (comparison of pp- and nn-interactions).
3. The nature of the huge spin and nonpolarization effects in the $p_T \sim 2$ GeV/c anomaly region.
4. Existence of exotic hadron states in the light quark sector.
5. FSI or hadronization mechanisms (with s,c-quarks participation).
6. ΛN – hypernuclei.
7. e^+e^- anomaly in pn-interaction.

pp-, pd-, dd-, pA-, dA- and AA-interactions

1. The nature of the cumulative effects (flucton, SRC and CsDBM).
2. The nature of the color transparency anomaly in $A(p,pp)A'$ reactions.
3. Subthreshold J/Ψ production.

Nonperturbative QCD! HIGH p_T ISSUES at SPD and ...



NN – interactions mainly

1. Flavor universality (pp - and nn -interactions) and polarization unique possibility for SPD.
2. Diquark. Proof of the existence and to define the properties.
3. Exotic states $H(\Lambda\Lambda)$, tetra and pentaquarks,
4. Nature of the huge spin effects (spatially in exclusive reactions).
5. FSI (with s, c -quarks participation).
6. ΛN – hypernuclei ?
7. ...

NA- and AA – interactions

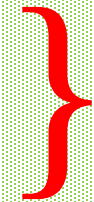
1. Nature of CsDBM and CT (deep inelastic fusion).
2. Subthreshold J/Ψ production (polarization).
3. The Deuteron spin structure at small distance.
4. $np(nn)$ dilepton anomaly.
5. ...

PANDA

$\bar{p}p$ studies at $x_T \sim 1$

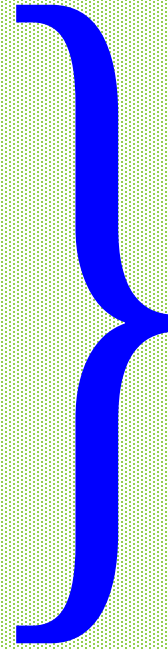
$\bar{p}p$ В ИФВЭ (Протвино) ?

$$\begin{aligned}\bar{p}p &\rightarrow \bar{p}p \\ \bar{p}p &\rightarrow \bar{n}n - ?\end{aligned}$$



The counting rules and isotopic symmetry studies, $p_T \sim 2 \text{ GeV}/c$ anomaly(?)

$$\begin{aligned}\bar{p}p &\rightarrow \bar{p}p + \pi\pi (KK) \\ \bar{p}p &\rightarrow \bar{\Lambda}\Lambda + KK (\pi\pi) \\ \bar{p}p &\rightarrow B\bar{B} + l^+l^- \\ \bar{p}p &\rightarrow M\bar{M} + l^+l^- \\ \bar{p}p &\rightarrow l^+l^- + l^+l^-\end{aligned}$$



Detail vertexes studies:

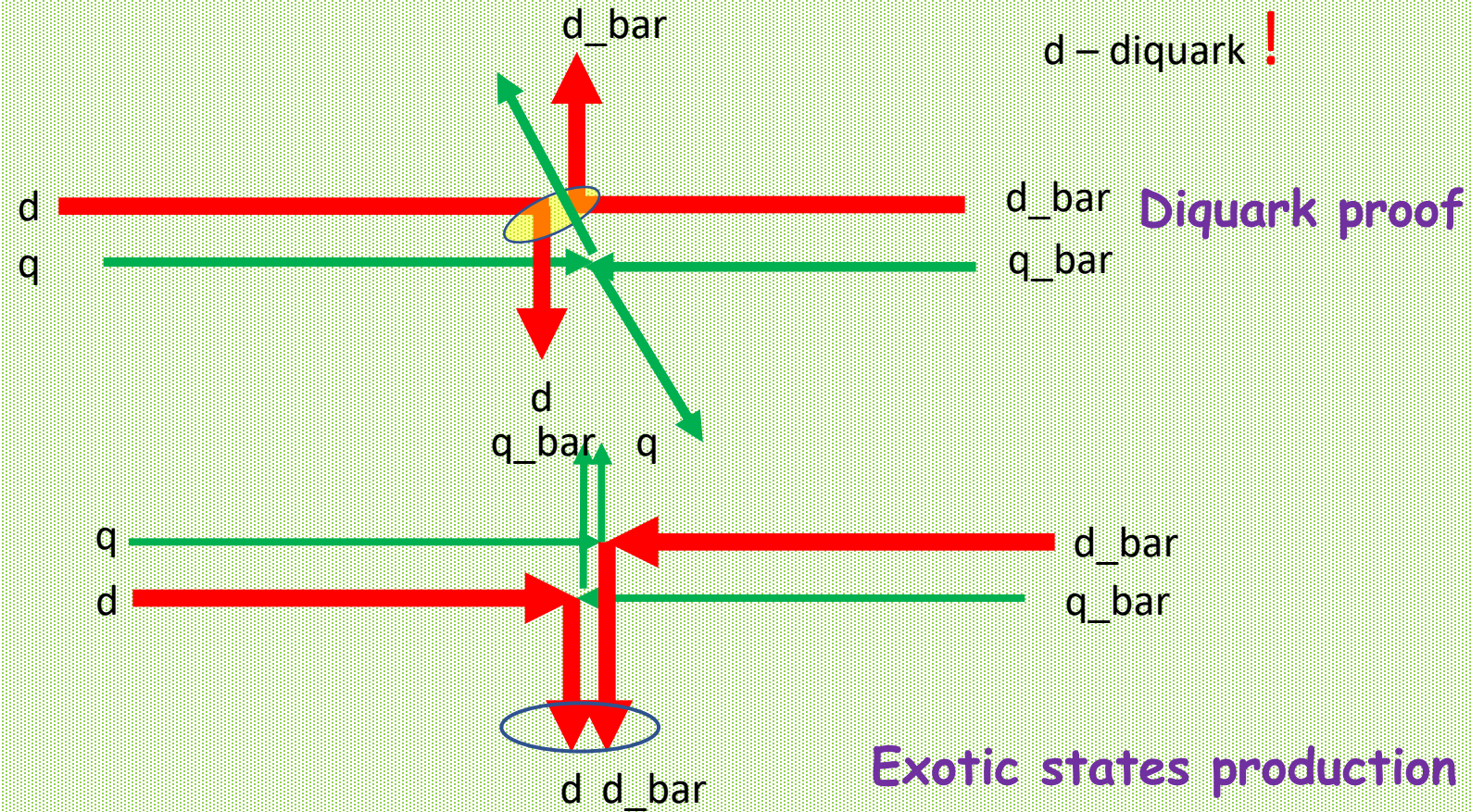
$q(\bar{q}) + \bar{q}(q) - (\text{quark} - \text{antiquark})$

$q(\bar{q}) + \bar{q}\bar{q}(qq) - (\text{quark} - \text{antidiquark})$

$qq + \bar{q}\bar{q} - (\text{diquark} - \text{antidiquark})$

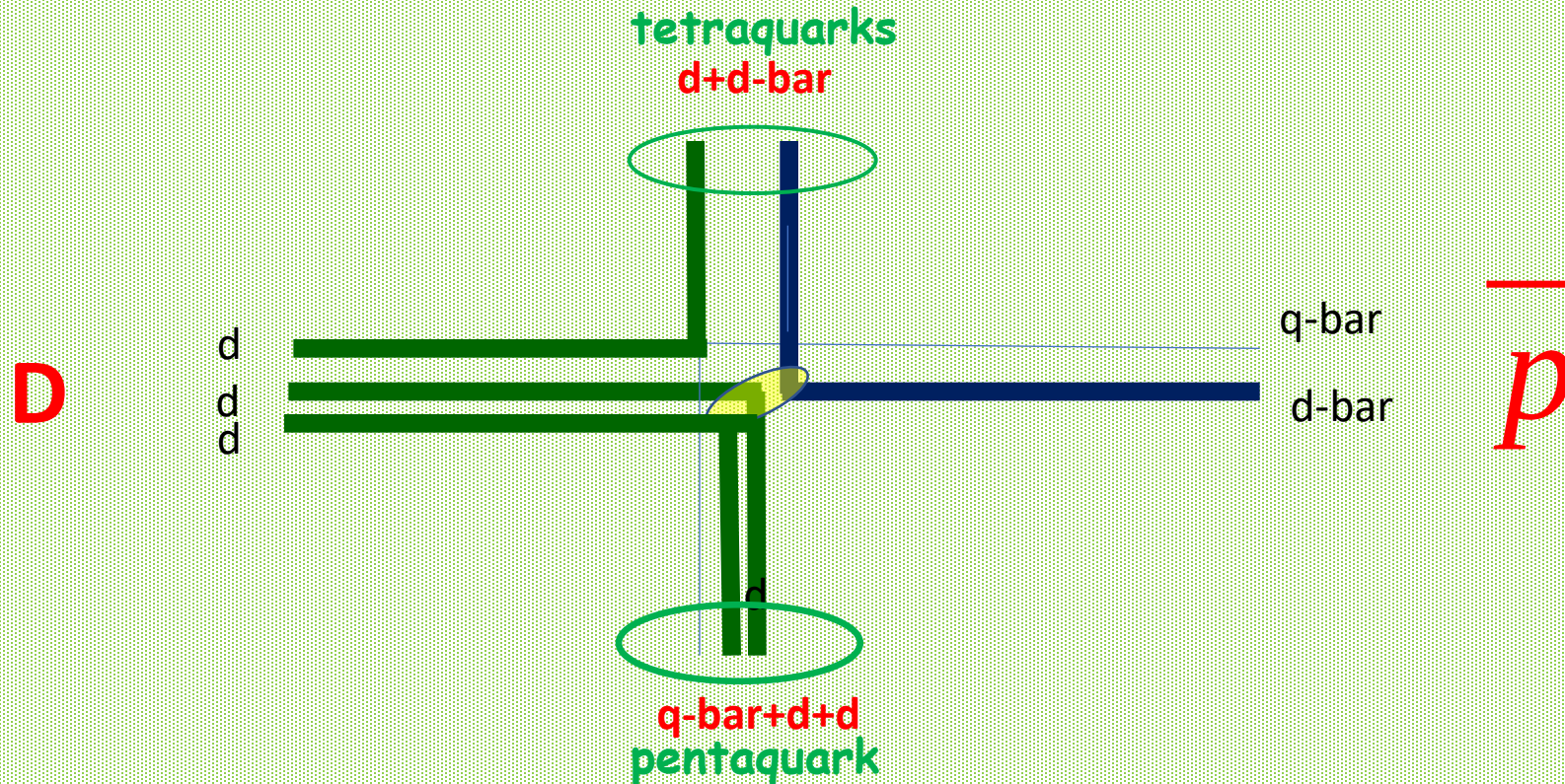
Скачок в сечении упругого рассеяния?

$\bar{p}p$ - reactions with direct tetraquarks production



Exotic states production

$\bar{p}d$ - reaction with direct tetraquarks + pentaquark production



НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ — НОВЫЕ ДЕТЕКТОРЫ

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

Новые направления в науке запускаются новыми инструментами(методиками) гораздо чаще, чем новыми концепциями.

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

Эффект концептуальной революции состоит в том, чтобы объяснить старые вещи по-новому. (нужны новые модели и теории)

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

Эффект инструментальной революции заключается в открытии новых вещей, которые должны быть объяснены. (нужны новые детекторы).

From Freeman Dyson ‘Imagined Worlds’



$p_T \sim 2 \text{ GeV}/c$ region

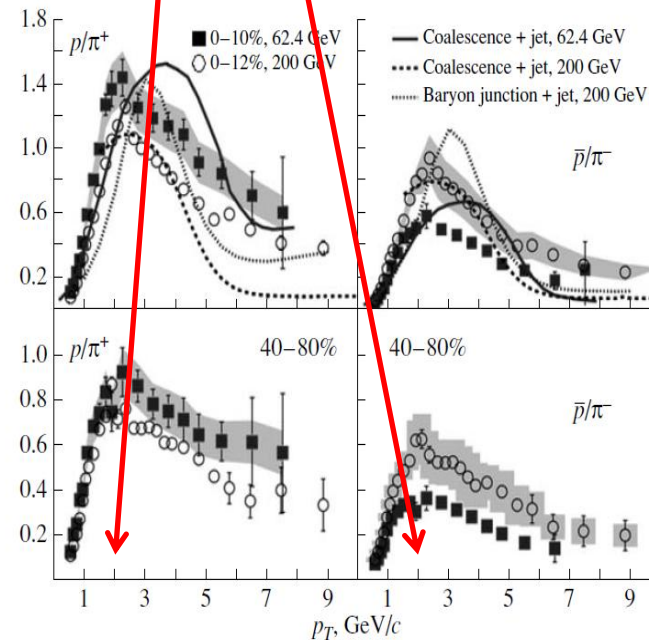


Fig. 3. [10] Ratio of the cross sections for the production of protons and charged pions as a function of the transverse momentum for various degrees of centrality and two beam energies of 62.4 and 200 GeV: (points) results of the STAR experiment and (curves) results of model calculations.

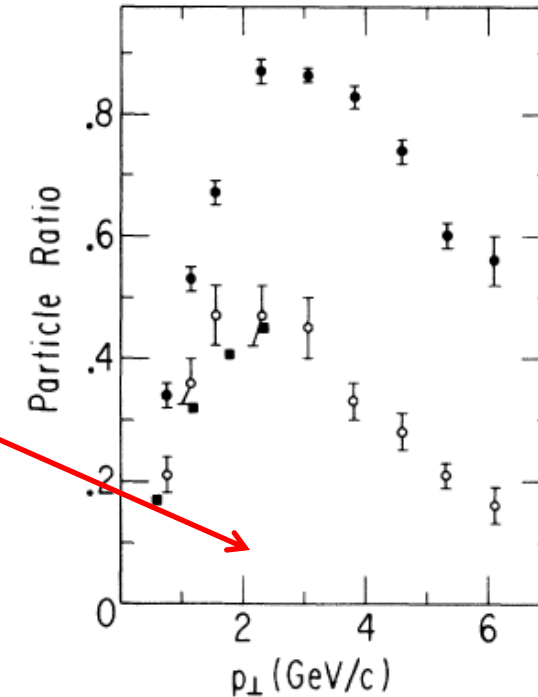
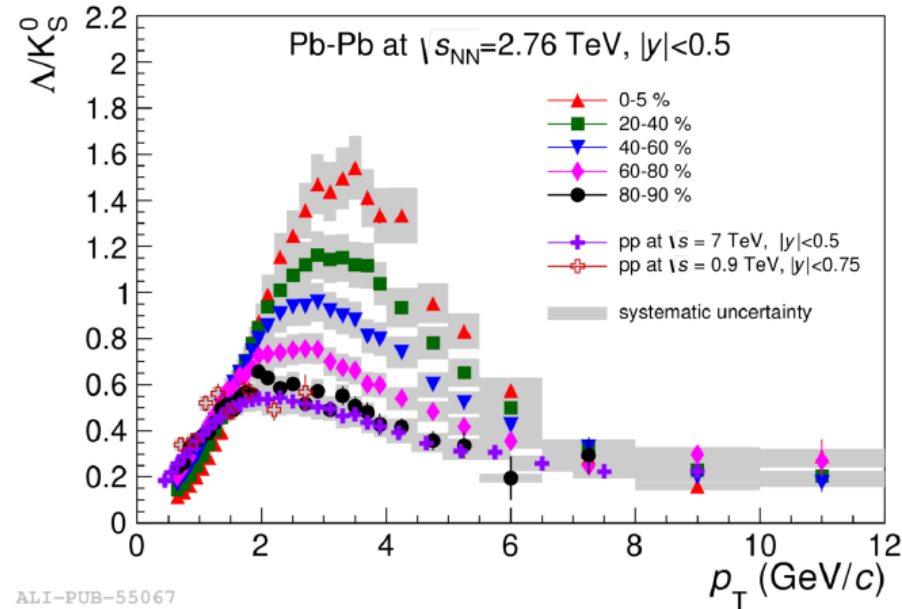
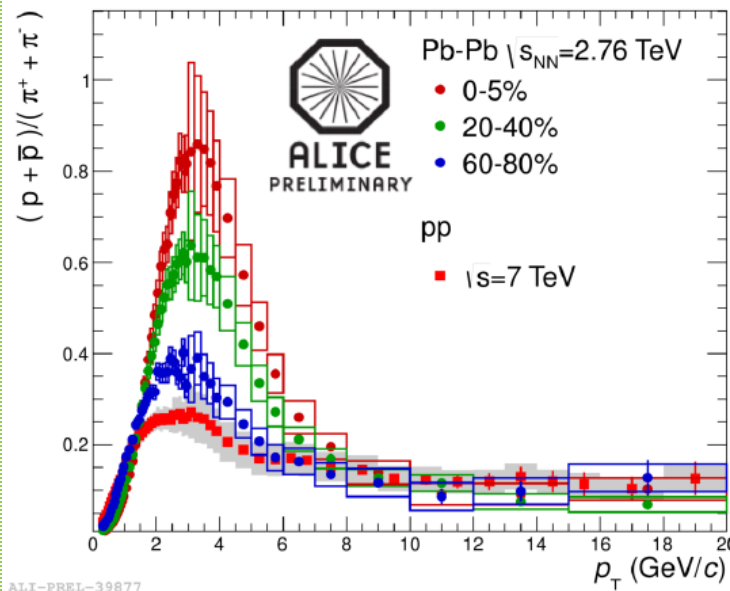


FIG. 20. Comparison of the cross-section ratio p/π^+ measured on tungsten at $\sqrt{s}=23.7 \text{ GeV}$ (closed circles), with that obtained by extrapolation to $A=1$ (open circles). Ratios obtained from the British-Scandinavian collaboration (Ref. 23) at $\sqrt{s}=23.4 \text{ GeV}$ are also plotted (closed squares).



Baryon anomaly in Pb-Pb



- Baryon to meson ratio increasing with centrality for $p_T < 8$ GeV/c.
 - Enhancement at moderate p_T is consistent with radial flow
 - May be explained by quark recombination from QGP (coalescence model)
- For $p_T > 8$ GeV/c no dependence on centrality and collision system
 - Consistent with fragmentation in vacuum

Pion production: A probe for coherence in medium-energy heavy-ion collisions

J. Stachel, P. Braun-Munzinger, R. H. Freifelder,* P. Paul, S. Sen, P. DeYoung,[†] and P. H. Zhang[†]
Department of Physics, State University of New York at Stony Brook, Stony Brook, New York 11794

T. C. Awes, F. E. Obenshain, F. Plasil, and G. R. Young
Physics Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee 37831

R. Fox and R. Ronningen
*National Superconducting Cyclotron Laboratory, Michigan State University,
 East Lansing, Michigan 48824
 (Received 19 November 1985)*

The production of neutral pions has been studied in reactions of 35 MeV/nucleon $^{14}\text{N} + ^{27}\text{Al}, \text{Ni}, \text{W}$ and 25 MeV/nucleon $^{16}\text{O} + ^{27}\text{Al}, \text{Ni}$. Inclusive pion differential distributions $d\sigma/dT_\pi$, $d\sigma/d\Omega$, $d\sigma/dy$, $d\sigma/dp_\perp$, and $d^2\sigma/dy dp_\perp$ have been measured by detecting the two pion-decay γ rays in a setup of 20 lead glass Čerenkov detector telescopes. Special care was taken to understand and suppress background events. Effects of pion reabsorption are discussed and it is found that the cross sections presented here are substantially affected by such final state interactions. The comparatively large experimental cross sections and the shape of the spectral distributions cannot be accounted for in single nucleon-nucleon collision or statistical models; they rather call for a coherent pion production mechanism.

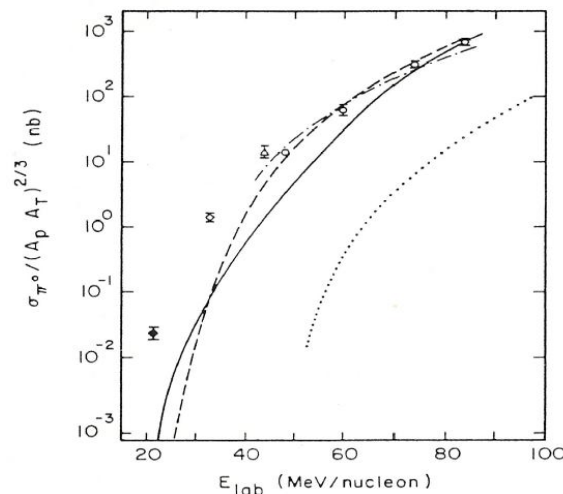


FIG. 13. Experimental integrated pion production cross sections divided by $(A_p A_T)^{2/3}$ for different beam energies. The different symbols signify $^{16}\text{O} + ^{27}\text{Al}, \text{Ni}$ (closed diamond, present data), $^{14}\text{N} + ^{27}\text{Al}, \text{Ni}, \text{W}$ (open diamond, present data), $^{40}\text{Ar} + ^{40}\text{Ca}$ (open triangle, Ref. 9), and $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$ (open circles, Refs. 8 and 10). Also shown are results of a single nucleon-nucleon hard scattering model (Ref. 23) (dotted line), the extended phase space model (Ref. 27) (dashed line), a thermal model (Ref. 30) (solid line), and the bremsstrahlung model (Ref. 38) (dashed dotted line).

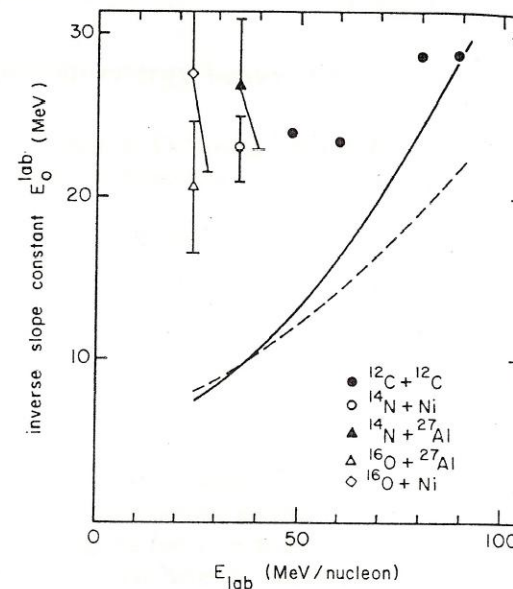


FIG. 14. Experimentally determined slope constants E_0 of pion kinetic energy spectra plotted as a function of beam energy/nucleon. For C + C spectra see Refs. 8 and 10. The solid and dashed lines correspond to predictions of Refs. 30 and 27, respectively. For details see the text.

PHYSICS OF ELEMENTARY PARTICLES AND ATOMIC NUCLEI. EXPERIMENT

Program of Polarization Studies and Capabilities of Accelerating Polarized Proton and Light Nuclear Beams at the Nuclotron of the Joint Institute for Nuclear Research

S. Vokal^a, A. D. Kovalenko^a, A. M. Kondratenko^b, M. A. Kondratenko^b, V. A. Mikhailov^a,
Yu. N. Filatov^a, and S. S. Shimanskii^a

(i) investigate pp , pd , dd , $p^3\text{He}$, $d^3\text{He}$, $^3\text{He}^3\text{He}$ collisions with polarized beams, which will allow one to solve the puzzles of the spin structure of nucleons and lightest nuclei and elucidate the specific features of the spin structure of interaction in the region of nonperturbative QCD; it is especially important that it will be possible for the first time to study the interaction of polarized nuclear matter whose properties may determine the structure of the core of massive stars with great magnetic fields;

(ii) elucidate the nature of strong polarization effects in NN interactions at $p_{\text{lab}} > 6$ GeV in the region of limiting large p_T , which has not been explained yet, and find out how these specific features are related to the change of behavior of valence quarks in this kinematic region; the availability of polarized nuclei at a collider will allow one to study the complete isotopic set of states of nucleon–nucleon system (nn , pn , and pp) for the first time;

(iii) study in detail the problems of P and T parity violation in NN interactions;

(iv) solve the problem of the nature of cumulative (subthreshold) processes;

(v) elucidate the nature of quark counting rules violation and determine the region of their applicability (including at interaction of lightest nuclei);

(vi) solve the puzzle of resonance behavior of color transparency at $p_{\text{lab}} \sim 9.5$ GeV/ c ($p_T \sim 2$ GeV/ c).

Subthreshold Antiproton Production in $^{28}\text{Si} + ^{28}\text{Si}$ Collisions at 2.1 GeV/Nucleon

J. B. Carroll,⁽¹⁾ S. Carlson,⁽¹⁾ J. Gordon,⁽¹⁾ T. Hallman,⁽⁴⁾ G. Igo,⁽¹⁾ P. Kirk,⁽⁵⁾ G. F. Krebs,⁽³⁾ P. Lindstrom,⁽³⁾ M. A. McMahan,⁽³⁾ V. Perez-Mendez,⁽³⁾ A. Shor,⁽²⁾ S. Trentalange,⁽¹⁾ and Z. F. Wang⁽¹⁾

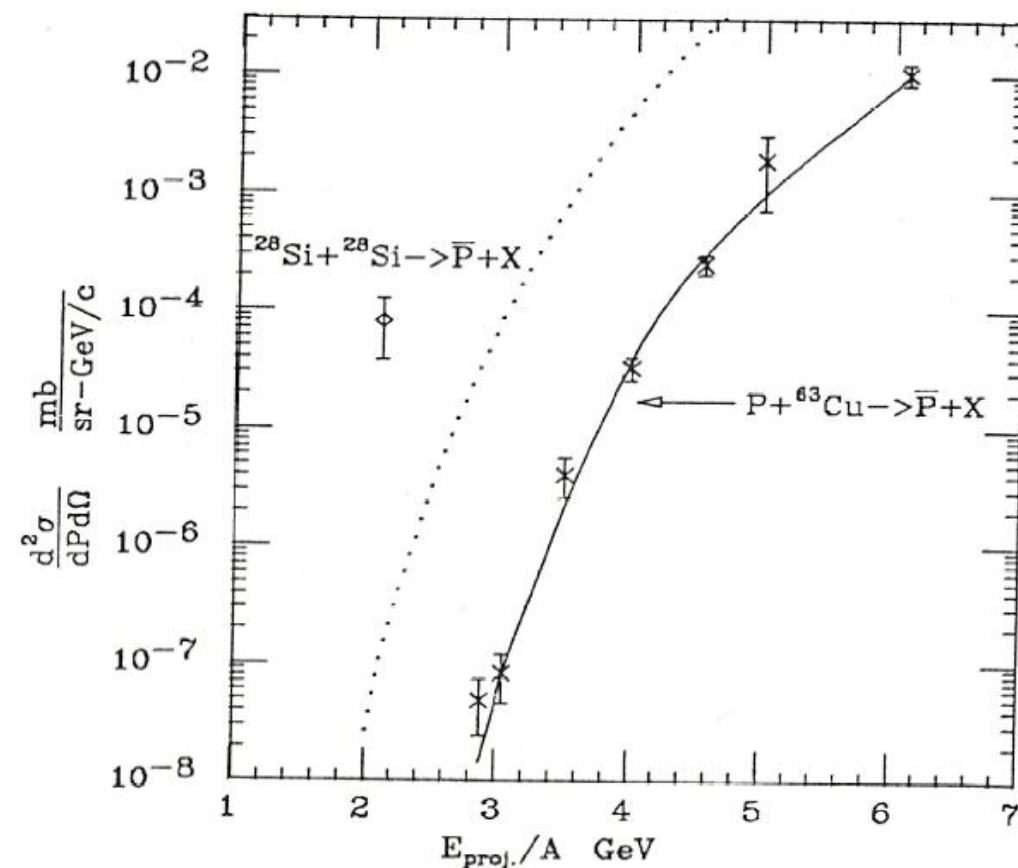
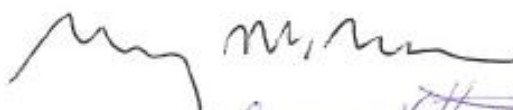


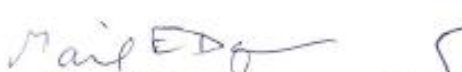
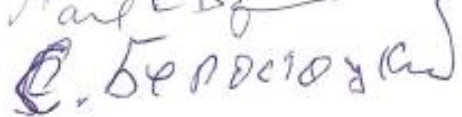
FIG. 3. Subthreshold antiproton production in $p + \text{Cu}$ collisions ($\times$) and a comparison with $\bar{p}$ production in $\text{Si} + \text{Si}$ collisions ($\diamond$). Solid line is a calculation for $p + \text{Cu} \rightarrow \bar{p} + X$ incorporating a double-Gaussian distribution for the internal nuclear momentum (Ref. 11). Dotted line is the same calculation for $\text{Si} + \text{Si} \rightarrow \bar{p} + X$.

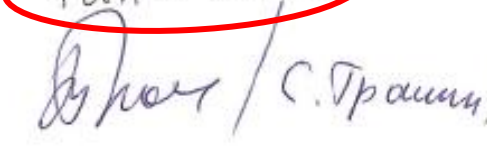
Resume
XII Advanced research Workshop on High Energy Spin Physics
(DUBNA-SPIN-07)

The spin physics attracts great attention since the 70th when at the energy of beams ~ 10 GeV. In reactions with hadrons in complete contradiction with predictions of QCD that polarization characteristics must disappear at high energies the huge spin effects were discovered. The begun detailed studies with the higher energies showed that the observed spin effects do not disappear even at energies of hundreds GeV. The deep inelastic lepton scattering on polarized targets in 80th and 90th of the past century led to the problem named "spin crisis". Until now the spin effects have not found complete physical explanation in the framework of QCD. The situation when there is no adequate understanding of polarization phenomena at the energies ~ 10 GeV is real challenge to nowadays theoretical models. This energy region becomes especially important in connection with the increasing interest to the astrophysical problems, where enormous magnetic fields up to $\sim 10^{18}$ Gs have been discovered. Strong magnetic fields can be as indication to an enormous role of the spin effects in processes of the massive star evolution, the nucleosynthesis of heavy elements and the solution of the mystery of the supernova explosions. One of the most important problem for high-energy physics remains until now is understanding the nature of the spin and, in particular, skill to calculate the spin of hadrons from constituent spins.

In the program of the international conference DSPIN07 the results of activity with polarized beams of the LHE JINR accelerator complex have been presented. These reports have reflected: the development of new methods to preservation of polarization in the nuclotron for polarized protons and the lightest nuclei; the project to create new polarized ions source (in plan to use components from IUCF CIPIOS source); the proposals of further spin research with polarized beams of modernized nuclotron-M and in a future with NICA-collider beams. All these proposals are actually the substantiation of the project for creation on nuclotron-M the center for spin studies in the region of energies ~ 10 GeV. The acceleration of the lightest polarized nuclei will make possible for the first time studies of the polarized nuclear matter collisions ($d\uparrow d\uparrow$, $d\uparrow^3\text{He}\uparrow$ and $^3\text{He}\uparrow^3\text{He}\uparrow$), for the first time study of the complete set of the isotopic states of the nucleon-nucleon interactions ($p\uparrow p\uparrow$, $n\uparrow p\uparrow$ and $n\uparrow n\uparrow$) and study of the of orbital angular momentum contribution to the nucleon spin. Accelerator complex with such possibilities will not have a concurrence from other activities which will lead polarization studies and obtained data will help to resolve the riddles of the spin, which do not have the solution since 70th. Materials which have been presented on DSPIN07 confirm high level and urgency of JINR polarization studies and the undoubted realizability of the proposed project of creation of a unique center for polarization studies. Spin community (presented on DSPIN07) expresses their complete interest in realization of polarization project on nuclotron-M and future development the spin program on NICA-collider.


 Gerry H. Bunce
Jacques Soffer


 Gail E. Dodge
Dennis Sivers

A.H. Barabell 
D.G. CRABB  Gordon P. Ramsey
 ГОРДОН РАМСИ


Илья Гинзбург U.S. , Hoboken, NJ


Matthias Grosse Perdekamp

1. **Bunce Gerry** (BNL, Brookhaven, USA)
2. **Soffer Jacques** (Temple Univ. Philadelphia, USA)
3. **Belostotski Stanislav** (PNPI, Gatchina, Russia)
4. **Dodge Gail** (Old Dominion Univ. Norfolk, USA)
5. **Sivers Dennis** (Portland Phys. Inst. USA)
6. **Vasiliev Alexander** (IHEP, Protvino, Russia)
7. **Ramsey Gordon** (Loyola Univer. Chicago, USA)
8. **Crabb Donald G.** (Univ. of Virginia, Charlottesville, USA)
9. **Troshin Sergey** (IHEP, Protvino, Russia)
10. **Nurushev Sandibek** (IHEP, Protvino, Russia)
11. **Ginzburg Ilja** (IMSBAN Novosibirsk, Russia)
12. **Grosse Perdekamp Matthias** (Univ. of Illinois, Upton, USA)

Уважаемый Алексей Норайрович!

С 3-го по 7-е сентября 2007 г. в ЛТФ ОИЯИ проходило международное совещание по спиновой физике DSPIN07. В рамках этого совещания был организован «круглый стол», на котором были представлены результаты экспериментов с поляризованными пучками ускорительного комплекса ЛВЭ ОИЯИ и обсуждены планы исследований на модернизируемом ускорителе нуклотрон-М, которые могут служить основой для разработки поляризационной программы коллайдера НИКА. С нашей точки зрения, необходимо, в рамках проекта НИКА, создать структуру, которая бы занималась подготовкой программы исследований, созданием детектора и выработкой технических требований к ускорителю для работы с пучками поляризованных и неполяризованных легких ядер. Наличие таких пучков на ускорительном комплексе НИКА позволит новому ускорительному комплексу ЛВЭ стать уникальным центром, на котором возможно проведение исследований, привлекательных для мирового сообщества исследователей, так как ни один из существующих и ни один из планируемых ускорителей не будут иметь таких возможностей в диапазоне энергий до $\sqrt{s_{NN}} \sim 10$ ГэВ. Это позволит проводить на ускорителе эксперименты, которые были невозможны ранее, и даст реальный шанс решить на установках ОИЯИ загадки одной из важнейших квантовых характеристик - спина, которые не находили своего решения с 70-х годов прошлого столетия.

Обсуждения с ведущими специалистами по спиновой физике, присутствовавшими на DSPIN07, показали, что реализация спиновой программы на нуклотрон-М, а в дальнейшем на НИКА, позволит создать на базе ускорительного комплекса ЛВЭ ОИЯИ центр по поляризационным исследованиям. Набор пучков и диапазон доступных энергий на нуклотрон-М и НИКА обеспечат конкурентные и уникальные возможности для экспериментов в области спиновой физики. Такой центр, несомненно, будет привлекателен для физиков всего мира, занимающихся поляризационными исследованиями, так как будет взаимодополняющим к поляризационным исследованиям, которые планируются в JLAB (США), GSI (FAIR, Германия) и KEK (JPARC, Япония) с другими пучками и в другой кинематике.

По результатам обсуждений было составлено краткое резюме, которое мы направляем Вам, с целью обратить Ваше внимание на научную значимость спиновых исследований и интерес к спиновой программе со стороны ведущих специалистов по спиновой физике.

Создание стабильных условий работы с поляризованными пучками и лёгкими ядрами на нуклотрон-М с использованием действующих экспериментальных установок даст возможность привлечь к работам на ускорительном комплексе ЛВЭ иностранных участников уже на стадии подготовки к исследованиям на НИКА. Мы обращаемся к Вам с просьбой уделить повышенное внимание поддержке работ по созданию нового источника поляризованных частиц на базе полученных из США компонентов источника CIPIOS, модернизации поляризованной мишени (проект ППМ) и проведению текущих исследований на ускорителе нуклотрон.

Ажгирей Л.С.

Балдин А.А.

Буров В.В.

Глаголев В.В.

Ефремов А.В.

Золин Л.С.

Зулькарнеев Р.Я.

Комаров В.И.

Краснов В.А.

Ладыгин В.П.

Матюшевский Е.А.

Пискунов Н.М.

Ситник И.М.

Струнов Л.Н.

Теряев О.В.

Фимушкин В.В.

Фингер М.

Шаров В.И.

Шиманский С.С.

Поиск и изучение холодной сверхплотной барионной материи (письмо о намерениях создания экспериментальной установки COBA (*C*Old and dense *B*aryonic matter))

Коллаборация COBA¹:

И.Г.Алексеев¹, А.А.Голубев¹, А.А.Голубев¹, В.С.Горячев¹, Г.Б.Дзюбенко¹,
А.Г.Долголенко¹, Н.М.Жигарева¹, Ю.М.Зайцев¹, К.Р.Михайлов¹, М.С.Прокудин¹,
М.Кац¹, Б.О.Кербиков¹, С.М.Киселев¹, Н.А.Пивнюк¹, П.А.Полозов¹, Д.В.Романов¹,
Д.Н.Свирида¹, А.В.Ставинский¹, В.Л.Столин¹, Г.Б.Шарков¹

А.Андроненков², А.Я. Бердников², Я.А. Бердников², М.А. Браун², В.В. Вечернин²,
Л. Виноградов², В. Жеребчевский², С. Иголкин², А.Е. Иванов², В.Т. Ким^{3,2},
А. Колойварь², В.Кондратьев², В.А.Мурзин³, В.А. Орешкин³, Д.П. Суетин², Г. Феофилов²

А.А.Балдин⁴, В.С.Батовская⁴, Ю.Т. Борзунов⁴, А.В. Константинов⁴, А.В.Куликов⁴,
Л.В.Малинина⁴, Г.В.Мещеряков⁴, А.П.Нагайцев⁴, В.К.Родионов⁴, О.Ю.Шевченко⁴,
С.С.Шиманский⁴

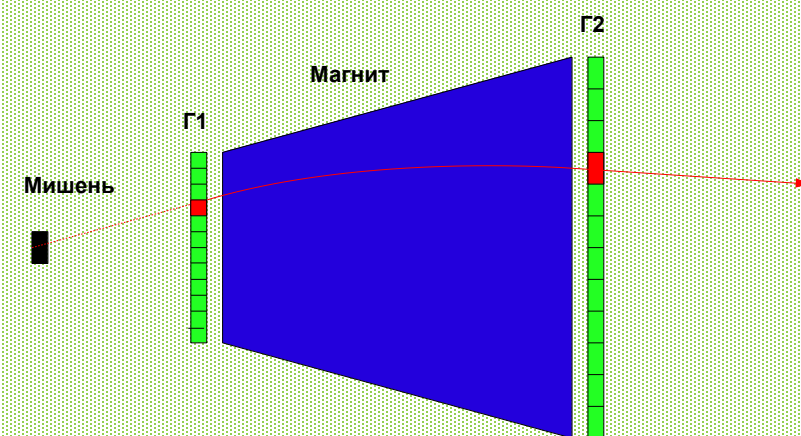
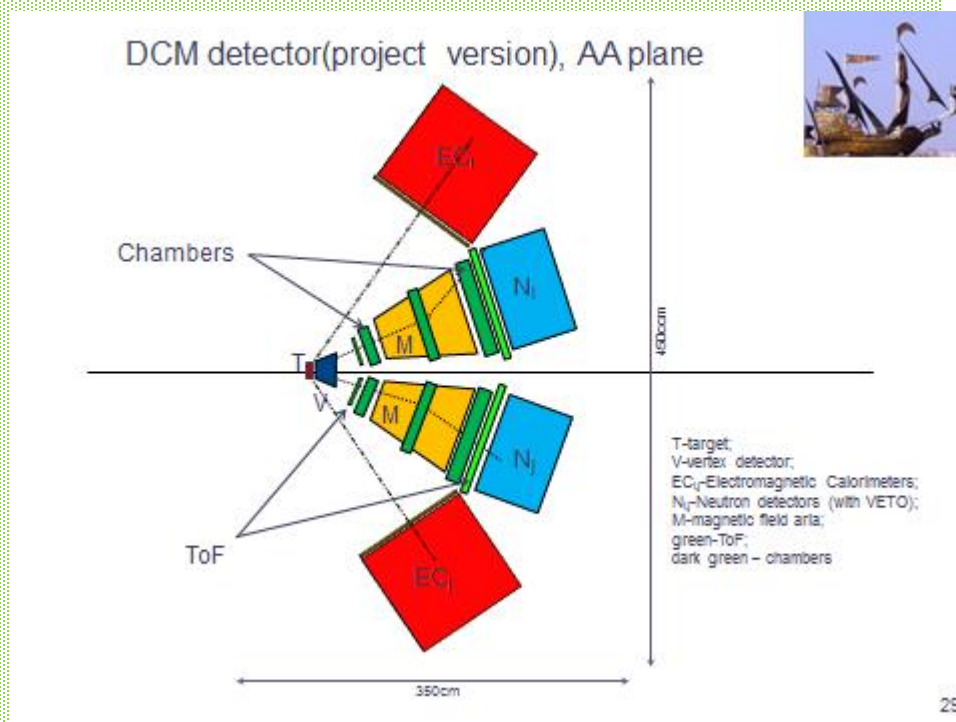
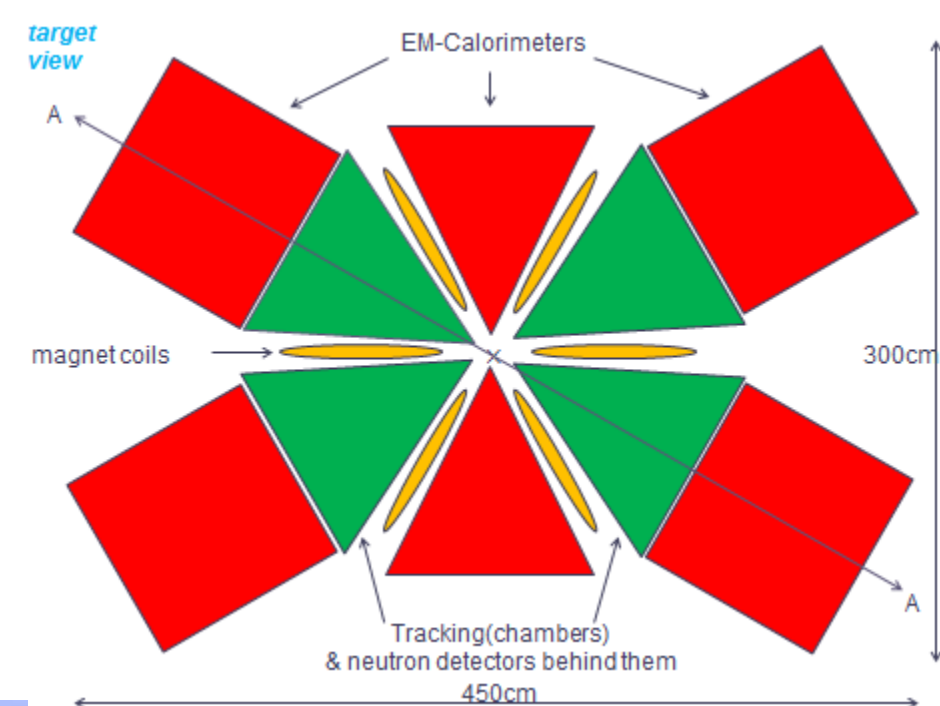
- 1). ГНЦ РФ ИТЭФ им.Алиханова, Москва
- 2). СПбГУ, Санкт-Петербург
- 3). ГНЦ РФ ПИЯФ, Санкт-Петербург
- 4). ЛФВЭ, ОИЯИ, Дубна

Оглавление

Оглавление	3
1. Введение	4
2. Теоретический статус.....	9
2.1. Образование кварковой материи в столкновениях ядер при промежуточных энергиях.	9
2.2. Кумулятивные процессы(Ефремов,Ким,Лыкасов,Вечернин)	11
3. Статус экспериментального исследования кумулятивных процессов и сверхплотной ядерной материи.....	11
3.1. ИТЭФ	11
3.2. ОИЯИ.....	12
3.3. ИФВЭ	12
3.4. JLAB.....	12
4. Экспериментальная программа и ее физическая мотивация.....	14
4.1. Механизм образования кумулятивных частиц	15
4.2. Холодная сверхплотная материя.....	16
4.3. Пространственно-временные характеристики кумулятивных процессов.....	19
4.4. Мультифермионные эффекты	20
4.5. Экзотика в плотной материи	21
5. Физические требования к установке, детектор.....	21
5.1. Начальная энергия, ядра, интенсивность, ускоритель	21
5.2. Обоснование общей структуры детектора.	22
5.3. Компоненты детектора	24
5.3.1. Криогенная мишень.....	24
5.3.2. Вершинный трековый детектор	25
5.3.3. Калориметры.....	28
5.3.4. Пороговые детекторы	33
5.3.5. Торроидальный магнит для прецизионного измерения импульсов.	34
5.3.6. ToF	35
5.3.7. Трековые детекторы.....	35
5.3.8. Нейтронный детектор	35
5.4. Электроника и программное обеспечение.....	40
5.5. Соотношение с FAIR(CBM,HADES) и NICA(MPD,SPD)	40
6. Моделирование. Ожидаемые результаты.....	41
6.1. Структурные функции ядерных флутонов.....	41
6.3. Модель процесса для симуляции отклика установки.	42
6.4. Моделирование отклика установки	45
6.5. Моделирование свойств нейтронного детектора	48
6. Оценки времени, денег и сил.....	48
7. Оценка рисков и препятствий для реализации проекта	48
Литература	48
Приложение 1.....	50

Поиск и изучение холодной сверхплотной барионной материи (ИТЭФ -2012)

- 4. Экспериментальная программа и ее физическая мотивация. 15
- 4.1. Механизм образования кумулятивных частиц. 15
- 4.2. Холодная сверхплотная материя. 16
- 4.3. Пространственно-временные характеристики кумулятивных процессов 19
- 4.4. Мультифермионные эффекты 20
- 4.5. Экзотика в плотной материи 21

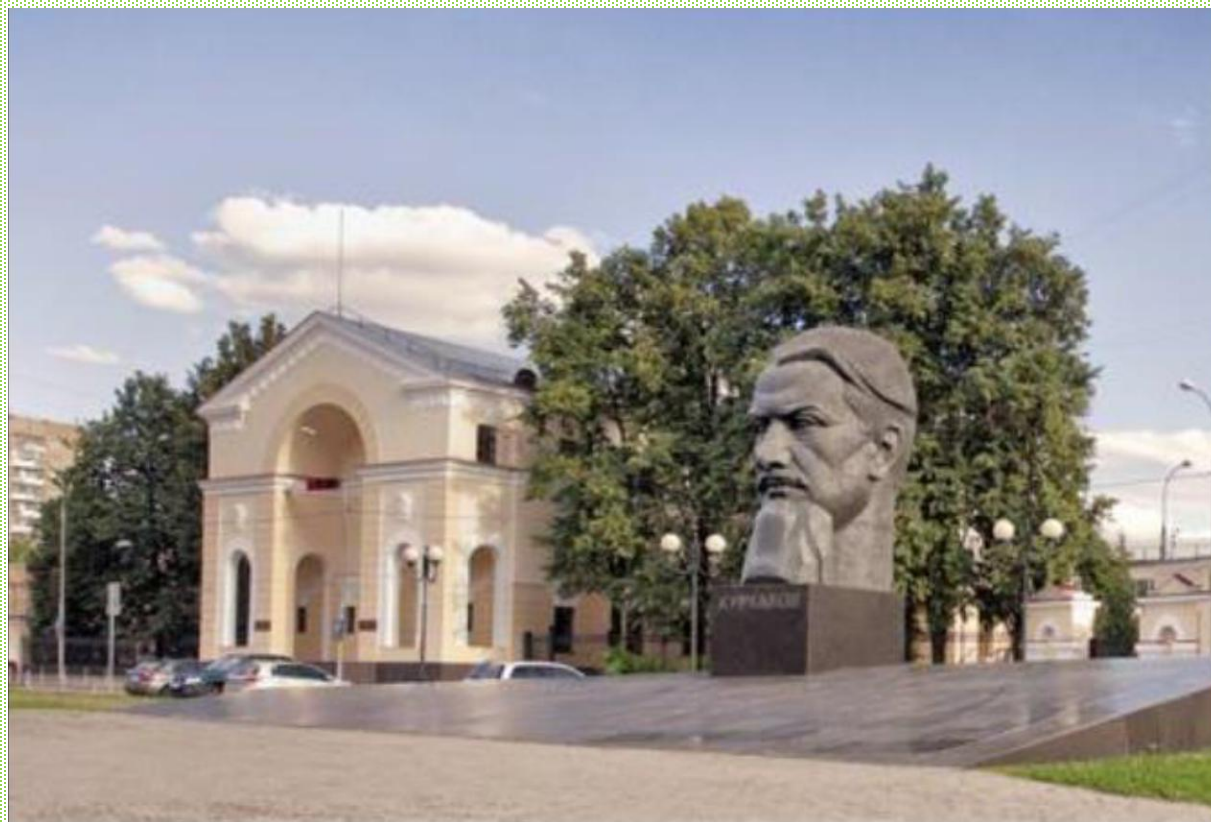


CsDBM

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).

29.11.2017

Подведены итоги юбилейного конкурса на соискание премии имени И.В. Курчатова НИЦ "Курчатовский институт" за 2017 год



Победителями признаны следующие работы и авторские коллективы:

В области научных исследований:

"Поиск холодной сверхплотной барионной компоненты ядерной материи в процессах рождения кумулятивных частиц с большими поперечными импульсами в столкновениях протонов с ядрами при энергии 50 ГэВ"

Выводы из исследования кумулятивных процессов?

Что происходит с кварками
на малых расстояниях (М.Г. Рыскин)?

А что закладывают в модели на решётках?

FODS (IHEP, Protvino) pp, pA, AA-interactions

ИФВЭ 2011–32
ОЭФ

А.А. Балдин¹, Я.А. Бердников², А.И. Берлёв¹, А.Ю. Бордановский,
Ю.Т. Борзунов¹, А.А. Волков, В.П. Ефремов, А.Е. Иванов²,
А.Ю. Калинин, В.Т. Ким^{2,3}, А.В. Константинов¹, А.В. Кораблёв,
В.И. Корешев, А.Н. Криницын, В.И. Крышкин, И.В. Кудашкин¹,
Н.В. Кулагин, А.А. Логинов, В.А. Мурзин³, В.А. Орешкин³,
Е.Б. Плеханов¹, В.В. Скворцов, В.В. Талов, Л.К. Турчанович,
С.С. Шиманский¹

**Программа корреляционных исследований
при взаимодействии адронов и ядер при больших X_T**

1.1. Многопартонное взаимодействие

1.4. Исследования эффектов цветовой (ядерной) прозрачности

1.5. Аномалия при $p_T \sim 2$ ГэВ/с

2.1. Кумулятивные процессы

¹ОИЯИ, Дубна

²СПбГПУ, Санкт-Петербург

³ПИЯФ, Гатчина

Щ – пороговый черенковский счетчик

S – сцинтилляционный счетчик

ДК – дрейфовая камера

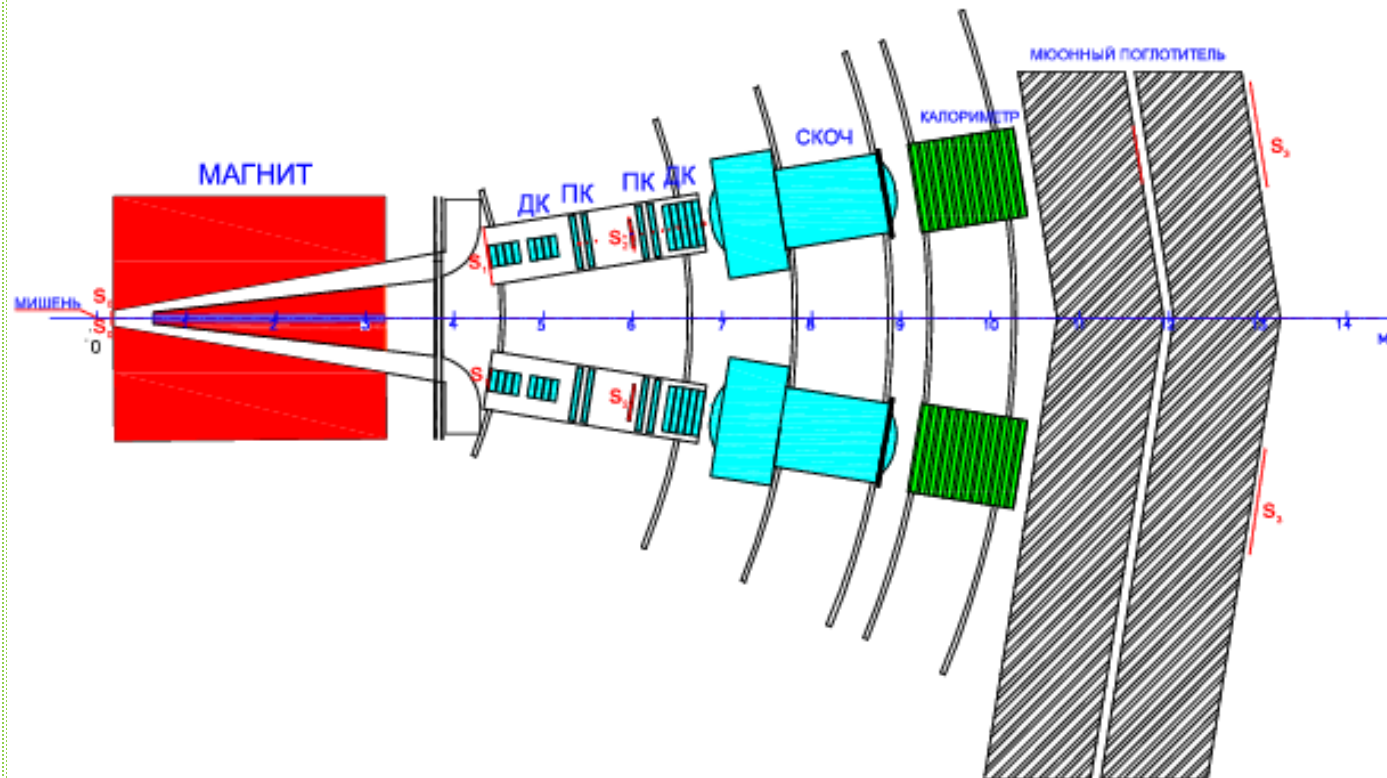
ПК – пропорциональная камера

СКОЧ – спектрометр колец черенковского излучения

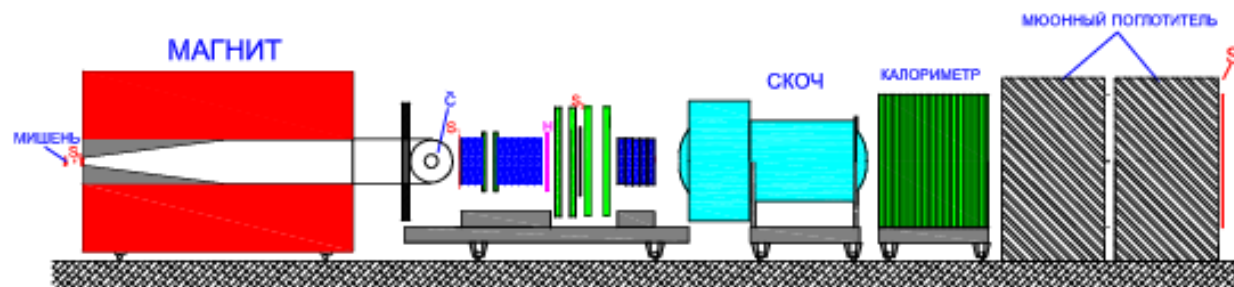
Спектрометр вращается вокруг мишени.

Два плеча уменьшают систематическую ошибку для симметричного положения плеч.

ВИД СВЕРХУ



ВИД СБОКУ (вдоль оси плеча)



Target for FODS (2016)



Status of the pentaquark problem

- 1st relatively certain theoretical suggestion of mass ~ 1530 MeV and width < 15 MeV :
Diakonov, Petrov, Polyakov, Z.Phys., A359 (1997) 305.
- Experiment : about ten papers with positive evidences;
about ten papers with negative results
(some of them with higher statistics).
- Common opinion and PDG position
(since edition of 2008) :
Pentaquark is dead !
(Note, at the same time, great enthusiasm
in searches for tetraquarks !)

