

ЛМФ - 2010 год

Лаборатория мезонной физики ОФВЭ

**Отчет о ходе выполнения научно-исследовательской работы
«Барионная спектроскопия и физика с η -мезонами.»
(γN - и $e^- N$ - взаимодействие)**

Зав. лабораторией д.ф.-м.н. В.В.Сумачёв.

ЛМФ - 2010 год

Выполненные этапы в 2010 году

а) На электронном ускорителе ELSA с энергией электронов до 3.5 ГэВ (Бонн, Германия) с использованием модернизированной экспериментальной установке для исследования фоторождения нейтральных мезонов (основой которой является многокристальный спектрометр полного поглощения Crystal Barrel), продолжены измерения двойных поляризационных параметров в фоторождении пионов. Конечной целью является выполнение «полного» опыта.

б) На электронном микротроне MAMI выполнены два цикла по набору статистики на водородной и дейтериевой мишенях на установке “Crystal Ball”. Сотрудники ПИЯФ участвовали в измерениях на установке “Crystal Ball”. В 2009 году был осуществлен переход на поляризованную мишень. В июне 2009 состоялось заседание РАС по программе работ на ускорителе в Майнце. Одобрена программа исследований на следующие 2 – 4 года. В эту программу включены измерения двойных поляризационных параметров в реакции фоторождения пионов (для получения полного набора наблюдаемых, необходимого для восстановления амплитуд фоторождения) и продолжение экспериментов по фоторождению η и η' – мезонов.

ЛМФ - 2010 год

в) В 2009 году создана новая коллаборация **V1**, которая планирует использовать пучок S на ускорителе ELSA (Бонн, Германия). Для планируемых этой коллаборацией исследований в ОМК ОФВЭ изготовлены и доставлены в Бонн 8 больших дрейфовых камер.
Сотрудники ОФВЭ приглашены для участия в **V1** -коллаборации

Барионные мультиплеты в стандартной кварковой модели . (Introductory remarks on baryon spectroscopy R. H. Dalitz, 1976)

Адроны, состоящие из трёх кварков в стандартной модели могут иметь два типа возбужденных состояний:

- (a) Вращательные возбужденные состояния.
- (b) Радиальные возбужденные состояния (пульсации).

Предложенная Гринбергом $SU(6) \times O(3)$ кварковая модель успешно описывает низко лежащие мультиплеты наблюдаемые для резонансных возбуждённых состояний барионов в том смысле, что известные резонансы идентифицированы как принадлежащие соответствующему мультиплету.

Имеются три типа $SU(6)$ мультиплетов трёх кварковых систем: полностью симметричные мультиплеты (S), включающие 56 возбуждённых состояний; мультиплеты со смешанной симметрией (M), включающие 70 возбуждённых состояний; антисимметричные состояния (A), включающие 20 возбуждённых состояний.

R.H.Dalitz and G.Hoehler комментарии.

“ It is clear that we still need much more information about the existence and parameters of many baryon states, especially in the $N=2$ mass region, before this question of non-minimal $SU(6) \times O(3)$ supermultiplets can be settled.”

(R.H.Dalitz, Introductory remarks on baryon spectroscopy, Oxford, 5-9 July, 1976.)

“The first problem is that the notion of a resonance is not well defined. The ideal case is a narrow resonance far away from the thresholds, superimposed on slowly varying background. It can be described by a Breit-Wigner formula and is characterized by a pole in the analytic continuation of the partial wave amplitude into the low half of the energy plane. The speed plot has a maximum at the resonance position and the resonance is seen in other channels, unless it is forbidden by a selection rule.

Unfortunately, in pN-scattering only the D(1232) resonance corresponds approximately to this picture. The other resonances occur frequently near thresholds of inelastic channels, and the background is not slowly varying.

In this situation, the “Review of Particle Properties” can only give a collection of resonance-like phenomena. They show a continuous transition from textbook-type resonances to tiny wiggles on a large background.”

(G.Hoehler, The pN Resonances in the Particle Data Table,

submitted at “Physics with light mesones and the Second International Workshop on pN Physics”, December 1987)

Сравнение результатов анализов и предсказаний моделей для числа N^* and Δ -резонансов.

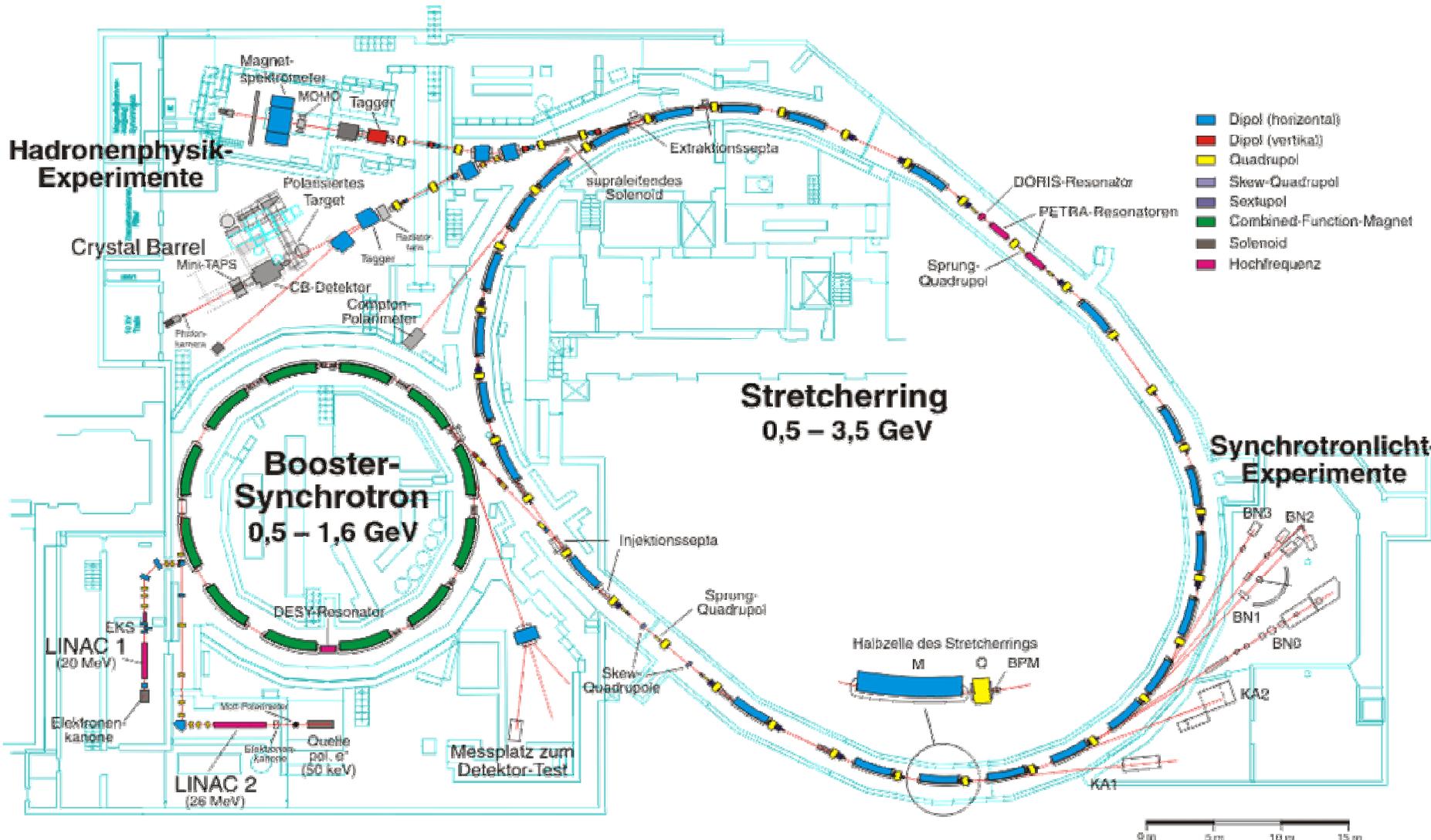
References	N^* – resonance number	Δ – resonance number
Rev. of Part. Phys. (1980)	26	19
Rev. of Part. Phys. (2008)	21	22
KH80	21	18
KA84	18	16
CMB (Phys.Rev.D 20 1979)	16	13
T.P.Vrana et al.(nucl-th/9910012)	14	13
SM95 (Phys.Rev.C 52 1995)	13	8
FA02 (Phys.Rev.C 69, 2004)	10	7
SP06 (nucl-th/0605082)	13	9
S.Capstick et al.(Phys.Rev.D 49,1994)	40	27
U.Loring et al.(hep-ph/0103289)	99	82
Skyrme model (Phys.Rev.D31,1985)	10	13
J.Vijande et al.(hep-ph/0312165)	19	21

Всего в издании PDG 2008 приведено (N^* , Δ , Λ , Σ и др.) 136 основных и возбужденных состояний, часть которых принадлежат трём 70-плетам и четырём 56-плетам. То есть должно быть всего не менее 434 состояний барионов, если заполнить эти мультиплеты .

ЛМФ - 2010 год

Эксперименты на электронном ускорителе ELSA.

Elektronen-Stretcher-Anlage (ELSA)



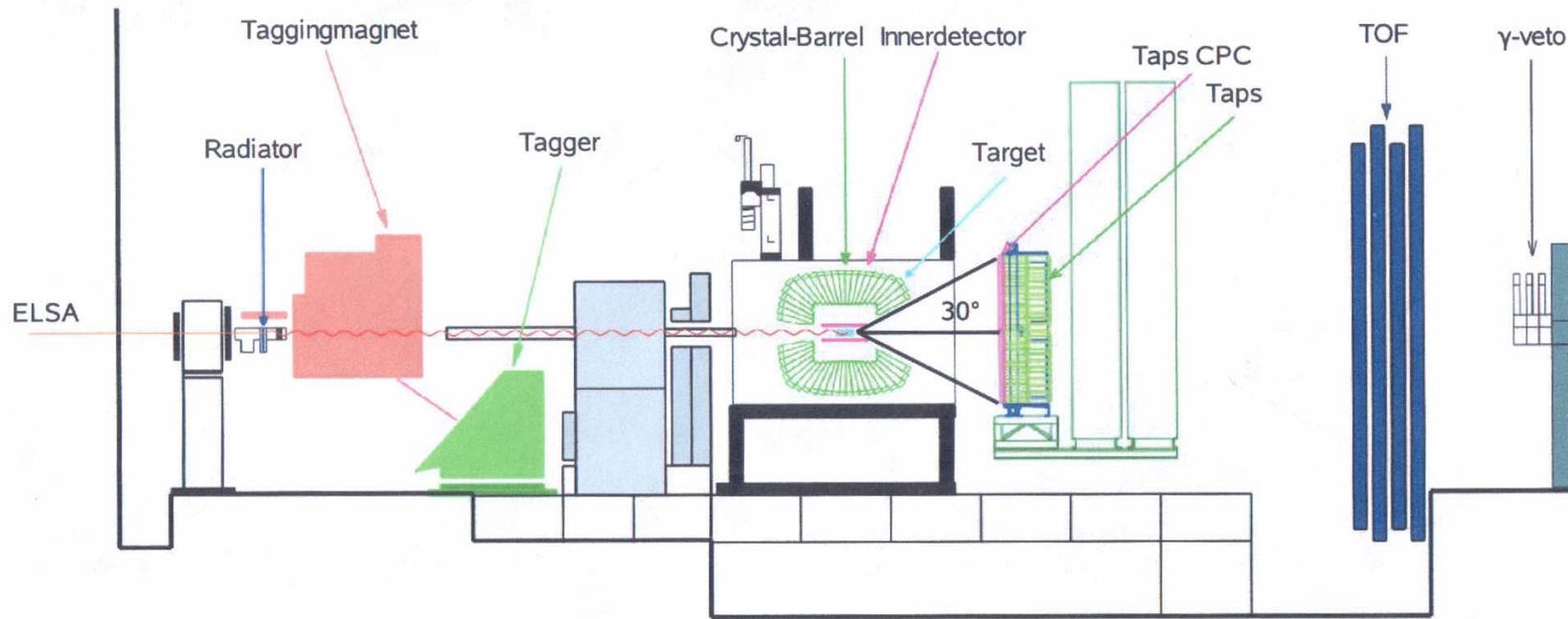
ЛМФ - 2010 год

Эксперименты на электронном ускорителе ELSA.

The CBELSA/TAPS Collaboration

E. Gutz^{a,1}, V. Sokhoyan^a, H. van Pee^a, A.V. Anisovich^{a,b},
J.C.S. Bacelar^c, B. Bantes^d, O. Bartholomy^a, D. Bayadilov^{a,b},
R. Beck^a, Yu. Beloglazov^b, R. Castelijns^c, V. Crede^{a,g},
H. Dutz^d, D. Elsner^d, R. Ewald^d, F. Frommberger^d,
M. Fuchs^a, Ch. Funke^a, R. Gregor^a, A. Gridnev^b, W. Hillert^d,
Ph. Hoffmeister^a, I. Horn^a, I. Jäggle^f, J. Junkersfeld^a,
H. Kalinowsky^a, S. Kammer^d, V. Kleber^{d,2}, Frank Klein^d,
Friedrich Klein^d, E. Klempt^a, M. Kotulla^{e,f}, B. Krusche^f,
M. Lang^a, H. Löhner^c, I. Lopatin^b, S. Lugert^a, D. Menze^d,
T. Mertens^f, J.G. Messchendorp^c, V. Metag^a, M. Nanova^a,
V. Nikonov^{a,b}, D. Novinski^b, R. Novotny^a, M. Ostrick^{d,3},
L. Pant^{a,4}, M. Pfeiffer^a, D. Piontek^a, W. Roberts^g, A. Roy^{a,5},
A. Sarantsev^{a,b}, S. Schadmand^{a,6}, Ch. Schmidt^a,
H. Schmieden^d, B. Schoch^d, S. Shende^c, A. Süle^d,
V. Sumachev^b, T. Szczepanek^a, A. Thiel^a, U. Thoma^{a,1},
D. Trnka^a, R. Varma^{a,5}, D. Walther^d, Ch. Weinheimer^{a,7},
Ch. Wendel^a

Experimental Setup



3.3 GeV E_{electron}

up to 3GeV photons

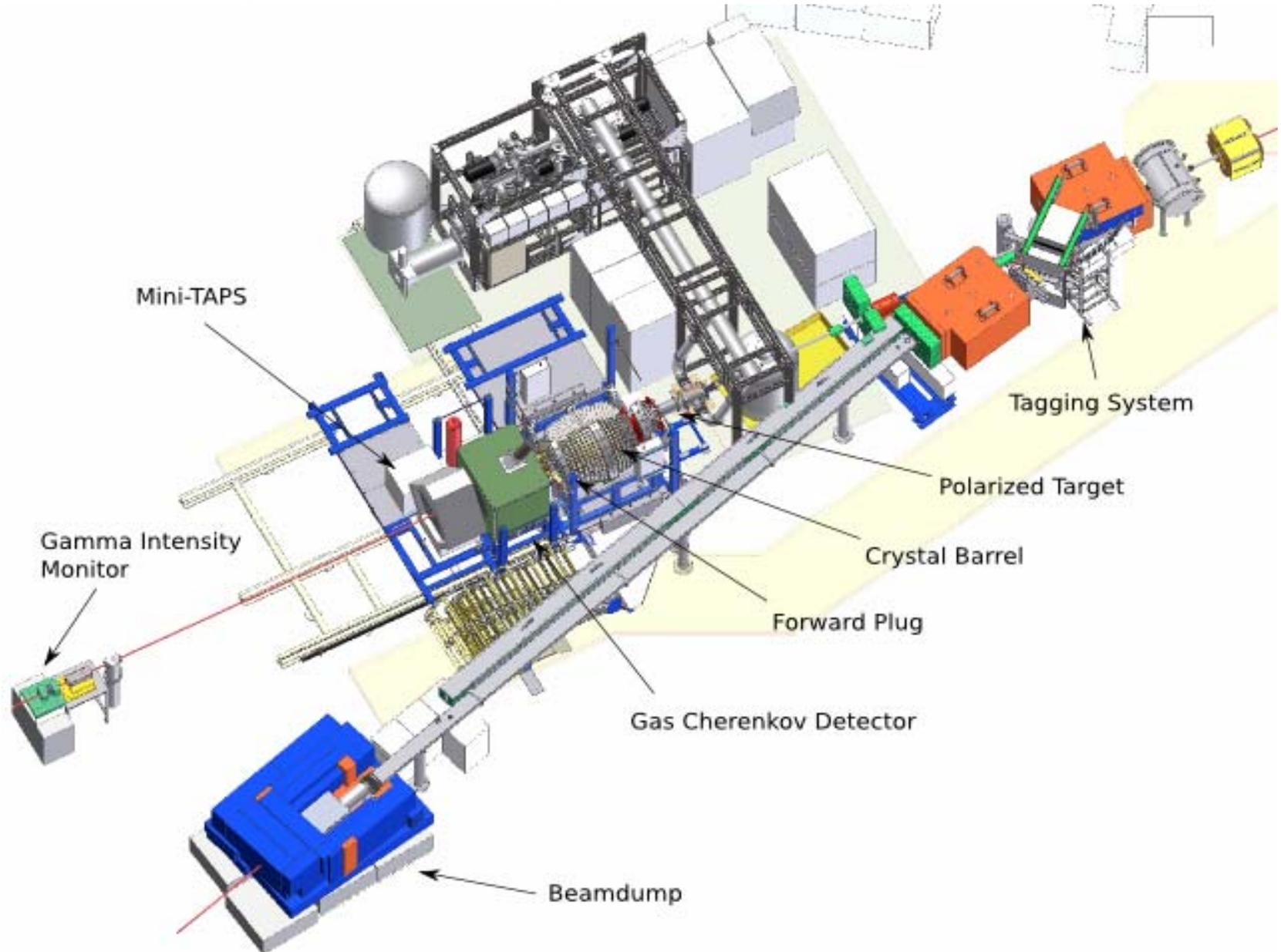
LH₂/LD₂ 1290 CsI crystals

522 BaF crystals

4 π geometry, high sensitivity to multiphoton final states
physics aims:
meson production and baryon spectroscopy

ЛМФ - 2010 год

Эксперименты на электронном ускорителе ELSA.



Эксперименты на электронном ускорителе ELSA (Коллаборация CBELSA/TAPS)

В 2010 году выполнялись эксперименты по измерению поляризационного параметра G в реакции $\gamma p \rightarrow p\omega$, по измерению сечения фотообразования мезонов на дейтериевой мишени и др.

Продолжалась обработка результатов измерений поляризационных параметров E и G в реакции $\gamma p \rightarrow p\pi^0$, обработка результатов исследования реакций $\gamma p \rightarrow p\omega$ и $\gamma p \rightarrow p\omega\pi^0$.

Продолжались работы по дальнейшей модернизации установки.

Photoproduction of meson pairs: First
measurement of the polarization observable I^s

Abstract

The polarization observable I^s , a feature exclusive to the acoplanar kinematics of multi-meson final states produced via linearly polarized photons, has been measured for the first time. Results for the reaction $\bar{\gamma}p \rightarrow p\pi^0\eta$ are presented for incoming photon energies between 970 MeV and 1650 MeV along with the beam asymmetry I^c . The comparably large asymmetries demonstrate a high sensitivity of I^s to the dynamics of the reaction. The sensitivity of these new polarization observables to the contributing partial waves is demonstrated by fits using the Bonn-Gatchina partial wave analysis.

PACS: 13.60.-r, 13.60.Lc, 13.88.+e

Линейно поляризованный фотонный пучок взаимодействует с неполяризованной мишенью. Определение азимутального реакции угла ϕ^* .

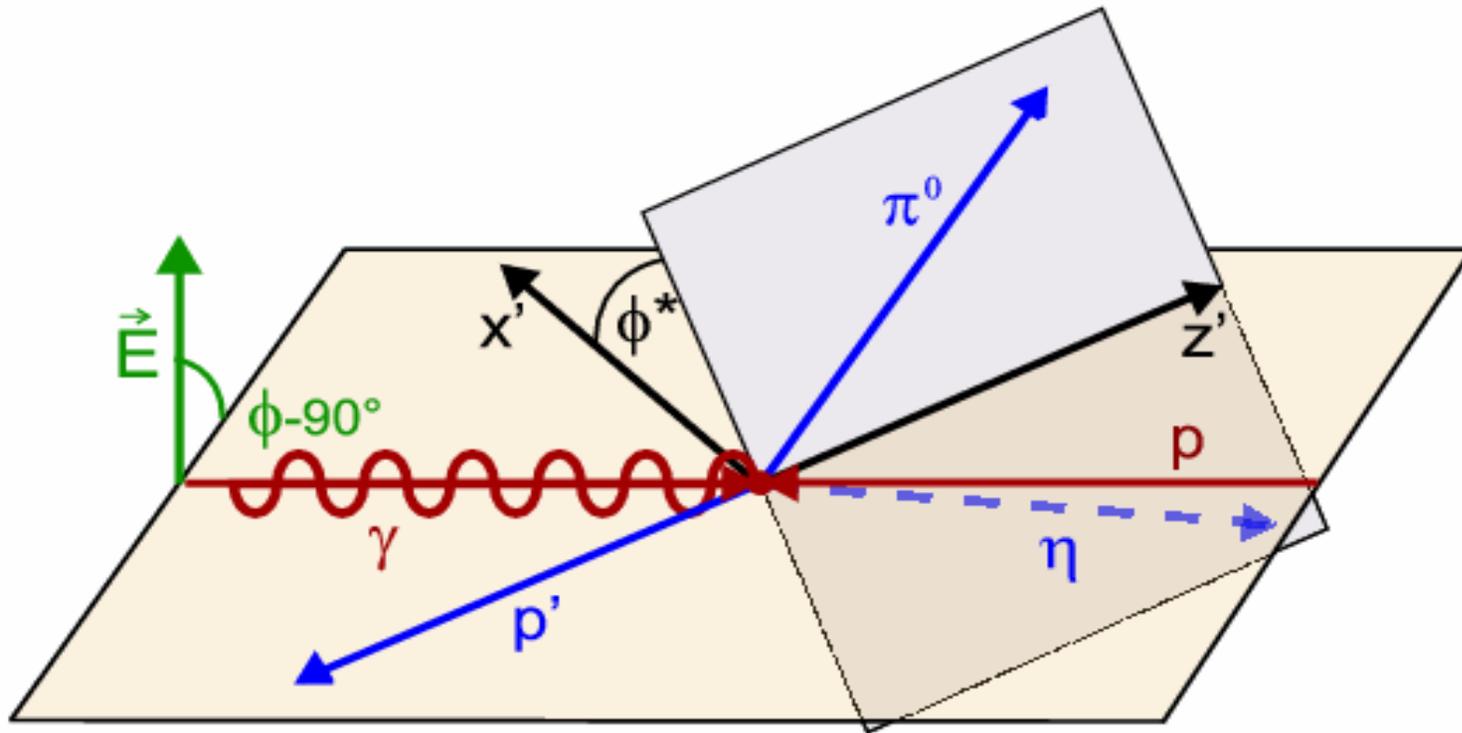


Fig. 1. Angle definitions in the center-of-momentum frame. ϕ^* is the angle between the reaction plane defined by the incoming photon and recoiling particle p' and the decay plane of two final state particles.

Сечение определяется формулой: $d\sigma/d\Omega = (d\sigma/d\Omega)_0 \{1 + \delta_1 [I^S \sin(2\phi) + I^C \cos(2\phi)]\}$

$(d\sigma/d\Omega)_0$ - дифф. Сечение в случае неполяризованного фотонного пучка.

δ_1 - степень линейной поляризации фотонного пучка;

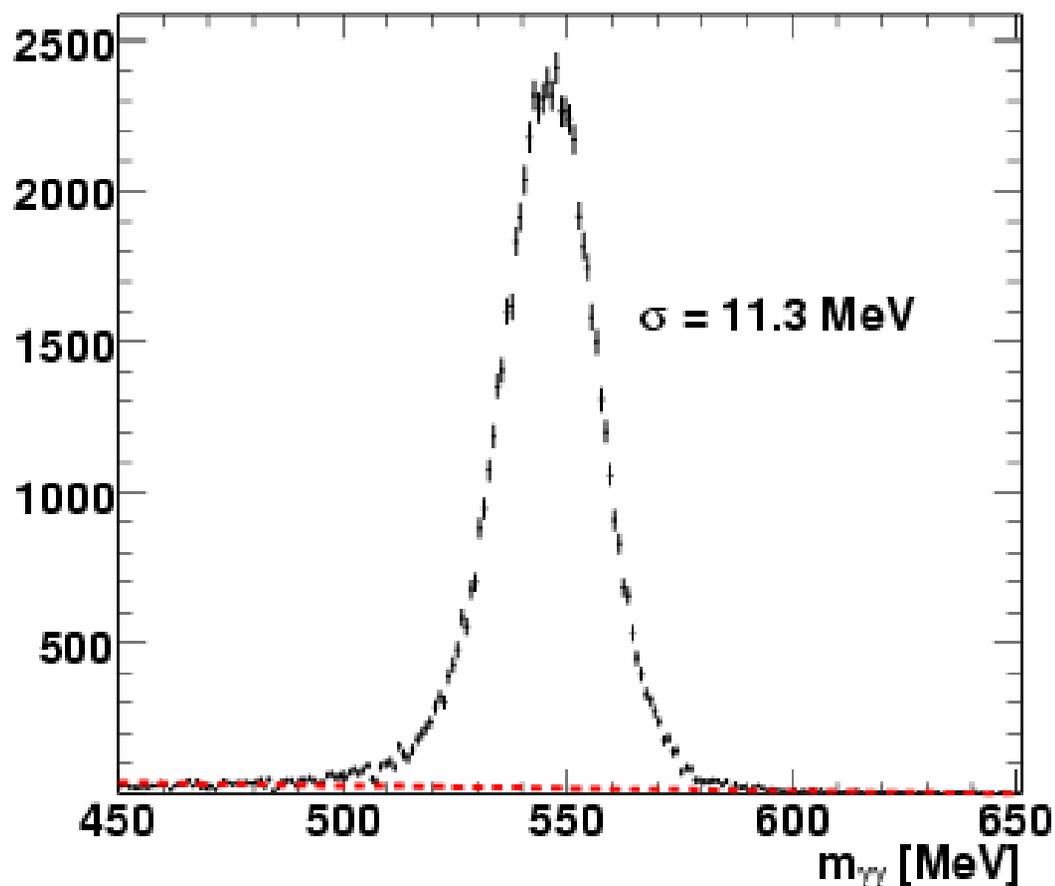


Fig. 3. $\gamma\gamma$ invariant mass distribution after cuts on the confidence levels of the $\gamma p \rightarrow p\pi^0\gamma\gamma$ (CL > 8%) and $\gamma p \rightarrow p\pi^0\pi^0$ (CL < 1%) fits respectively. This yields a total number of 68514 events including the linear background (red line). An additional cut on the $\gamma p \rightarrow p\pi^0\eta$ fit (CL > 6%) rejects 3083 events, retaining 624 background events ($\approx 1\%$).

Чувствительность поляризационных наблюдаемых к включению резонансов в ПВА.

Штриховая кривая – ПВА Bonn-Gatchina не включает $3/2^-$ - парциальную волну, которая содержит $\Delta(1700)$ и $\Delta(1940)$ резонансы.

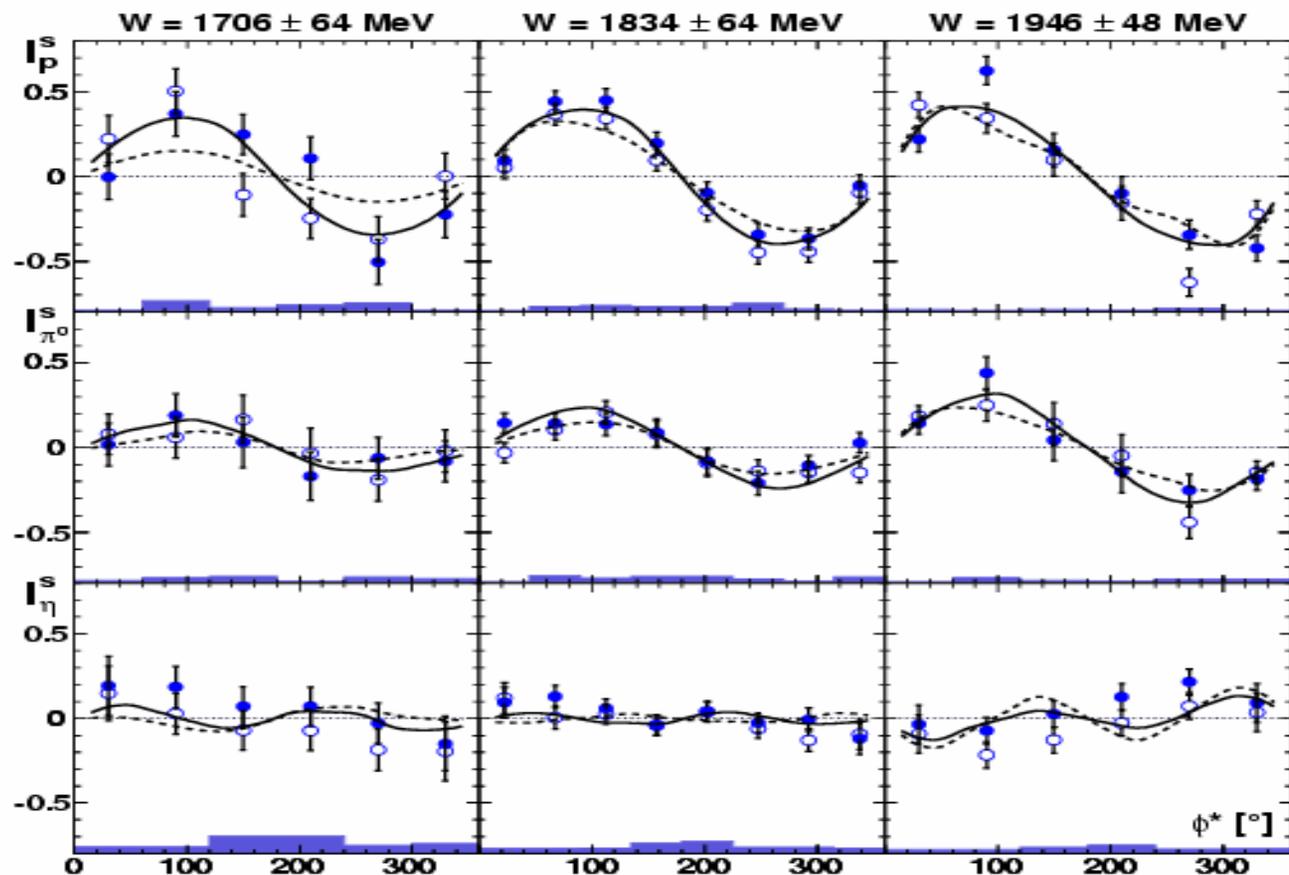


Fig. 5. Measured beam asymmetries I^s in the reaction $\bar{\gamma}p \rightarrow p\pi^0\eta$. Left to right: CMS energy ranges 1706 ± 64 MeV, 1834 ± 64 MeV, 1946 ± 48 MeV. Top to bottom: Beam asymmetries obtained treating the proton (top row), π^0 (center row) and η (bottom row) as recoiling particle. Filled symbols: $I^s(\phi^*)$, open symbols: $-I^s(2\pi - \phi^*)$. Solid curve: Full BnGa-PWA fit, dashed curve: BnGa-PWA fit excluding $3/2^-$ -wave. Histograms below: Estimate of systematic errors due to acceptance and efficiency.

ЛМФ - 2010 год

Photoproduction of η' -mesons off the deuteron

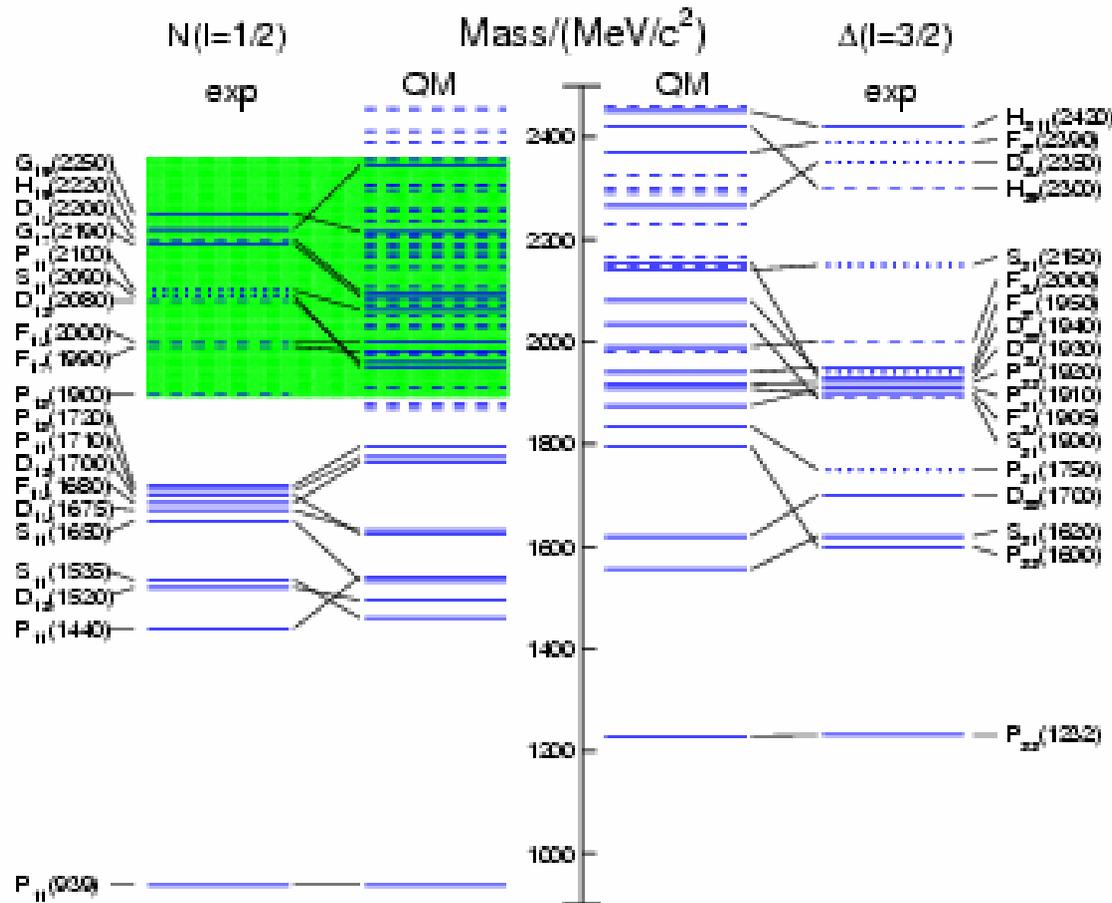


Fig. 1. Comparison of experimentally established nucleon resonances [3] (left and right) to predictions in the framework of non-relativistic quark models [4] (center). The shaded (color: green) area indicates the range accessible for η' photoproduction in the present experiment.

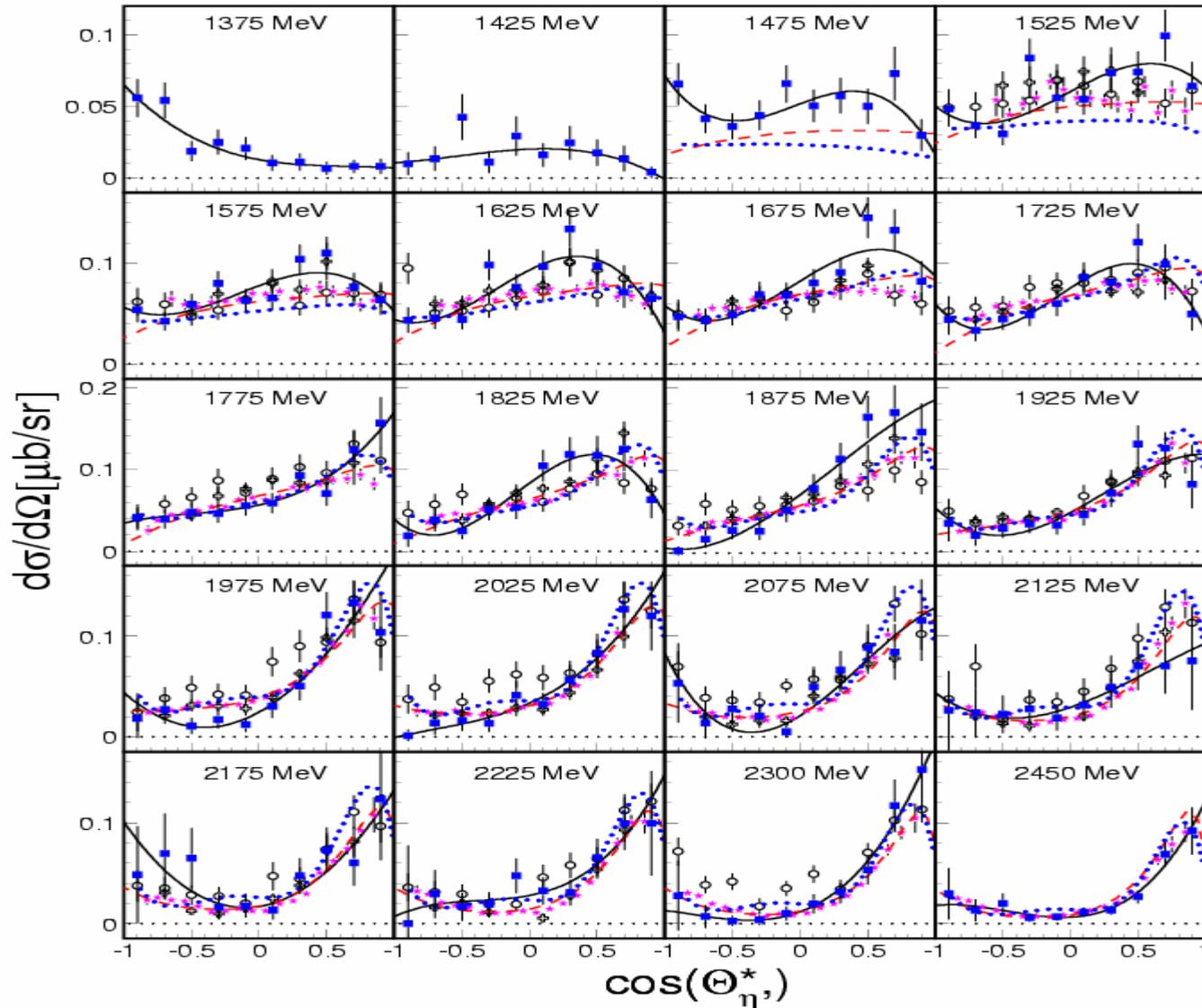


Fig. 9. Comparison of quasi-free η' production off the bound proton ((blue) squares) to the free proton data: (black) open circles [18], (black) open crosses: [31], (magenta) stars: [19]. The numbers given in the figure indicate the bin centers in incident photon energy (note: first two bins below free nucleon production threshold). Note: results from [31, 19] partly not exactly for the same energy bins as present results. Closest bins or average of overlapping bins chosen. All uncertainties only statistical. Lines: Solid (black): Legendre fits to data present data, dashed (red): solution (I) NH model, dotted (blue): η' -MAID.

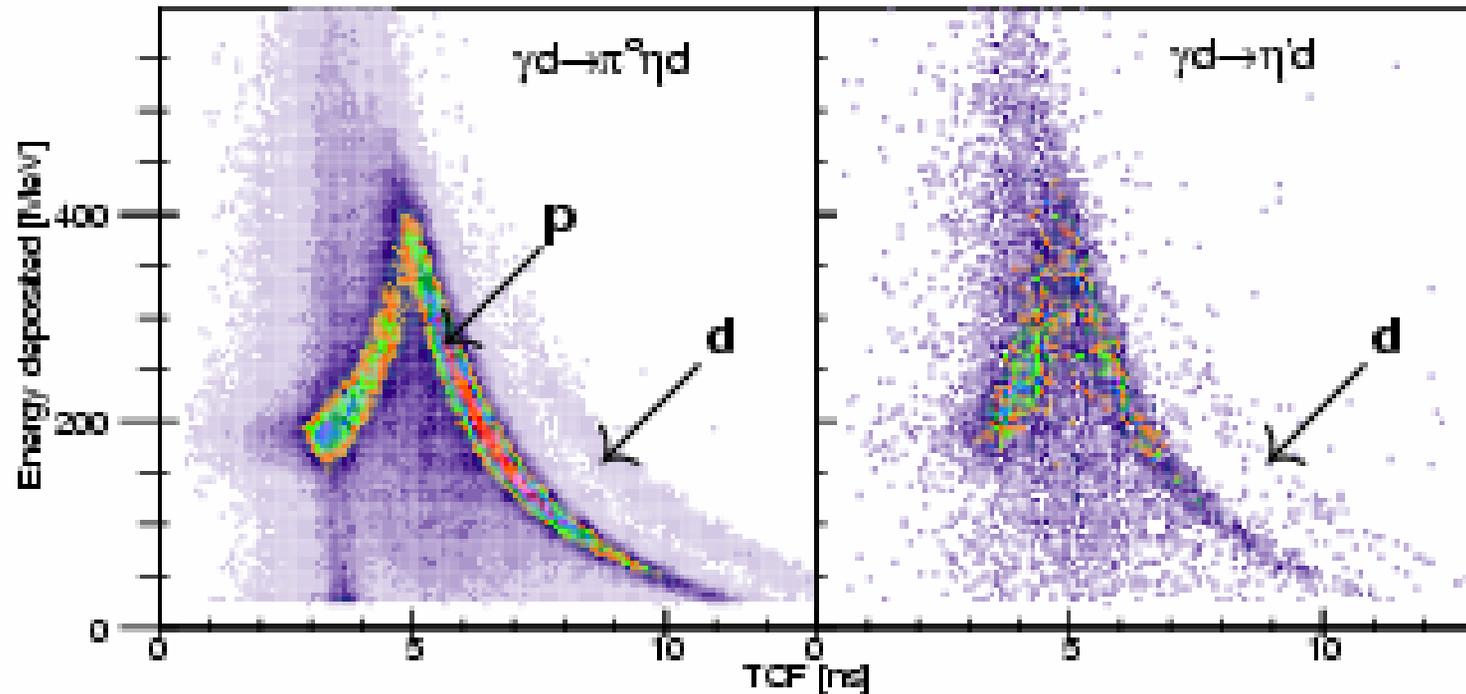


Fig. 6. Time-of-flight versus energy for charged particles in TAPS under the condition of invariant mass signals (cuts on invariant mass peaks, no background subtraction) for the $\pi^0 \eta$ channel (left hand side), and the η' channel (right hand side). The prominent band corresponds to protons, the less prominent band to deuterons.

ЛМФ - 2010 год

Планы на 2011 год по СВ@ELSA.

1 - С начала года дополнительный цикл измерений на дейтериевой мишени с продольной поляризацией, около 500 часов.

2 – Завершение набора статистики при поперечной поляризации мишени для получения значений наблюдаемых Р, Н и Т. Пока набрано около 40% планируемой статистики.

3 - Производство нового криостата для поляризованной мишени, позволяющего динамически менять поляризацию.

5 - Дизайн и тестирование электроники для нового съема с APD. Сам съём информации почти разработан - следующий шаг - дизайн линий, передающих сигналы, и создание электроники.

6 - Начать производство сверхпроводящего магнита для СВ. Однако окончательного проекта пока нет и компания, в которую планировалось отдать заказ, обанкротилась. Возможно, будут искать фирму в России, которая сможет построить такой магнит. (Ижорские заводы, НИИЭФА). Насколько известно, источник финансирования для магнита есть, но производитель ещё не выбран.

LMΦ - 2010 год

V. L. Kashevarov^{a,b,*}, A. Fix^c, P. Aguar-Bartolomé^a, L. K. Akasoy^a,
J. R. M. Annand^d, H. J. Arends^a, K. Bantawa^e, R. Beck^f, V. Bekrenev^g,
H. Berghäuser^h, A. Braghieriⁱ, D. Branford^j, W. J. Briscoe^k, J. Brudvik^l,
S. Cherepnya^b, R. F. B. Codling^d, B. T. Demissie^k, E. J. Downie^{a,d},
P. Drexler^h, L. V. Fil'kov^b, D. I. Glazier^j, R. Gregor^h, D. Hamilton^d,
E. Heid^{a,k}, D. Hornidge^m, I. Jaegleⁿ, O. Jahn^a, T. C. Jude^j, J. D. Kellie^d,
I. Keshelashviliⁿ, R. Kondratiev^o, M. Korolija^p, M. Kotulla^h,
A. Koulbardis^g, S. Kruglov^g, B. Kruscheⁿ, V. Lisin^o, K. Livingston^d,
I. J. D. MacGregor^d, Y. Maghrbiⁿ, D. M. Manley^e, M. Martinez-Fabregate^a,
J. C. McGeorge^d, E. F. McNicoll^d, D. Mekterovic^p, V. Metag^h,
S. Micanovic^p, D. Middleton^m, A. Mushkarenkovⁱ, B. M. K. Nefkens^l,
A. Nikolaev^f, R. Novotny^h, M. Ostrick^a, P. B. Otte^a, B. Oussena^{a,k},
P. Pedroniⁱ, F. Pheronⁿ, A. Polonski^o, S. N. Prakhov^l, J. Robinson^d,
G. Rosner^d, T. Rostomyanⁿ, S. Schumann^a, M. H. Sikora^j, D. Sober^q,
A. Starostin^l, I. I. Stakovsky^k, I. M. Suarez^l, I. Supek^p, C. Tarbert^j,
M. Thiel^h, A. Thomas^a, M. Unverzagt^a, D. P. Watts^j, D. Werthmüllerⁿ,
I. Zamboni^p, and F. Zehrⁿ,

(The Crystal Ball at MAMI, TAPS, and A2 Collaborations)

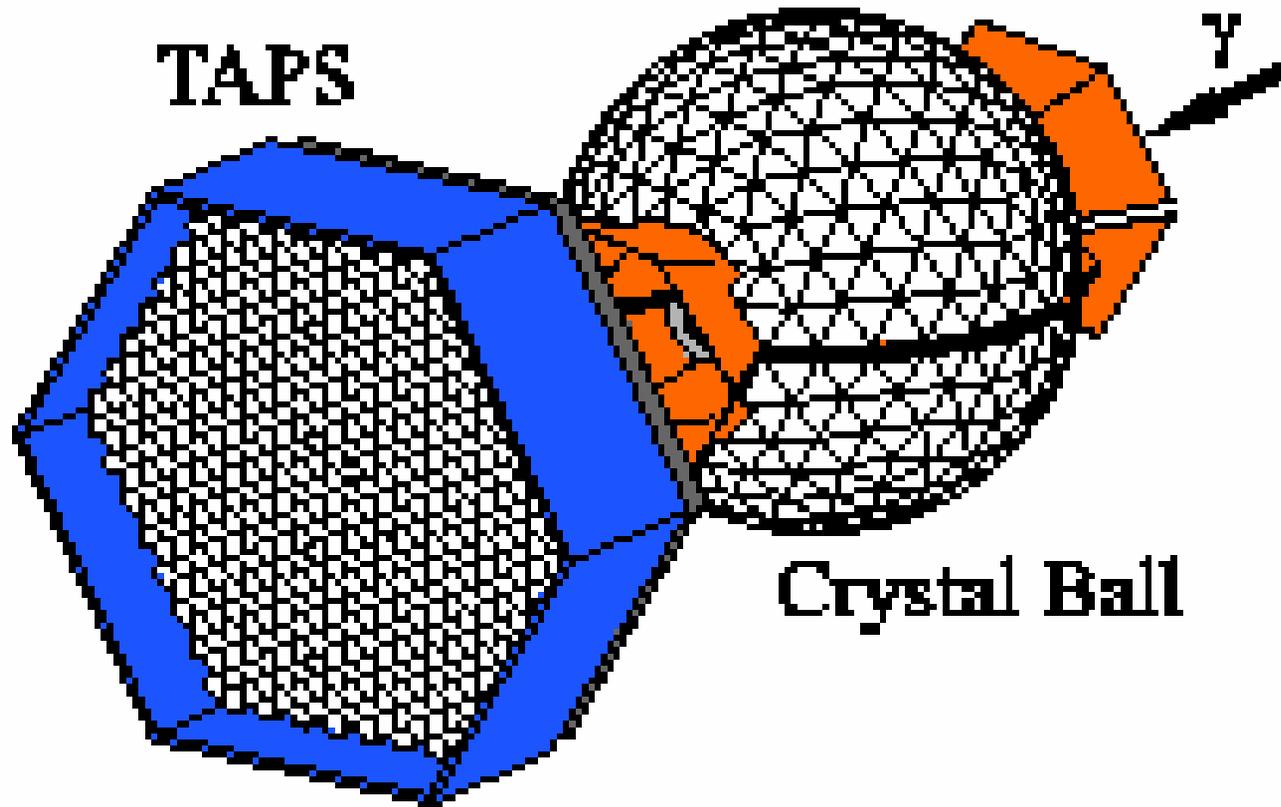


Fig. 1. The Crystal Ball/TAPS setup.

Схематическое изображение экспериментальной установки с детектором Crystal Ball на ускорителе MAMI в Майнце.

First measurement of the circular beam asymmetry in the $\vec{\gamma}p \rightarrow \pi^0\eta p$ reaction

Abstract

The circular photon asymmetry for $\pi^0\eta$ photoproduction on the proton was measured for the first time at the tagged photon facility of the MAMI C accelerator using the Crystal Ball/TAPS photon spectrometer. The experimental results are interpreted within a phenomenological isobar model that confirms the dominant role of the $\Delta(1700)D_{33}$ resonance. The measured asymmetry allows us to identify small contributions from positive-parity resonances via interference terms with the dominant D_{33} amplitude.

Keywords: Pseudoscalar meson photoproduction, Baryon resonances, Polarization observables

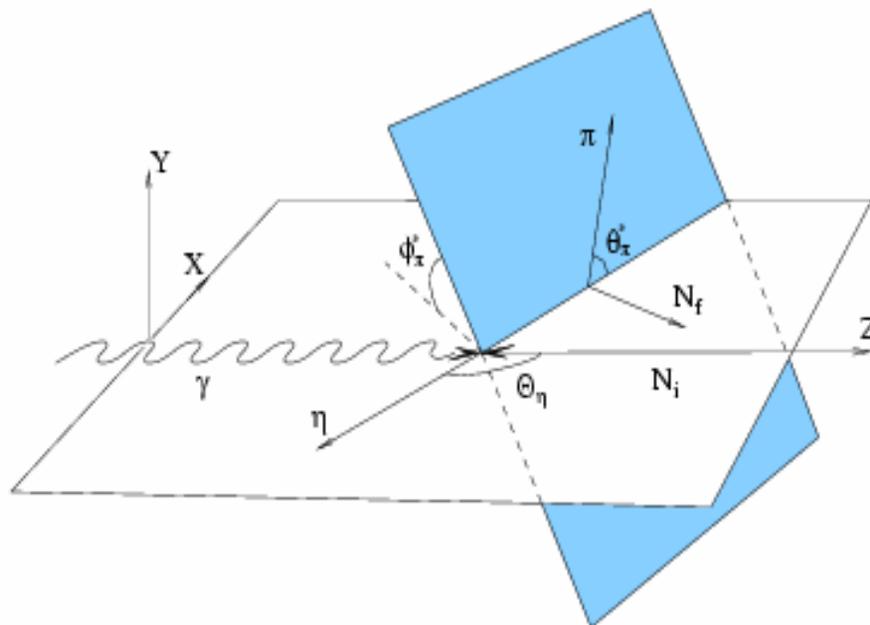


Figure 1: Diagrams representing the angles Θ_η and $\Omega = (\theta, \phi)$ used for description of the reaction kinematics.

ЛМФ - 2010 год

Сплошная кривая – предсказания изобарной модели, включающей учёт всех 6 резонансов, имеющих в этой области масс. Штриховая кривая соответствует учёту только D_{33} амплитуды.

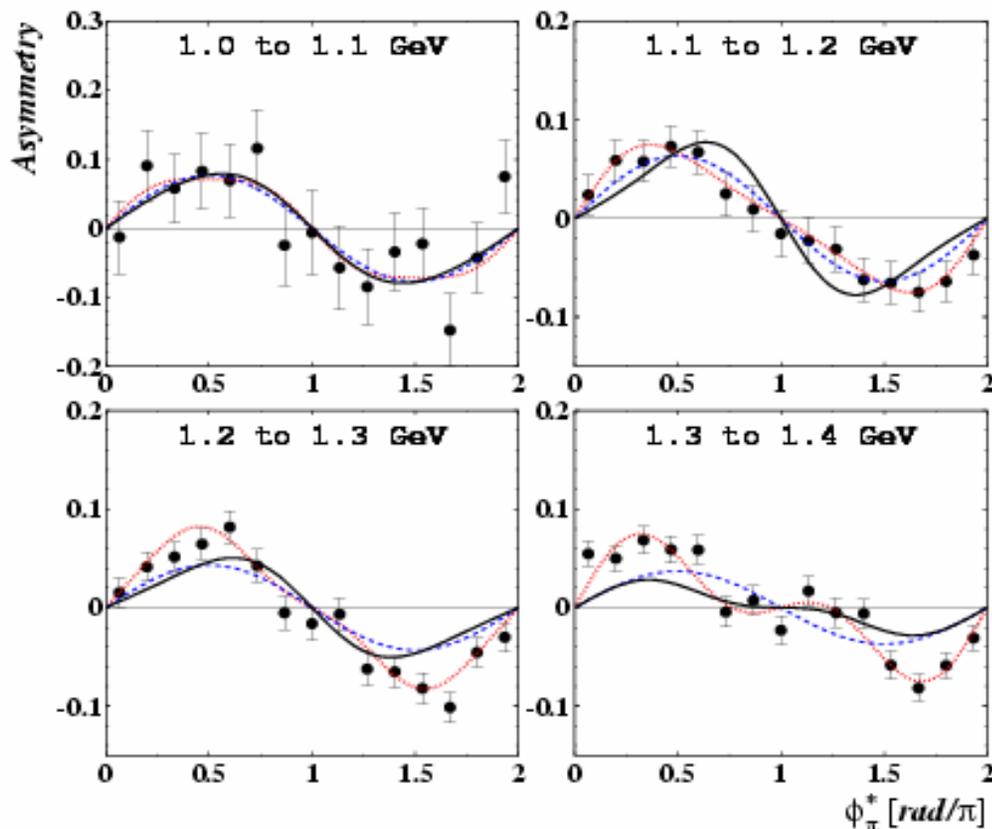


Figure 2: Angular distributions of the cross-section asymmetry $W^c(\phi)$ for the reaction $\vec{\gamma}p \rightarrow \pi^0\eta p$ as determined according to eq. (2). The dotted curve is our fit with three terms included in the Fourier expansion (7). The solid curves show predictions of the full isobar model with six resonances whose parameters were fitted to the angular distributions for $\gamma p \rightarrow \pi^0\eta p$ as described in ref. [9]. The dashed curve is a similar prediction with only the D_{33} amplitude taken into account.

ЛМФ - 2010 год

First measurement of the circular beam asymmetry in
the $\vec{\gamma}p \rightarrow \pi^0\eta p$ reaction

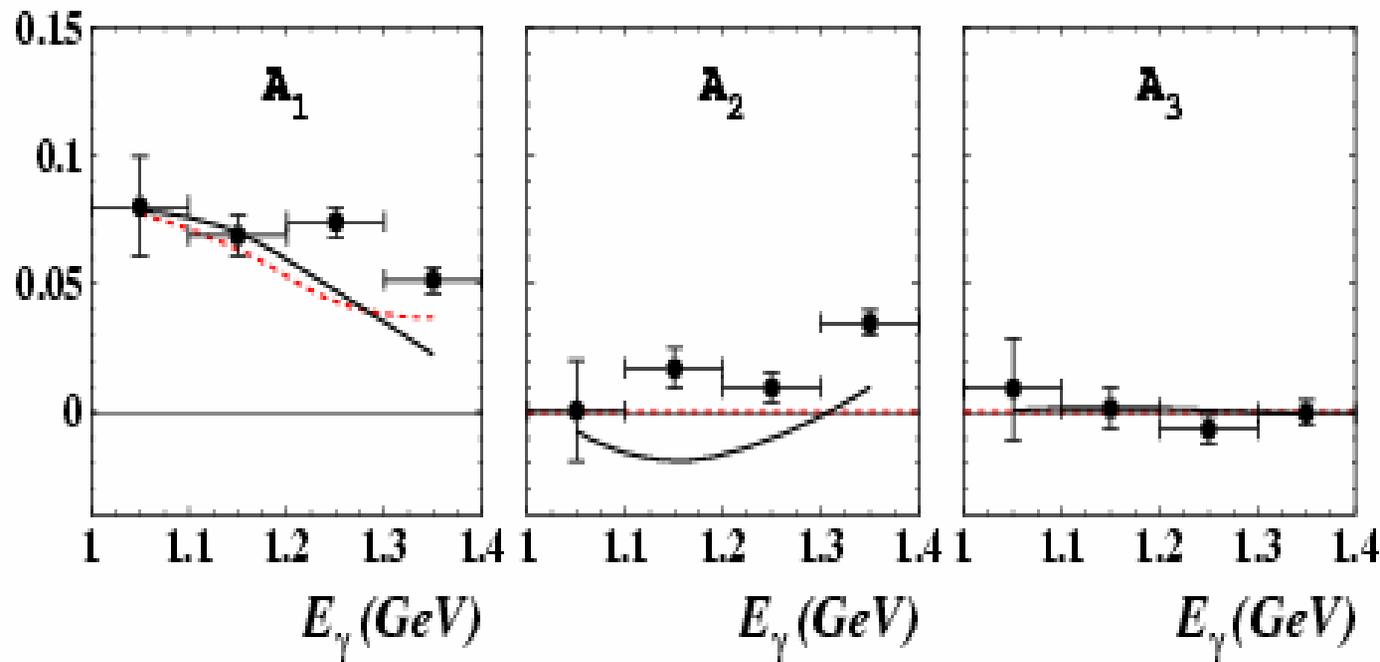


Figure 3: Coefficients A_n ($n = 1, 2, 3$) of the $\sin n\phi$ expansion of the asymmetry $W^c(\phi)$, Eq. (7). The solid line is the full model prediction, the dashed line includes only the D_{33} amplitude.

Study of the $\gamma p \rightarrow \eta p$ reaction with the Crystal Ball detector at the Mainz Microtron (MAMI-C)

The $\gamma p \rightarrow \eta p$ reaction has been measured with the Crystal Ball and TAPS multiphoton spectrometers in the energy range from the production threshold of 707 MeV to 1.4 GeV ($1.49 \leq W \leq 1.87$ GeV). Bremsstrahlung photons produced by the 1.5-GeV electron beam of the Mainz Microtron MAMI-C and momentum analyzed by the Glasgow Tagging Spectrometer were used for the η -meson production. Our accumulation of 3.8×10^6 $\gamma p \rightarrow \eta p \rightarrow 3\pi^0 p \rightarrow 6\gamma p$ events allows a detailed study of the reaction dynamics. The $\gamma p \rightarrow \eta p$ differential cross sections were determined for 120 energy bins and the full range of the production angles. Our data show a dip near $W = 1680$ MeV in the total cross section caused by a substantial dip in η production at forward angles. The data are compared to predictions of previous SAID and MAID partial-wave analyses and to the latest SAID and MAID fits that included our data.

Study of the $\gamma p \rightarrow \eta p$ reaction with the Crystal Ball detector at the Mainz Microtron (MAMI-C)

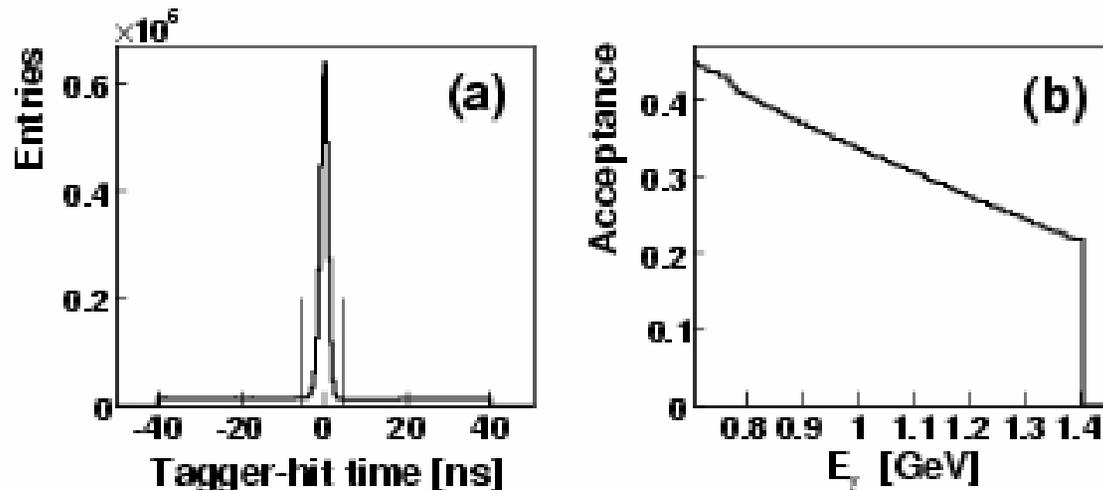


FIG. 1: (a) Tagger-hit time distribution for the experimental $\gamma p \rightarrow \eta p \rightarrow 3\pi^0 p$ events, where the two vertical lines define the region of prompt coincidences. (b) Detector acceptance for $\gamma p \rightarrow \eta p \rightarrow 3\pi^0 p$ events as a function of the incident-photon energy, E_γ .

ЛМФ - 2010 год

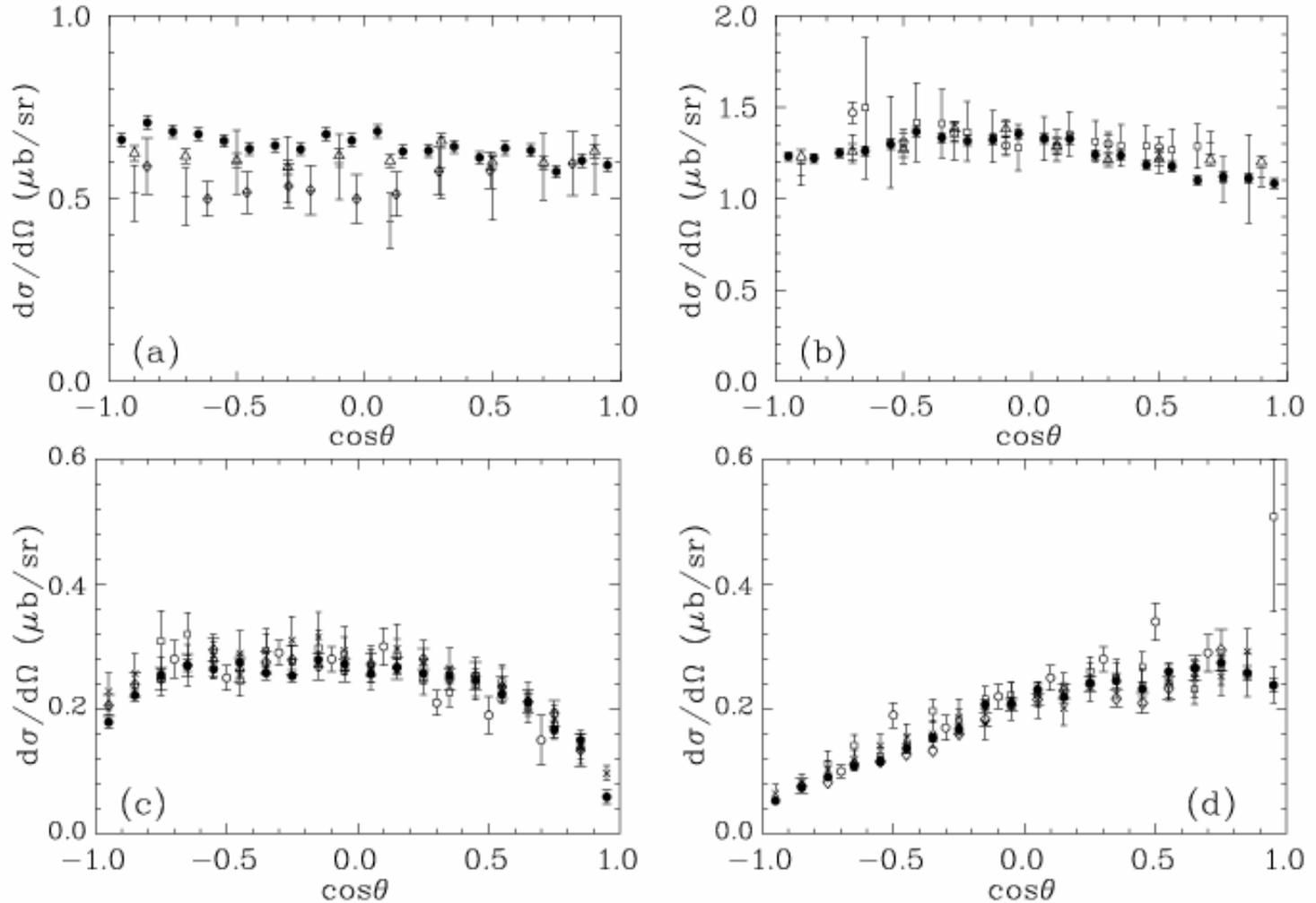


FIG. 5: Differential cross sections for $\gamma p \rightarrow \eta p$ as a function of $\cos \theta$, where θ is the production angle of η in the c.m. frame. The present data (solid circles) are shown for four energy bins: (a) $E_\gamma = 714.5 \pm 2.1$ MeV, (b) 772.9 ± 2.1 MeV, (c) 1026.8 ± 3.7 MeV, and (d) 1376.2 ± 9.7 MeV. Previous data are shown for experiments at MAMI-B [17] for 715.9 ± 5 MeV and 775.3 ± 5 MeV (open triangles); CLAS-g1c [18] for 775 ± 25 MeV, 1025 ± 25 MeV, and 1375 ± 25 MeV (open circles); CLAS-g11a [19] for 1384 ± 10 MeV (open diamonds); GRAAL [20] for 714 ± 9 MeV and 1024 ± 9 MeV (open diamonds with crosses); LNS [21] for 718.0 ± 10 MeV and 768.8 ± 10 MeV (horizontal bars); CB-ELSA [22] for 774 ± 25 MeV, 1025 ± 25 MeV, and 1374 ± 25 MeV (open squares); and CB-ELSA/TAPS [23] for 1025 ± 25 MeV and 1375 ± 25 MeV (crosses). Plotted uncertainties are statistical only.

Получено 2400 экспериментальных точек (чёрные круги) по измерению дифференциального сечения (в полном угловом интервале) реакции $\gamma p \rightarrow \eta p$ в интервале энергий фотонного пучка 707 – 1402 МэВ (всего обработано 3×10^6 событий).

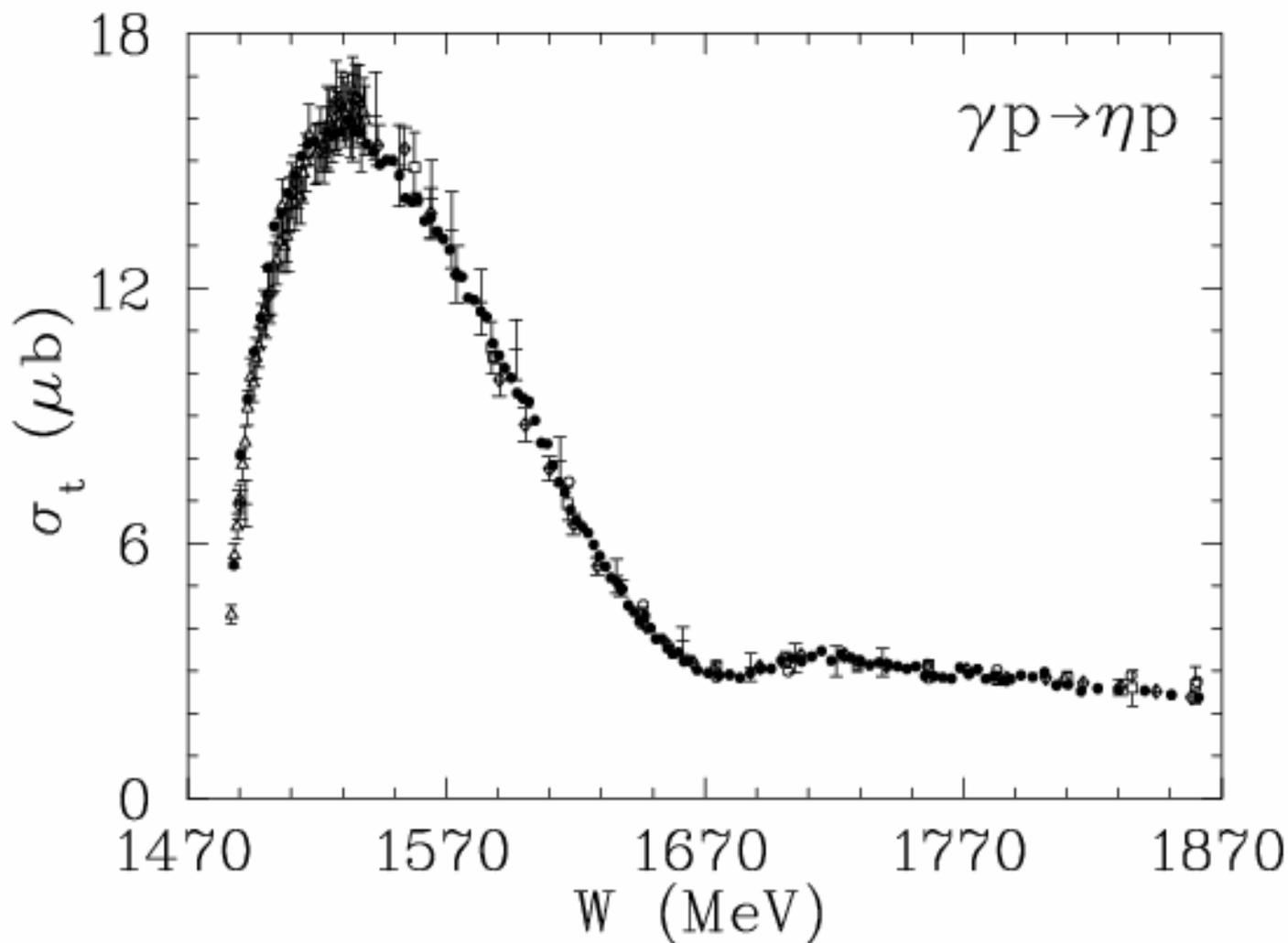


FIG. 6: Total cross section for $\gamma p \rightarrow \eta p$ as a function of the c.m. energy. Uncertainties plotted for our data are statistical only. Notation of different data is the same as in Fig. 5.

ЛМФ - 2010 год

Study of the $\gamma p \rightarrow \eta p$ reaction with the Crystal Ball detector at the Mainz Microtron (MAMI-C)

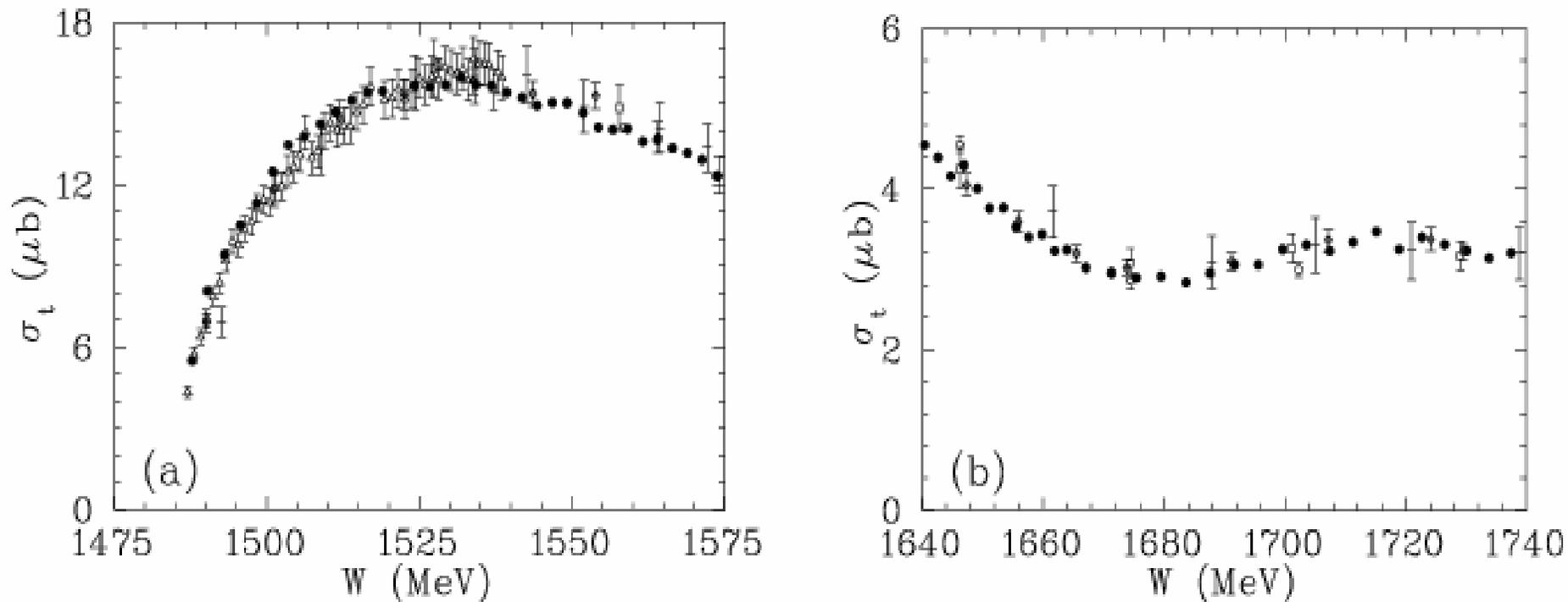


FIG. 7: Same as Fig. 6 but for narrower W ranges: (a) from the threshold to the maximum of the total cross section and (b) around a shallow dip, $W = 1680$ MeV.

Авторы не видят проявления узкого P11 резонанса в области вблизи 1680 МэВ (члена антидекуплета), однако по их мнению это не исключает возможности его проявления в других реакциях, например в фоторождении η – мезона на нейтроне.

The Crystal Ball at MAMI, TAPS and A2 Collaborations.

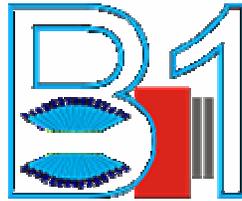
В 2010 году завершена подготовка мишени с перпендикулярной поляризацией, завершена модификация стенда Crystal Ball детектора для работы с этой мишенью, и весной начались измерения. В 2010 набраны данные на поляризованной мишени и поляризованном пучке фотонов, а также данные на углеродной мишени.

В 2011 планируется продолжать измерения с продольно и перпендикулярно поляризованными водородной и дейтериевой мишенями. К осени 2011 есть планы вернуться к неполяризованной водородной мишени. К этому времени возможно будет готов end-point таггер, что позволит изучать рождение η' вблизи порога. Возможно будет еще один цикл по изучению когерентного рождения мезонов с изотопами различных ядер в качестве мишеней.

ЛМФ - 2010 год

е) В 2009 году организовалась новая коллаборация на основе Физического института Боннского университета. Одной из главных составляющих новой установки будет магнитный спектрометр для частиц вылетающих вперед. Для их регистрации планируется использовать дрейфовые камер большого формата. Такие камеры изготовлены в ОМК ОФВЭ. Сотрудники ОФВЭ ПИЯФ приглашены к участию в новой коллаборации.

B1 Project

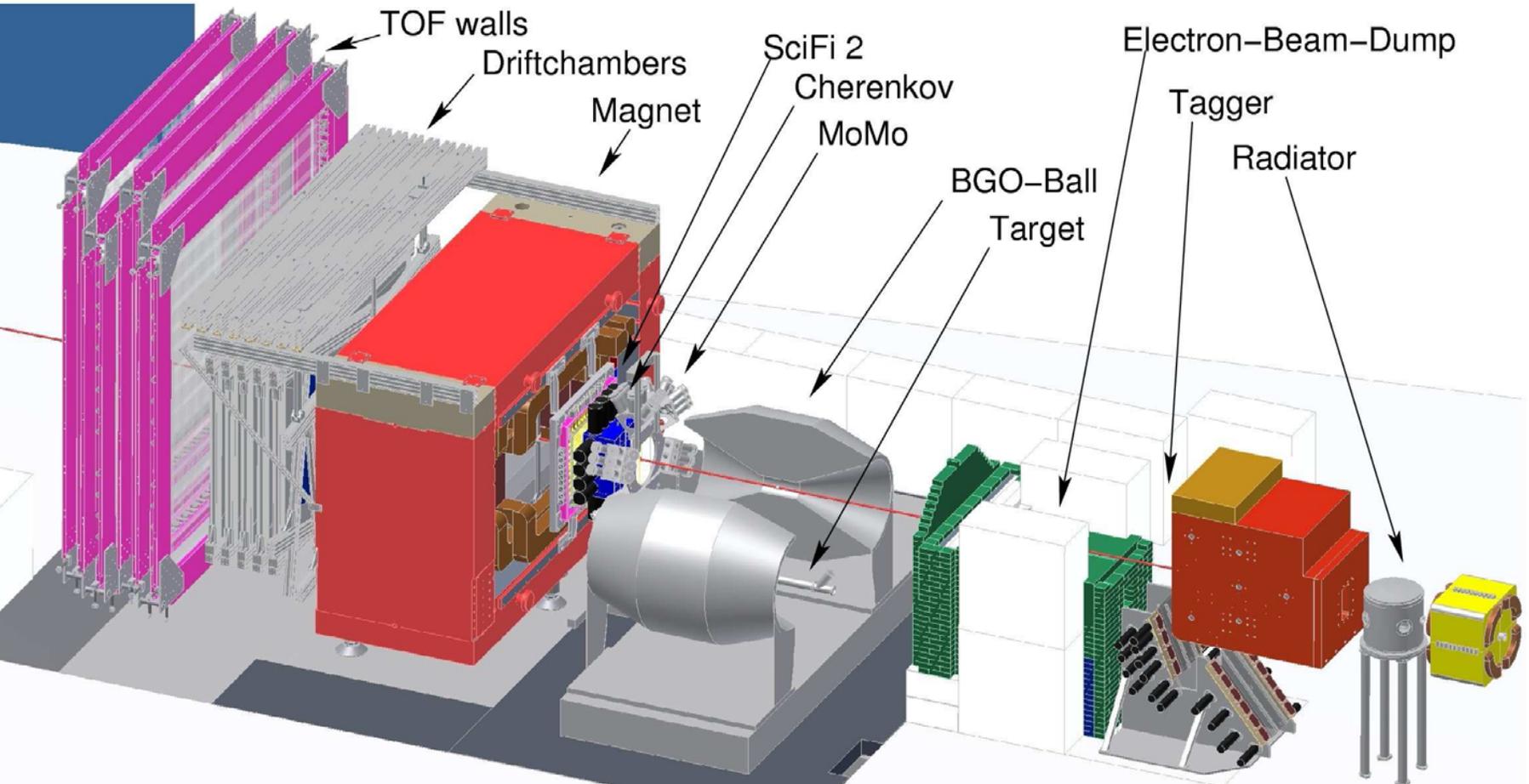


Summary Project B1 General information

The goal of this project is the systematic investigation of the photoproduction of mesons off the nucleon. These processes are related to the structure of both, the mesons and baryons involved. The underlying mechanisms must still be considered as poorly understood. Improved experiments will shed new light on the low-energy hadronic aspects of the strong interaction. Polarisation measurements are indispensable to characterise the relevant degrees of freedom in the production process of the different mesons, in particular the formation and role of hadronic resonances.

ЛМФ - 2010 год

Commissioning of the BGO-Open Dipole setup at beamline S of ELSA.



ЛМФ - 2010 год

Коллаборация В1.

The new experimental BGO-OpenDipole setup will be assembled at the ELSA beamline S. It consists of the combination of an open-dipole forward spectrometer and the BGO Ball of the former GRAAL collaboration to cover the central angular region. This configuration is ideally suited to investigate the photo-production of multi-particle final states with mixed charges. It extends the present Crystal-Barrel capabilities significantly towards strangeness and vector meson production, and, due to the trigger capability of the BGO readout, to quasi free production of neutral mesons off the neutron using a deuteron or He₃ target. In addition it will allow nucleon polarization measurements in single-meson photoproduction. The main piece of the spectrometer is a large 90 t dipole magnet.

Scintillating fiber detectors in front of the magnet and drift chambers behind it enable track and hence momentum reconstruction of charged particles. Combined with the time-of-flight from a large scintillator wall, particle identifications provided, enhanced through an aerogel Cherenkov detector. The BGO Ball detects charged and neutral particles, in particular photons. Moreover, it has high efficiency for neutrons. The whole setup will be taken into operation during the year 2010. Time for hall access is requested for the setup phase in 2009. The commissioning of the subdetectors and of the whole setup requires dedicated beam times in 2010.

Appendix to the Memorandum of Understanding of the BGO-OD Collaboration at ELSA as of March 8, 2010

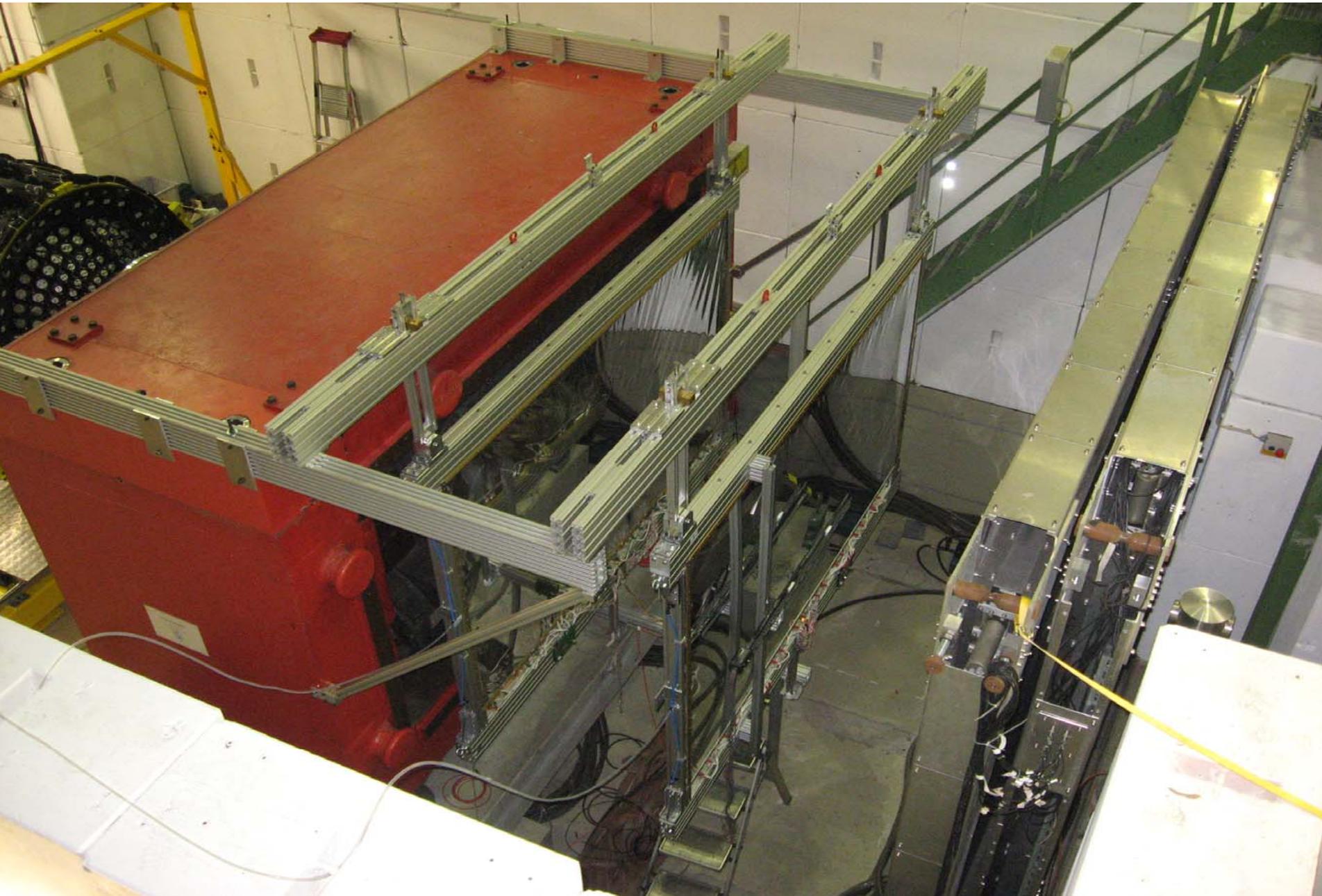
This appendix to the Memorandum of Understanding of the BGO-OD Collaboration at ELSA specifies the share of responsibilities between the participating institutions.

It may be readjusted according to the requirements of the experiments, in particular if the participating institutions change.

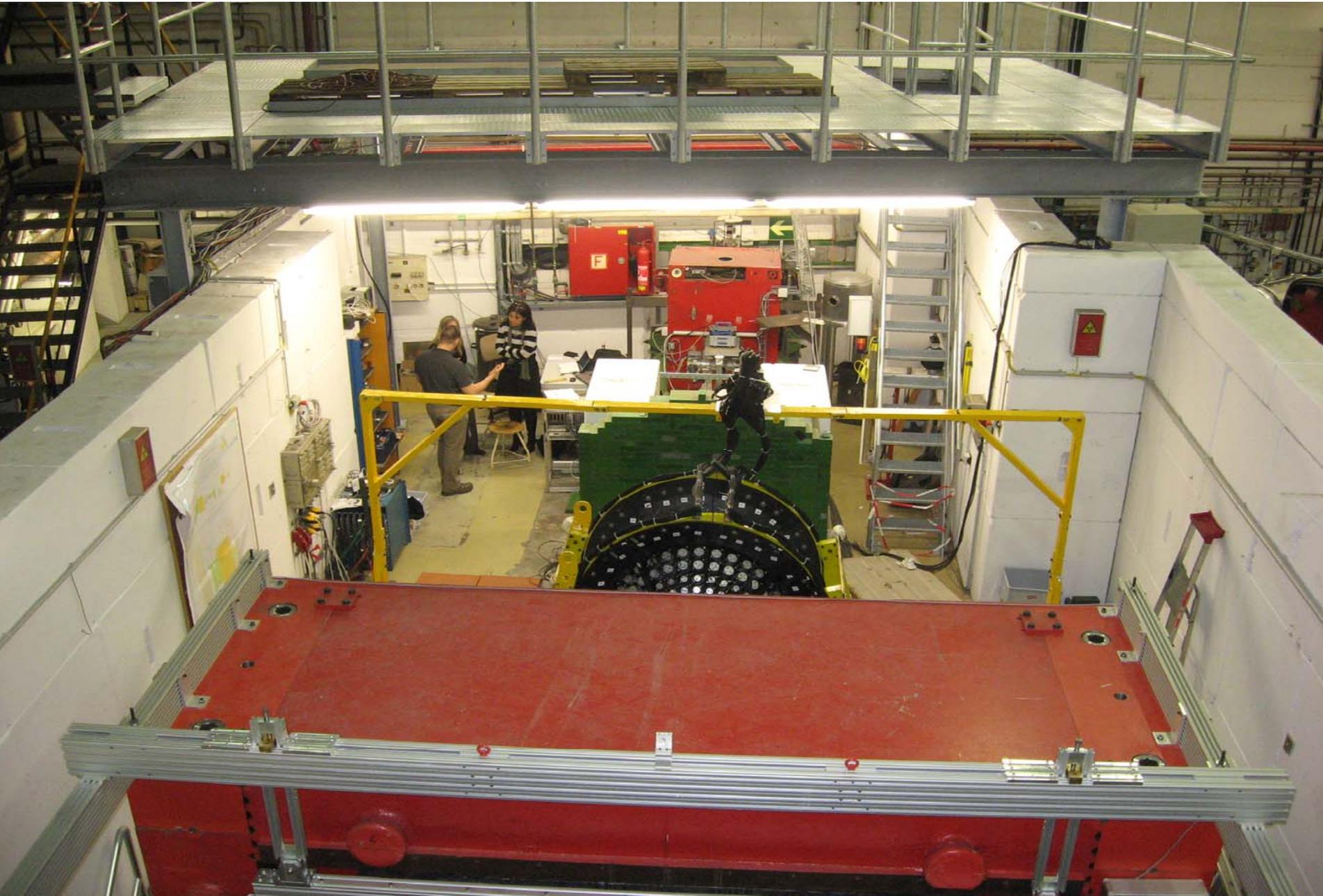
Beginning from the date specified above the following responsibilities are taken over or shared:

- **Physikalisches Institut (ELSA)**
 - provision of the basic infrastructure for the experiments
 - provision of the ELSA electron beam
 - tagger magnet and electron beam-dump
 - tagger detector instrumentation and electronics
 - trigger electronics and data acquisition
 - *OpenDipole* spectrometer magnet and power supply
 - drift chambers
 - aerogel Cherenkov detector
 - time-of-flight detector
- **PNPI Gatchina**
 - drift chambers and readout electronics
 - tagger detector instrumentation and electronics

ЛМФ - 2010 год



ЛМФ - 2010 год



ЛМФ - 2010 год

The DC construction.

8 drift chambers are produced by PNPI according to agreement 153K-300-2/2007

(**Detector Trackers №2 and №3 for B1 project.**)

Configuration	Quantity
Horizontal sensitive wires (X)	2 chambers
Vertical sensitive wires (Y)	2 chambers
Inclined sensitive wires (U, V)	4 chambers

DC sensitive area		
Horizontal area	2456	mm
Vertical area	1232	mm

ЛМФ - 2010 год



Участники коллаборации В1.

ЛМФ - 2010 год

**Список работ,
опубликованных сотрудниками Лаборатории мезонной
физики по результатам сотрудничества в Бонне и Майнце
в 2010 г.**

1. Photoproduction of η -mesons off the deuteron.

Jaegle, I.; Mertens, T.; Fix, A.; Huang, F.; Nakayama, K.; Tiator, L.; Anisovich, A.V.; Bacelar, J.C.S.; Bantes, B.; Bartholomy, O.; Bayadilov, D.E.; Beck, R.; Beloglazov, Y.A. Castelijns, R.; Crede, V.; Dutz, H.; Elsner, D.; Ewald, R.; Frommberger, F.; Funke, C.; Gregor, R.; Gridnev, A.B.; Gutz, E.; Hillert, W.; Hoeffgen, S.; Junkersfeld, J.; Kalinowsky, H.; Kammer, S. Kleber, V.; Klein, Frank; Klein, Friedrich; Klempt, E.; M. Kotulla, B. Krusche, M. Lang, H. Loehner, I.V. Lopatin, S. Lugert, D. Menze, J.G. Messchendorp, V. Metag, V.A. Nikonov, M. Nanova, D.V. Novinski, R. Novotny, M. Ostrick, L.M. Pant, H. van Pee, M. Pfeiffer, A. Roy, A.V. Sarantsev, S. Schadmand, C. Schmidt, H. Schmieden, B. Schoch, S.V. Shende, V. Sokhoyan, A. Suele, V.V. Sumachev, T. Szczepanek, U. Thoma, D. Trnka, R. Varma, D. Walther, C. Wendel

Accepted for publication in Eur. Phys. J. e-Print: [arXiv:1012.1021](https://arxiv.org/abs/1012.1021) [nucl-ex]

2. Photoproduction of ω - mesons on nuclei near the production threshold.

M. Nanova, J. Weil, S. Friedrich, V. Metag, U. Mosel, G. Anton, J.C.S. Bacelar, O. Bartholomy, D. Bayadilov, Y.A. Beloglazov, R. Bogendorfer, R. Castelijns, V. Crede, H. Dutz, A. Ehmans, D. Elsner, K. Essig, R. Ewald, I. Fabry, M. Fuchs, Ch. Funke, R. Gothe, R. Gregor, A.B. Gridnev, E. Gutz, S. Höffgen, P. Hoffmeister, I. Horn, J. Hössl, I. Jaegle, J. Junkersfeld, H. Kalinowsky, Frank Klein, Friedrich Klein, E. Klempt, M. Konrad, B. Kopf, M. Kotulla, B. Krusche, J. Langheinrich, H. Löhner, I.V. Lopatin, J. Lotz, S. Lugert, D. Menze, T. Mertens, J.G. Messchendorp, C. Morales, R. Novotny, M. Ostrick, L.M. Pant, H. van Pee, M. Pfeiffer, A. Roy, A. Radkov, S. Schadmand, Ch. Schmidt, H. Schmieden, B. Schoch, S. Shende, G. Suft, A. Süle, V.V. Sumachev, T. Szczepanek, U. Thoma, et al.

e-Print: [arXiv:1008.4520](https://arxiv.org/abs/1008.4520) [nucl-ex]

3. Measurement of the Beam Asymmetry Σ in the Forward Direction for π^0 Photoproduction.

N. Sparks, V. Crede, A. V. Anisovich, J. C. S. Bacelar, R. Bantes, O. Bartholomy, D. Bayadilov, R. Beck, Y. A. Beloglazov, R. Castelijns, D. Elsner, R. Ewald, F. Frommberger, C. Funke, R. Gregor, A. Gridnev, E. Gutz, W. Hillert, P. Hoffmeister, I. Jaegle, J. Junkersfeld, H. Kalinowsky, S. Kammer, Frank Klein, Friedrich Klein, E. Klempt, M. Kotulla, B. Krusche, H. Loehner, I. V. Lopatin, S. Lugert, D. Menze, T. Mertens, J. G. Messchendorp, V. Metag, M. Nanova, V. A. Nikonov, D. Novinski, R. Novotny, M. Ostrick, L. M. Pant, H. Pee, M. Pfeiffer, A. Roy, A. V. Sarantsev, S. Schadmand, C. Schmidt, H. Schmieden, B. Schoch, S. Shende, V. Sokhoyan, A. Suele, V.V. Sumachev, T. Szczepanek, U. Thoma, D. Trnka, R. Varma, D. Walther, C. Wendel, A. Wilson

[Phys. Rev. C 81, 065210 \(2010\)](#)

4. Photoproduction of meson pairs: First measurement of the polarization observable I^S .

E. Gutz, V. Sokhoyan, H. van Pee, A.V. Anisovich, J.C.S. Bacelar, B. Bantes, O. Bartholomy, D. Bayadilov, R. Beck, Yu. Beloglazov, R. Castelijns, V. Crede, H. Dutz, D. Elsner, R. Ewald, F. Frommberger, M. Fuchs, Ch. Funke, R. Gregor, A. Gridnev, W. Hillert, Ph. Hoffmeister, I. Horn, I. Jaegle, J. Junkersfeld, H. Kalinowsky, S. Kammer, V. Kleber, Frank Klein, Friedrich Klein, E. Klempt, M. Kotulla, B. Krusche, M. Lang, H. Loehner, I. Lopatin, S. Lugert, D. Menze, T. Mertens, J.G. Messchendorp, V. Metag, M. Nanova, V. Nikonov, D. Novinski, R. Novotny, M. Ostrick, L. Pant, M. Pfeiffer, D. Piontek, W. Roberts, A. Roy, A. Sarantsev, S. Schadmand, Ch. Schmidt, H. Schmieden, B. Schoch, S. Shende, A. Suele, V. Sumachev, T. Szczepanek, A. Thiel, U. Thoma, D. Trnka, R. Varma, D. Walther, Ch. Weinheimer, et al. (1 additional author not shown)

[Phys.Lett.B687:11-15,2010](#)

ЛМФ - 2010 год

5. First measurement of the circular beam asymmetry in the $\gamma p\text{-}\pi^0 n p$ reaction.

Kashevarov, V.L.; Fix, A.; Aguar-Bartolome, P.; Akasoy, L.K.; Annand, J.R.M.; Arends, H.J.; Bantawa, K.; Beck, R.; Bekrenev, V.; Berghauser, H.; Braghieri, A.; Branford, D.; Briscoe, W.J.; Brudvik, J.; Cherepnya, S.; Codling, R.F.B.; Demissie, B.T.; Downie, E.J.; Drexler, P. Fil'kov, L.V.; Glazier, D.I.; Gregor, R.; Hamilton, D.; Heid, E.; Hornidge, D.; Jaegle, I.; Jahn, O.; Jude, T.C.; Kellie, J.D.; Keshelashvili, I.; Kondratiev, R.; Korolija, M.; Kotulla, M.; Koulbardis, A.; Kruglov, S.; Krusche, B.; Lisin, V.; Livingston, K.; MacGregor, I.J.D.; Maghrbi, Y.; Manley, D.M.; Martinez-Fabregate, M.; McGeorge, J.C.; McNicoll, E.F.; Mekterovic, D.; Metag, V. Micanovic, S.; Middleton, D.; Mushkarenkov, A.; Nefkens, B.M.K.; Nikolaev, A.; Novotny, R.; Ostrick, M.; Otte, P.B.; Oussena, B.; Pedroni, P.; Pheron, F.; Polonski, A.; Prakhov, S.N.; Robinson, J.; Rosner, G.; Rostommyan, T.; Schumann, S.; Sikora, M.H.; Sober, D.; Starostin, A.; Stakovsky, I.I.; Suarez, I.M.; Supek, I.; Tarbert, C.; Thiel, M.; Thomas, A.; Unverzagt, M.; Watts, D.P.; Werthmuller, D.P.; Zamboni, I.; Zehr., F.;

[Phys.Lett.B 693:551-554,2010](#)

6. Opportunities for the Crystal Ball detectors at JLab.

A. Starostin

[AIP Conf. Proc. 1257:808-812, 2010.](#)

7. Study of the $\gamma p - \eta p$ reaction with the Crystal Ball detector at the Mainz Microtron (MAMI-C).

McNicoll, E.F.; Prakhov, S.; Strakovsky, I.I.; Aguar-Bartolome, P.; Akasoy, L.K.; Annand, J.R.M.; Arends, H.J.; Arndt, R.A.; Azimov, Ya.I.; Bantawa, K.; Beck, R.; Bekrenev, V.S.; Berghauser, H. Braghieri, A.; Branford, D.; Briscoe, W.J.; Brudvik, J.; Cherepnaya, S.; Codling, R.F.B.; Demissie, B.T.; Downie, E.J.Drexler, P.; Fil'kov, L.V.; Fix, A.; Freehart, B.; Glazier, D.I. Gregor, R.; Hamilton, D. Heid, E.; Hornidge, D.; Jaegle, I. Jahn, O.; Jude, T.C.; Kashevarov, V.L.; Kellie, J.D.; Keshelashvili, I.; Kondratiev, R.; Korolija, M.; Kotulla, M.; Koulbardis, A.A.; Kruglov, S.P.; Krusche, B.; Lisin, V.; Livingston, K.; MacGregor, I.J.D.; Maghrbi, Y.; Manley, D.M.; Marinides, Z.; Martinez, M.; McGeorge, J.C.; McKinnon, B.; Mekterovic, D.; Metag, V.; Micanovic, S.; Middleton, D.; Mushkarenkov, A.; Nefkens, B.M.K.; Nikolaev, A.; Novotny, R.; Ostrick, M.; Otte, P.B.; Oussena, B.; Paris, M.W.; Pedroni, P.; Pheron, F.; Polonski, A.; Robinson, J.; Rosner, G.; Rostomyan, T.; Schumann, S.; Sikora, M.H.; Sober, D.I.; Starostin, A.; Suarez, I.M.; Supek, I.; Thiel, M.; Thomas, A.; Tiator, L.; Unverzagt, M.; Watts, D.P.; Werthmuller, D.; Workman, R.L.; Zamboni, I.; Zehr, F.;
[Phys.Rev.C82:035208,2010](#)

8. Measurement of $K^- p$ radiative capture to $\gamma\Lambda$ and $\gamma\Sigma^0$ for p_{K^-} between 514 and 750 MeV/c

S. Prakhov, P. Vancraeyveld, N. Phaisangittisakul, B.M.K. Nefkens, V. Bekrenev, W.J. Briscoe, L. DeCruz, D. Isenhower, N. Knecht, A.Koulbardis, N. Kozlenko, S. Kruglov, G. Lolos, I. Lopatin, A. Marušić, S. McDonald, Z. Papandreou, D. Peaslee, J.W. Price, J. Ryckebusch, M. Sadler, A. Shafi, A. Starostin, H.M. Staudenmaier, I.I. Strakovsky, I. Supek, T. Van Cauteren
[Phys.Rev.C82:015201, 2010.](#)

9. In-medium ω mass from the γ +Nb - $\pi^0\gamma$ + X reaction .

M. Nanova, V. Metag, G. Anton, J.C.S. Bacelar, O. Bartholomy, D. Bayadilov, Y.A. Beloglazov, R. Bogendörfer, R. Castelijns, V. Crede, H. Dutz, A. Ehmans, D. Elsner, K. Essig, R. Ewald, I. Fabry, M. Fuchs, Ch. Funke, R. Gothe, R. Gregor, A.B. Gridnev, E. Gutz, S. Höffgen, P. Hoffmeister, I. Horn, J. Hössl, I. Jaegle, J. Junkersfeld, H. Kalinowsky, Frank Klein, Friedrich Klein, E. Klempt, M. Konrad, B. Kopf, M. Kotulla, B. Krusche, J. Langheinrich, H. Löhner, I.V. Lopatin, J. Lotz, S. Lugert, D. Menze, T. Mertens, J.G. Messchendorp, C. Morales, R. Novotny, M. Ostrick, L.M. Pant, H. van Pee, M. Pfeiffer, A. Roy, A. Radkov, S. Schadmand, Ch. Schmidt, H. Schmieden, B. Schoch, S. Shende, G. Suft, A. Süle, V. V. Sumachev, T. Szczepanek, U. Thoma,

[Phys. Rev. C82:035209, 2010.](#)

10. Radiative π^0 photoproduction on protons in the Δ^+ (1232) region.

S. Schumann, B. Boillat, E.J. Downie, P. Aguar-Bartolomé, J. Ahrens, J.R.M. Annand, H.J. Arends, R. Beck, V. Bekrenev, A. Braghieri, D. Branford, W.J. Briscoe, J.W. Brudvik, S. Cherepnya, R. Codling, P. Drexler, L.V. Fil'kov, D.I. Glazier, R. Gregor, E. Heid, D. Hornidge, O. Jahn, V.L. Kashevarov, R. Kondratiev, M. Korolija, M. Kotulla, D. Krambrich, B. Krusche, M. Lang, V. Lisin, K. Livingston, S. Lugert, I.J.D. MacGregor, D.M. Manley, M. Martinez-Fabregate, J.C. McGeorge, D. Mekterovic, V. Metag, B.M.K. Nefkens, A. Nikolaev, R. Novotny, M. Ostrick, R.O. Owens, P. Pedroni, A. Polonski, S.N. Prakhov, J.W. Price, G. Rosner, M. Rost, T. Rostomyan, D. Sober, A. Starostin, I. Supek, C.M. Tarbert, A. Thomas, M. Unverzagt, Th. Walcher, D.P. Watts, F. Zehr

[Eur. Phys. J. A 43, 269-282 \(2010\)](#)