

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ**



**PHYSICO-MATHEMATICAL  
SERIES**

**5 (303)**

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2015 ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2015 г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2015**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА  
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА  
АЛМАТЫ, НАН РК  
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

**Мұтанов Г. М.**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчечков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

**Г. М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

**G. M. Mutanov**,  
academician of NAS RK

Editorial board:

**A.A. Ashimov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

**I.N. Vishnievski**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**  
**ISSN 1991-346X**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

## PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 5, Number 303 (2015), 33 – 37

**PHASE SHIFTS ANALYSIS OF PROTONS ELASTIC SCATTERING  
ON  $^{16}\text{O}$ . III****S. B. Dubovichenko, A. V. Dzhazairov-Kakhramanov, A. S. Tkachenko**

V. G. Fessenkov Astrophysical institute «NCSRT» RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: dubovichenko@gmail.com; albert-j@yandex.ru; hangovergoddess@gmail.com

**Keywords:** nuclear physics, elastic scattering,  $p^{16}\text{O}$  system.**Abstract.** The standard phase shift analysis at energies from 0.4 to 3.0 MeV was carried out on the basis of known experimental measurements of the differential cross sections in the excitation functions of the elastic  $p^{16}\text{O}$  scattering in the range of  $110^\circ$ - $178^\circ$ .

УДК 52-48, 524, 539.14, 539.17

**ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ УПРУГОГО РАССЕЙЯНИЯ ПРОТОНОВ  
НА  $^{16}\text{O}$ . III****С. Б. Дубовиченко, А. В. Джазаиров-Кахраманов, А. С. Ткаченко**

Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова «НЦКИТ» РК, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** ядерная физика, упругое рассеяние,  $p^{16}\text{O}$  система.**Аннотация.** На основе известных экспериментальных измерений дифференциальных сечений в функциях возбуждения упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния в области углов  $110^\circ$ - $178^\circ$  выполнен стандартный фазовый анализ при энергиях от 0.4 до 3.0 МэВ.**Введение.** Рассмотрим теперь более новые экспериментальные данные с функциями возбуждения [1] и выполним их фазовый анализ. Далее будут использованы не только функции возбуждения, но и некоторые результаты по измерению дифференциальных сечений в угловых распределениях [2].**Фазовый анализ функций возбуждения и угловых распределений**

В работе [1] выполнены измерения функций возбуждения при энергиях от 0.6 до 2.5 МэВ, однако, фазовый анализ этих экспериментальных данных не проводился. На рисунке 1 точками показаны результаты измерений, выполненных в этой работе при угле рассеяния  $140^\circ$  в лаб. сист. или  $142.3^\circ$  в центре масс. На рисунке 2 треугольниками приведены результаты нашего фазового анализа, полученного на основе функций возбуждения [1]. Значения сечений, вычисленные с такими фазами, приведены на рисунке 1 непрерывной кривой. И наконец, на рисунке 3 приведены величины  $\chi^2$  для экспериментальных и расчетных сечений в функциях возбуждения [1], которые находятся на уровне  $10^{-7}$ .

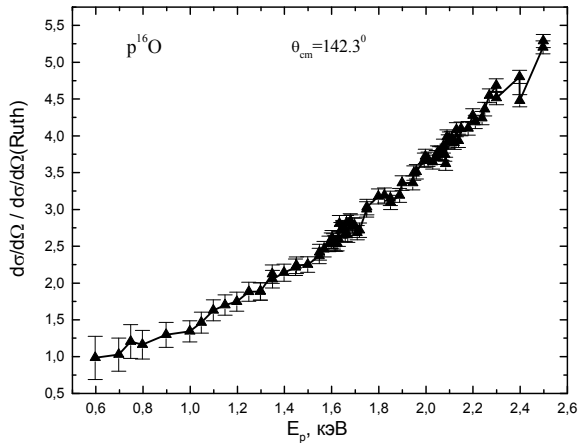


Рисунок 1 – Функции возбуждения упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния при низких энергиях, полученные в работах [1]

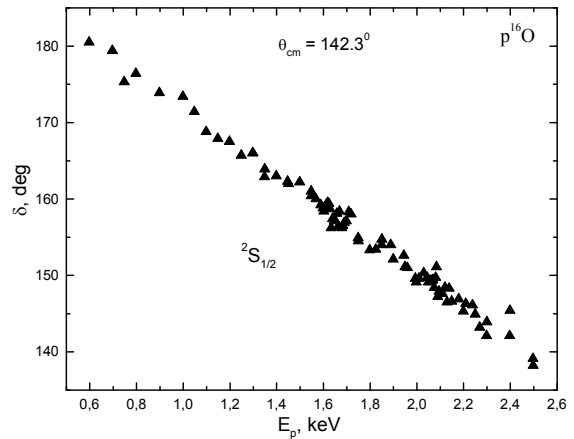


Рисунок 2 – Фазы упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния, полученные нами из функций возбуждения работы [1]

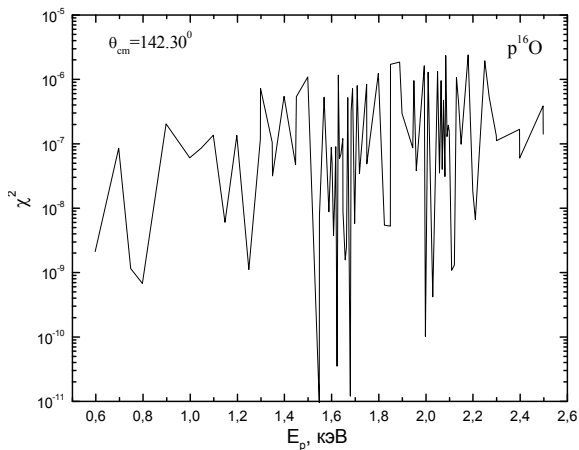


Рисунок 3 – Величина  $\chi^2$ , полученная с фазами рассеяния, показанными на рисунке 2, при описании экспериментальных функций возбуждения

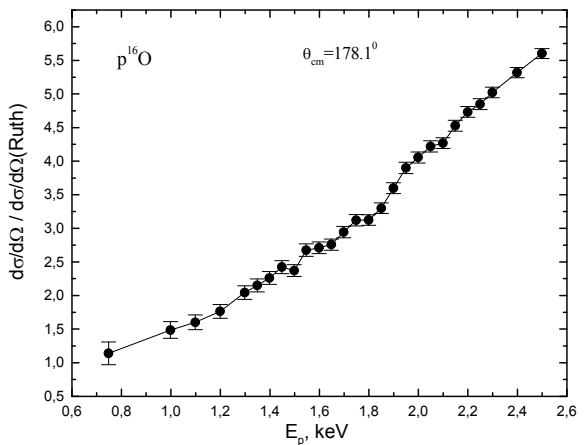


Рисунок 4 – Функции возбуждения упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния при низких энергиях, полученные в работах [1]

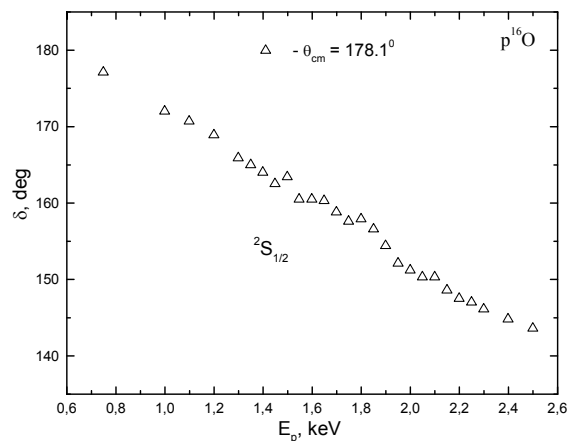


Рисунок 5 – Фазы упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния, полученные нами из функций возбуждения работы [1]

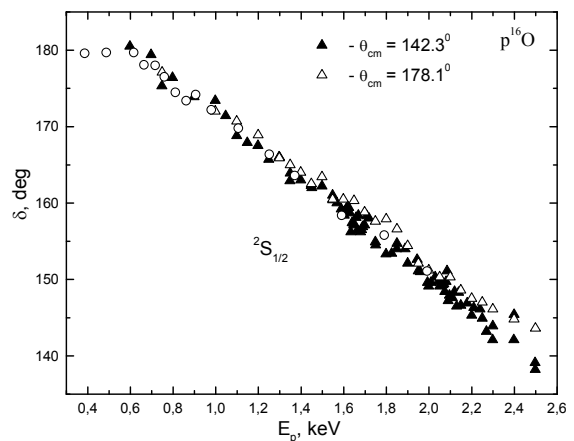


Рисунок 6 – Фазы упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния, полученные нами из функций возбуждения работы [1] при углах  $140^\circ$  и  $178^\circ$  в сравнении с результатами, полученными для работы [3], показанными открытыми кружками для угла рассеяния  $171.5^\circ$

Из полученных нами результатов видна форма  $^2S_{1/2}$ -фазы рассеяния при самых низких энергиях, которая превышает  $180^\circ$  на  $2^\circ-3^\circ$ . Напомним, что поскольку фазовый анализ выполняется по одной точке в сечениях, т.е. при одном значении сечения при заданной энергии  $S_{1/2}$ -фаза рассеяния находится полностью однозначно. Это демонстрирует величина  $\chi^2$ , показанная на рисунке 3, и находящаяся на уровне  $10^{-7}-10^{-15}$ . Она показывает отличие экспериментального и рассчитанного с полученными фазами сечения в функциях возбуждения. Полностью аналогичные результаты показаны на рисунках 4, 5 для функций возбуждения [1] при угле рассеяния  $178^\circ$  вл.с. или  $178.1^\circ$  в ц.м. А на рисунке 6 показаны фазы для обоих углов рассеяния в сравнении с результатами, полученными нами для данных из работы [3] и приведенными во второй части данной статьи. Из этого рисунка видно, что наблюдается более хорошее согласие между результатами, полученными в 1975 г. [3] и более новыми данными [1] опубликованными в 2002 г. В предыдущей части данной работы было продемонстрировано большее расхождение фаз, полученных на основе результатов работы [3] и на основе данных 1983 г. [4] и 1993 г. [5].

Далее рассмотрим результаты, получаемые в фазовом анализе, который выполнен на основе угловых распределений работы [2] в области энергий 1.5–3 МэВ (исключая область резонанса при 2.663 МэВ [6]) при 4-х энергиях рассеяния в области углов  $20^\circ-160^\circ$ . Результаты описания сечений с полученными теоретическими фазами приведены на рисунках 7–10, а сами фазы показаны на рисунке 11 в сравнении с данными, приведенными в работах [2, 7-].

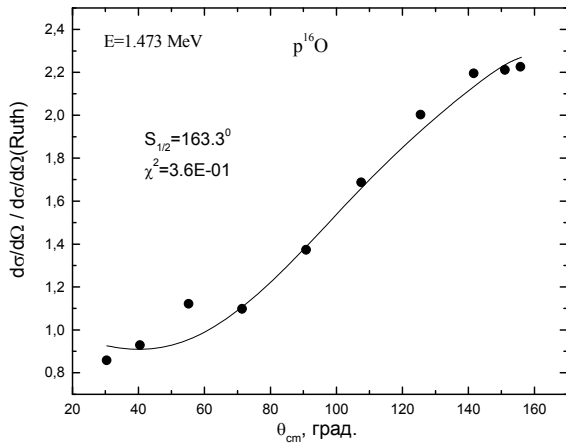


Рисунок 7 – Угловые распределения упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния при низких энергиях, полученные в работах [2]

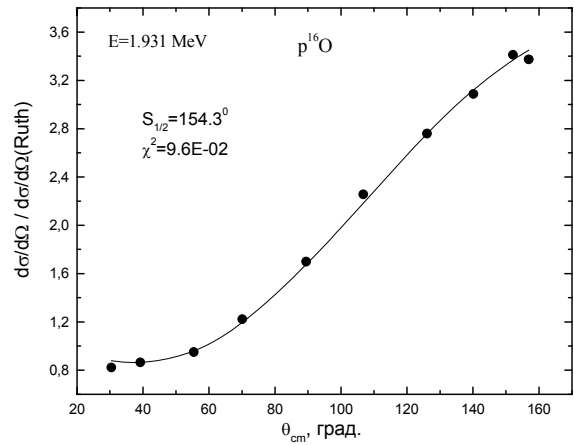


Рисунок 8 – Угловые распределения упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния при низких энергиях, полученные в работах [2]

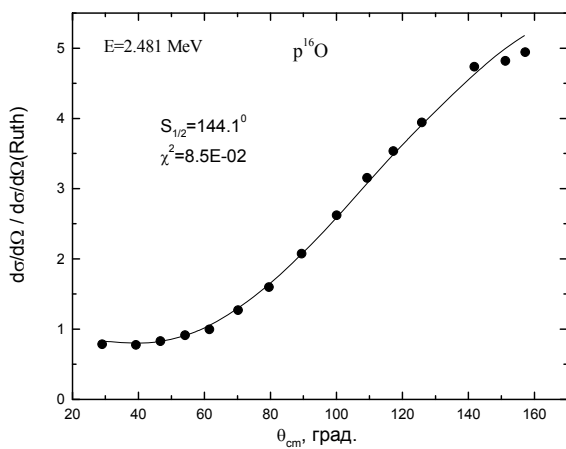


Рисунок 9 – Угловые распределения упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния при низких энергиях, полученные в работах [2]

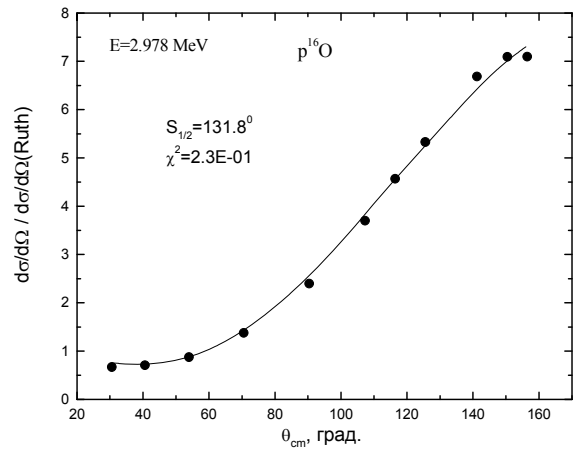


Рисунок 10 – Угловые распределения упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния при низких энергиях, полученные в работах [2]

Из приведенных результатов видно, что только для энергии 2.978 МэВ фаза, приведенная в [2] и полученная нами, отличается на  $2-3^\circ$ , а для трех других энергиях совпадение находится на уровне  $1^\circ$ . Данные при энергиях 2.652, 2.660 и 2.668 МэВ, попадающие в область резонанса, мы не рассматриваем, поскольку результаты для них получены в работе [2].

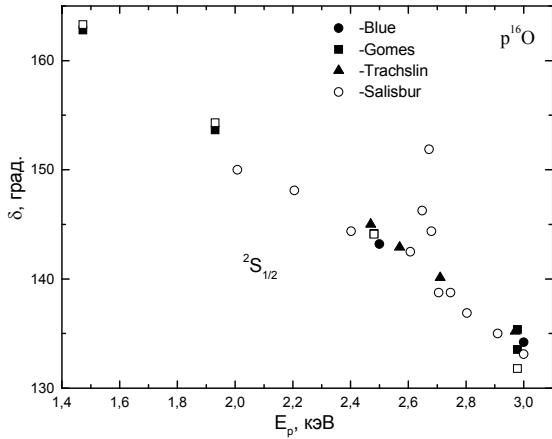


Рисунок 11 – Фазы упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния, полученные нами (открытые квадраты) из угловых распределений работы [2] в сравнении с данными работ [2, 7-9]

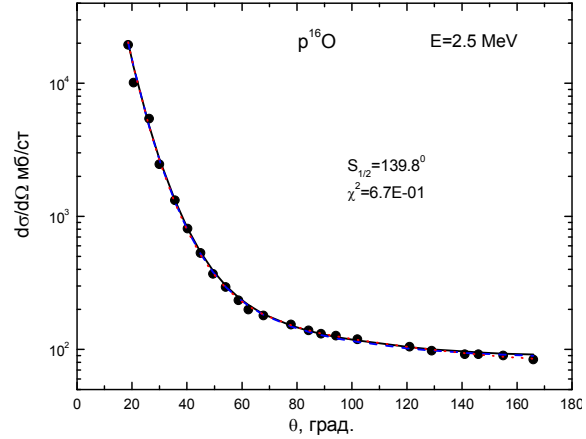


Рисунок 12 – Угловые распределения упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния при низких энергиях, полученные в работах [8]

Приведем еще один результат для угловых распределений из работы [8] при энергии 2.5 МэВ. На рисунке 12 точками показаны дифференциальные сечения, измеренные в угловых распределениях, а черной непрерывной кривой показаны наши результаты вычисления этих сечений с найденными фазами. Величина  $\chi^2$ , равная 0.67 с 10% экспериментальными ошибками, получена нами при учете только одной  $S_{1/2}=139.8^\circ$  фазы рассеяния. Если добавить в анализ  $P_{1/2}$ -фазу рассеяния, получим  $\chi^2=0.58$  с фазами:  $S_{1/2}=140.3$ ,  $P_{1/2}=5.5$  в градусах. Если учесть еще  $P_{3/2}$ -фазу, находим  $\chi^2=0.569$  с фазами:  $S_{1/2}=139.70$ ,  $P_{1/2}=7.69$ ,  $P_{3/2}=-1.42$  в градусах. В самой работе [8] также был выполнен фазовый анализ и для этой энергии получены следующие фазы в градусах:  $S_{1/2}=143.2$ ,  $P_{1/2}=2.0$ ,  $P_{3/2}=2.2$ ,  $D_{3/2}=3.2$ ,  $D_{5/2}=-1.6$ . Заметим, что значение  $\chi^2$  в самой статье не приводится. С такими фазами в наших расчетах найдена величина  $\chi^2=0.621$ , а результаты для сечений приведены на рис.12 синей пунктирной кривой.

Если выполнить варьирование фаз, приведенных в работе [8], получается  $\chi^2=0.566$  с фазами:  $S_{1/2}=141.65$ ,  $P_{1/2}=-4.52$ ,  $P_{3/2}=5.77$ ,  $D_{3/2}=2.58$ ,  $D_{5/2}=-1.49$  в градусах. Сечение рассеяния с такими фазами показано на рисунке 12 красной точечной кривой, хотя заметную разницу между этими тремя кривыми на рисунке 12 можно хорошо увидеть только при большом увеличении. Из этого рисунка и приведенных выше результатов видно, что учет  $D$ -фаз практически не меняет величины  $\chi^2$ , однако сами значения фаз несколько изменяются.

В заключение нужно напомнить, что в своих анализах мы использовали точные значения масс частиц, равные  $M_p = 1.00727646577\text{D}-000$  и  $M_{16\text{O}} = 15.994915\text{D}-000$ , они были взяты из баз данных [10] и [11].

Таким образом, в данных статьях приведены результаты фазового анализа для экспериментальных данных из нескольких работ при разных энергиях и углах рассеяния. Проверена точность некоторых результатов из работ [2] и [8]. Получены новые результаты для  $S_{1/2}$ -фазы рассеяния из фазового анализа при использовании данных нескольких работ в области энергий 0.4–3 МэВ. Результаты выполненного фазового анализа, т.е. фаз упругого  $p^{16}\text{O}$ -рассеяния, и данные о резонансах ядра  $^{17}\text{F}$  [6], позволят в будущем параметризовать межкластерные потенциалы взаимодействия для процессов рассеяния в нерезонансной  $^2S_{1/2}$ -волне. Такие потенциалы, в свою очередь, могут использоваться далее при выполнении некоторых расчетов для различных астрофизических задач, 27 из которых рассмотрено, например, в книгах [12-14].



## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ramos A.R. et al. Measurement of (p,p) elastic differential cross-sections for carbon, nitrogen, oxygen, aluminium and silicon in the 500–2500 keV range at 140\_ and 178\_ laboratory scattering angles // Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res. - 2002. V.B190. - P.95-99.
- [2] Gomes V., Douglas R.A., Polga T. and Sala O. The  $E_p = 2.66$  MeV resonance in  $^{16}\text{O}(p, p)^{16}\text{O}$  // Nucl. Phys. - 1965. V.A68. - P.417-425.
- [3] Chow H.C., Griffithsa G.M., Hall T.H. The  $^{16}\text{O}(p,\gamma)^{17}\text{F}$  Direct Capture Cross Section with an Extrapolation to Astrophysical Energies // Can. J. Phys. - 1975. V.53. - P.1672-1687.
- [4] Braun M., Fried T. Elastic backscattering cross section of proton on Oxygen // Z. Phys. -1983. V.A311. - P.173-175.
- [5] Amirikas R., Jamieson D.N. and Dooley S.P. Measurement of (p, p) elastic cross sections for C, O and Si in the energy range 1.0-3.5 MeV // Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res. - 1993. V.B77. - P.110-116.
- [6] Tilley D.R., Weller H.R., Cheves C.M. // Nucl. Phys. - 1993. V.A564. - P.1-183.
- [7] Salisbury S.R. and Richards H.T.  $^{17}\text{F}$  Level Parameters // Phys. Rev. - 1962. V.126. - P.2147-2158.
- [8] Blue R.A. and Haerberli W. Polarization of Protons Elastically Scattered by Oxygen // Phys. Rev. - 1965. V.137. №2B. - P.B284-B293.
- [9] Trachslin W. and Brown L. Polarization and phase shifts in  $^{12}\text{C}(p,p)^{12}\text{C}$  and  $^{16}\text{O}(p,p)^{16}\text{O}$  from 1.5 and 3 MeV // Nucl. Phys. - 1967. V.A101. - P.273-287.
- [10] [http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?mud|search\\_for=atomnuc!](http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?mud|search_for=atomnuc!) .
- [11] <http://cdfc.sinp.msu.ru/cgi-bin/muh/radchartnucl.cgi?zmin=0&zmax=14&tdata=123456>.
- [12] Дубовиченко С.Б. Термоядерные процессы Вселенной. Изд. 2-е. Серия «Казахстанские космические исследования. Т.7». Алматы: А-три, 2011. - 402 с.; <http://xxx.lanl.gov/abs/1012.0877>.
- [13] Dubovichenko S.B. Thermonuclear Processes of the Universe. – New-York: NOVA Sci. Publ. (USA), 2012. – 194 p.; [https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=31125](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=31125).
- [14] Dubovichenko S.B. Primordial nucleosynthesis of the Universe. Fourth Edit., revised and expanded. Germany. Saarbrücken: Lambert AcaD. Publ. GmbH&Co. KG, 2014. – 668 p.

## REFERENCES

- [1] Ramos A.R. et al. Measurement of (p,p) elastic differential cross-sections for carbon, nitrogen, oxygen, aluminium and silicon in the 500–2500 keV range at 140\_ and 178\_ laboratory scattering angles. Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res., 2002. V.B190. P.95-99.
- [2] Gomes V., Douglas R.A., Polga T. and Sala O. The  $E_p = 2.66$  MeV resonance in  $^{16}\text{O}(p, p)^{16}\text{O}$ . Nucl. Phys., 1965. V.A68. P.417-425.
- [3] Chow H.C., Griffithsa G.M., Hall T.H. The  $^{16}\text{O}(p,\gamma)^{17}\text{F}$  Direct Capture Cross Section with an Extrapolation to Astrophysical Energies. Can. J. Phys., 1975. V.53. P.1672-1687.
- [4] Braun M., Fried T. Elastic backscattering cross section of proton on Oxygen. Z. Phys., 1983. V.A311. P.173-175.
- [5] Amirikas R., Jamieson D.N. and Dooley S.P. Measurement of (p, p) elastic cross sections for C, O and Si in the energy range 1.0-3.5 MeV. Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res., 1993. V.B77. P.110-116.
- [6] Tilley D.R., Weller H.R., Cheves C.M. Nucl. Phys., 1993. V.A564. P.1-183.
- [7] Salisbury S.R. and Richards H.T.  $^{17}\text{F}$  Level Parameters. Phys. Rev., 1962. V.126. P.2147-2158.
- [8] Blue R.A. and Haerberli W. Polarization of Protons Elastically Scattered by Oxygen. Phys. Rev., 1965. V.137. №2B. P.B284-B293.
- [9] Trachslin W. and Brown L. Polarization and phase shifts in  $^{12}\text{C}(p,p)^{12}\text{C}$  and  $^{16}\text{O}(p,p)^{16}\text{O}$  from 1.5 and 3 MeV. Nucl. Phys., 1967. V.A101. P.273-287.
- [10] [http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?mud|search\\_for=atomnuc!](http://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?mud|search_for=atomnuc!) .
- [11] <http://cdfc.sinp.msu.ru/cgi-bin/muh/radchartnucl.cgi?zmin=0&zmax=14&tdata=123456> .
- [12] Dubovichenko S.B. Thermonuclear processes of the Universe. Second edition, revised and updated. Series “Kazakhstan space research” V.7. Almaty: A-tri, 2011. P. 402.; arXiv:1012.0877 [nucl-th]. (in Russian).
- [13] Dubovichenko S.B. Thermonuclear Processes of the Universe. New-York: NOVA Sci. Publ. (USA), 2012. P.194.; [https://www.novapublishers.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=31125](https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=31125).
- [14] Dubovichenko S.B. Primordial nucleosynthesis of the Universe. Fourth Edit., revised and expanded. Germany. Saarbrücken: Lambert AcaD. Publ. GmbH&Co. KG, 2014. P. 668.

ПРОТОНДАРДЫҢ  $^{16}\text{O}$ -ГЕ СЕРПІМДІ ШАШЫРАУЫН ФАЗАЛЫҚ ТАЛДАУ. III

С. Б. Дубовиченко, А. В. Джазаиров-Кахраманов, А. С. Ткаченко

ҚР «Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы» В. Г. Фесенков атындағы  
Астрофизикалық институты, Алматы, Қазақстан**Тірек сөздер:** ядролық физика, серпімді шашырау,  $p^{16}\text{O}$  жүйесі.**Аннотация.**  $110^\circ$ - $178^\circ$  бұрыштары аймағындағы серпімді  $p^{16}\text{O}$ -шашырауды қозу функцияларындағы дифференциалдық қималарды белгілі эксперименттік өлшеулердің негізінде 0.4 МэВ бастап 2.5 МэВ дейінгі энергияларда стандарттық фазалық талдау жасалды.

Поступила 15.15.2015 г.

---

**Publication Ethics and Publication Malpractice  
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*  
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 25.09.2015.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
11,0 п.л. Тираж 300. Заказ 5.