

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

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**

6 (310)

**ҚАРАША – ЖЕЛТОҚСАН 2016 Ж.
НОЯБРЬ – ДЕКАБРЬ 2016 г.
NOVEMBER – DECEMBER 2016**

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 ы
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Жұмаділдаев А.С. проф., академик (Қазақстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Қазақстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Өмірбаев У.У. проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)
Жүсіпов М.А. проф. (Қазақстан)
Жұмабаев Д.С. проф. (Қазақстан)
Асанова А.Т. проф. (Қазақстан)
Бошқаев К.А. PhD докторы (Қазақстан)
Сұраған Д. PhD докторы (Қазақстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Қырғыстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Белорус)
Пашаев А. проф., академик (Әзірбайжан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.)
Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5543-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.
Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2016

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

Джумадилаев А.С. проф., академик (Казахстан)
Кальменов Т.Ш. проф., академик (Казахстан)
Жантаев Ж.Ш. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умирбаев У.У. проф. чл.-корр. (Казахстан)
Жусупов М.А. проф. (Казахстан)
Джумабаев Д.С. проф. (Казахстан)
Асанова А.Т. проф. (Казахстан)
Бошкаев К.А. доктор PhD (Казахстан)
Сураган Д. доктор PhD (Казахстан)
Quevedo Hernando проф. (Мексика),
Джунушалиев В.Д. проф. (Кыргызстан)
Вишневский И.Н. проф., академик (Украина)
Ковалев А.М. проф., академик (Украина)
Михалевич А.А. проф., академик (Беларусь)
Пашаев А. проф., академик (Азербайджан)
Такибаев Н.Ж. проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.
Тигиняну И. проф., академик (Молдова)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

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 / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

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

E d i t o r i n c h i e f
doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

Dzhumadildayev A.S. prof., academician (Kazakhstan)
Kalmenov T.Sh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhantayev Zh.Sh. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umirbayev U.U. prof. corr. member. (Kazakhstan)
Zhusupov M.A. prof. (Kazakhstan)
Dzhumabayev D.S. prof. (Kazakhstan)
Asanova A.T. prof. (Kazakhstan)
Boshkayev K.A. PhD (Kazakhstan)
Suragan D. PhD (Kazakhstan)
Quevedo Hernando prof. (Mexico),
Dzhunushaliyev V.D. prof. (Kyrgyzstan)
Vishnevskiy I.N. prof., academician (Ukraine)
Kovalev A.M. prof., academician (Ukraine)
Mikhalevich A.A. prof., academician (Belarus)
Pashayev A. prof., academician (Azerbaijan)
Takibayev N.Zh. prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.
Tiginyanu I. prof., academician (Moldova)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

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/physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

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 6, Number 310 (2016), 104 – 108

N. Burtebayev¹, D.K. Alimov^{1,2}, D.M. Zazulin^{1,2}, Zh.K. Kerimkulov¹,
A.V. Yushkov², D.M. Janseitov¹, Y. Mukhamejanov^{1,2}, M. Nassurlla^{1,2}

¹Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan,

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

e-mail: Diliyo@mail.ru

DETERMINATION OF PARAMETERS OF PROTON ¹⁴N INTERACTION POTENTIAL AT LOW ENERGIES

Abstract. A review and analysis of existing literature data on elastic scattering of protons by ¹⁴N nuclei in the framework of optical model has been carried out. On the basis of these results and analysis of recently obtained by us experimental data on the ¹⁴N(p,p)¹⁴N cross sections at low energies, the optimal parameters of the optical potential required for the calculations of the processes taking place in hybrid nuclear reactors and fusion devices have been found.

Keywords: elastic scattering, light charged particles, diffuseness, optical potential, FRESCO.

Н. Буртебаев¹, Д. Алимов^{1,2}, Д.М. Зазулин^{1,2}, Ж.К. Керимкулов^{1,2},
А.В. Юшков², Д.М. Джансейтов¹, Е. Мухамеджанов^{1,2}, М. Насрулла^{1,2}

¹Институт Ядерной Физики, Алматы, Казахстан,

²Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОТЕНЦИАЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТОНА С ¹⁴N ПРИ НИЗКИХ ЭНЕРГИЯХ

Аннотация. Выполнен обзор и проведен анализ имеющихся литературных данных по упругому рассеянию протонов на ядрах ¹⁴N в рамках оптической модели. На основе этих результатов и анализа, недавно полученных нами экспериментальных данных по сечениям процесса ¹⁴N(p,p)¹⁴N при низких энергиях найдены оптимальные параметры оптического потенциала, востребованного для расчетов процессов происходящих в гибридных ядерных реакторах и термоядерных установках.

Ключевые слова: упругое рассеяние, легкие заряженные частицы, диффузность, оптический потенциал, FRESCO.

Введение. Изучение процессов упругого рассеяния протонов на легких ядрах, в том числе на ¹⁴N при низких энергиях необходимо для определения параметров потенциалов протон-ядерного взаимодействия. Эти потенциалы нужны для расчетов ядерных реакций, которые будут происходить в проектируемых гибридных ядерных реакторах и в термоядерных установках, как во время горения топлива, так и в поверхностных слоях, непосредственно соприкасающихся с плазмой конструкционных элементов.

Универсальным методом извлечения информации о потенциалах взаимодействия протонов с ядрами является феноменологический анализ экспериментальных данных по упругому рассеянию на основе оптической модели ядра, обоснование и детальная математическая формулировка которой изложены в ряде работ [1, 2]. В рамках этого подхода рассеяние на многочастичной системе ядра представляется как более простой процесс - рассеяние в поле комплексного оптического потенциала.

Экспериментальные данные по упругому рассеянию протонов на ядрах ^{14}N в настоящей работе анализировались с использованием известной расчетной программы FRESKO. Параметры потенциала, отвечающие оптимальному соответствию экспериментальных и расчетных значений дифференциальных сечений, находились минимизацией величины χ^2 .

Анализ дифференциальных сечений процесса $^{14}\text{N}(p,p)^{14}\text{N}$. Для получения параметров оптического потенциала взаимодействия системы $p\text{-}^{14}\text{N}$ на первом этапе был проведен анализ угловых распределений упругого рассеяния протонов на ^{14}N в интервале энергий от 8.6 до 142 МэВ [3 - 8]. Вначале варьировались все параметры до достижения наиболее точного согласия с экспериментом (таблица 1 а)). Затем выбирались средние значения радиусов действительной, мнимой и спин-орбитальной частей и фиксировались для всех энергий. После этого проводился поиск оптимальных параметров оптического потенциала, которые приводятся в таблице 1 (вариант б).

Затем была исследована энергетическая зависимость действительной части потенциала (см. рисунок 1). Как видно из рисунка 1, аппроксимировать глубину потенциала линейной функцией не удастся во всем рассматриваемом энергетическом интервале. Линейная аппроксимация при низких энергиях также оказывается не вполне пригодной. Данные факты говорят о том, что вклад от хвостов резонансов, расположенных при низких энергиях, существенен во всем энергетическом интервале. Поэтому можно сказать, что параметры оптического потенциала в области сверхнизких энергий могут несколько отличаться от параметров, полученных в рассмотренном интервале энергий. На рисунке 2 в качестве примера приводится сравнение расчетных и экспериментальных данных при энергии протонов $E_{p, \text{лаб.}} = 18$ МэВ [8]. Видно, что полученный потенциал хорошо описывает дифференциальные сечения упругого рассеяния во всем угловом диапазоне.

Таблица 1 а) - Параметры оптического потенциала для упругого рассеяния протонов на ядрах ^{14}N (первый набор).
Обозначения как в работах [1, 2]

| $E_{p, \text{лаб.}}$ (МэВ) | V_R , (МэВ) | r_R , (фм) | a_R , (фм) | W_D , (МэВ) | r_{WD} , (фм) | a_{WD} , (фм) | V_{SO} , (МэВ) | r_{SO} , (фм) | a_{SO} , (фм) |
|-------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| 8.6 | 49.84 | 1.205 | 0.605 | 1.61 | 1.03 | 0.53 | 5.32 | 1.205 | 0.605 |
| 10.6 | 51.71 | 1.205 | 0.605 | 2.44 | 1.03 | 0.53 | 6.48 | 1.205 | 0.605 |
| 12.6 | 51.61 | 1.205 | 0.605 | 3.59 | 1.03 | 0.53 | 5.83 | 1.205 | 0.605 |
| 14.6 | 53.05 | 1.205 | 0.605 | 6.38 | 1.03 | 0.53 | 3.21 | 1.205 | 0.605 |
| 18 | 56.21 | 1.10 | 0.712 | 3.97 | 1.36 | 0.5 | 6.0 | 1.10 | 0.712 |
| 21 | 47.27 | 1.20 | 0.688 | 4.32 | 1.36 | 0.5 | 6.0 | 1.20 | 0.688 |
| 23 | 45.91 | 1.20 | 0.660 | 3.96 | 1.36 | 0.5 | 6.0 | 1.20 | 0.660 |
| 26 | 44.46 | 1.20 | 0.610 | 4.31 | 1.36 | 0.5 | 6.0 | 1.20 | 0.610 |
| 31 | 46.7 | 1.20 | 0.63 | 12.4 | 1.20 | 0.5 | 6.7 | 1.20 | 0.63 |
| 49.4 | 38.52 | 1.13 | 0.766 | 1.75 | 1.33 | 0.433 | 8.77 | 1.07 | 0.632 |
| 122 | 18.3 | 1.20 | 0.65 | 10.6 | 1.30 | 0.64 | 18.3 | 0.9 | 0.5 |

Таблица 1 б) - Параметры оптического потенциала для упругого рассеяния протонов на ядрах ^{14}N (второй набор).
Обозначения как в работах [1, 2]

| $E_{p, \text{лаб.}}$ (МэВ) | V_R , (МэВ) | r_R , (фм) | a_R , (фм) | W_D , (МэВ) | r_{WD} , (фм) | a_{WD} , (фм) | V_{SO} , (МэВ) | r_{SO} , (фм) | a_{SO} , (фм) |
|-------------------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| 8.6 | 46.66 | 1.25 | 0.65 | 1.74 | 1.25 | 0.65 | 6.19 | 1.25 | 0.65 |
| 10.6 | 48.26 | 1.25 | 0.65 | 2.73 | 1.25 | 0.65 | 6.42 | 1.25 | 0.65 |
| 12.6 | 48.99 | 1.25 | 0.65 | 3.75 | 1.25 | 0.65 | 4.67 | 1.25 | 0.65 |
| 14.6 | 49.41 | 1.25 | 0.65 | 6.28 | 1.25 | 0.65 | 2.84 | 1.25 | 0.65 |
| 18 | 50.44 | 1.25 | 0.62 | 6.05 | 1.25 | 0.33 | 5.21 | 1.25 | 0.62 |
| 21 | 48.50 | 1.25 | 0.62 | 5.61 | 1.25 | 0.44 | 4.24 | 1.25 | 0.62 |
| 23 | 46.03 | 1.25 | 0.62 | 4.96 | 1.25 | 0.477 | 5.74 | 1.25 | 0.62 |
| 26 | 44.1 | 1.25 | 0.62 | 4.33 | 1.25 | 0.602 | 5.59 | 1.25 | 0.62 |
| 31 | 43.68 | 1.25 | 0.62 | 4.0 | 1.25 | 0.718 | 5.59 | 1.25 | 0.62 |
| 49.4 | 35.25 | 1.25 | 0.62 | 3.47 | 1.25 | 0.61 | 4.51 | 1.25 | 0.62 |
| 122 | 15.12 | 1.25 | 0.62 | 5.01 | 1.25 | 0.717 | 5.31 | 1.25 | 0.62 |
| 142 | 13.61 | 1.25 | 0.62 | 13.22 | 1.25 | 0.42 | 2.87 | 1.25 | 0.62 |

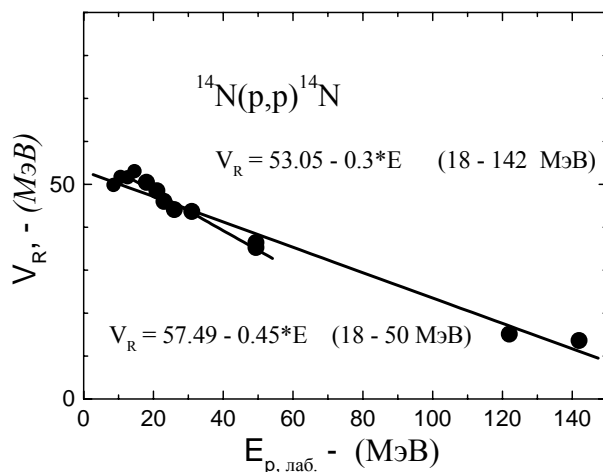


Рисунок 1. Энергетическая зависимость действительной части оптического потенциала упругого рассеяния протонов на ядрах ^{14}N . Точки – результаты анализа по оптической модели. Короткая линия – результат экстраполяции для низкоэнергетического интервала. Длинная линия – результат экстраполяции для всего энергетического интервала.

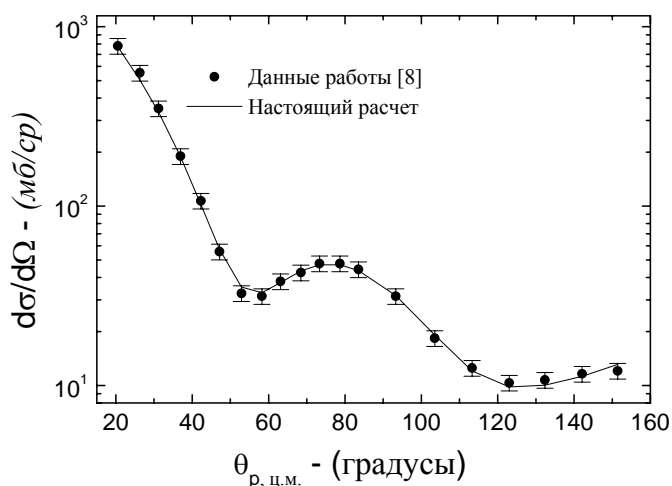


Рисунок 2 - Дифференциальные сечения упругого рассеяния протонов на ядрах ^{14}N при $E_{p, \text{лаб.}} = 18 \text{ МэВ}$ (даны в форме углового распределения).

Таблица 2 – Параметры оптического потенциала, полученные в результате анализа наших экспериментальных данных по упругому рассеянию $^{14}\text{N}(p,p)^{14}\text{N}$. Обозначения как в работах [1, 2]

| Энергия протонов, кэВ | V_0 , (MeV) | r_0 , (fm) | a_0 , (fm) | W_0 , (MeV) | r_w , (fm) | a_w , (fm) |
|-----------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| 700 | 40 | 1.09 | 0.6 | 2.0 | 0.95 | 0.6 |
| 800 | 40 | 1.09 | 0.6 | 2.0 | 0.95 | 0.6 |
| 900 | 40 | 1.094 | 0.6 | 2.0 | 0.95 | 0.6 |
| 1000 | 35 | 1.2 | 0.6 | 2.0 | 0.95 | 0.6 |
| 1100 | 35 | 1.188 | 0.6 | 2.0 | 0.95 | 0.6 |

На втором этапе параметры потенциала, которые хорошо описали дифференциальные сечения при энергии $E_{p, \text{лаб.}} = 18 \text{ МэВ}$ были взяты в качестве стартовых для определения параметров для энергий $E_{p, \text{лаб.}} = 700 - 1100 \text{ кэВ}$. В результате нами получены оптимальные параметры также и для $E_{p, \text{лаб.}} = 700, 800, 900, 1000 \text{ и } 1100 \text{ кэВ}$, которые приведены в таблице 2. На рисунке 3 представлено

описание дифференциальных сечений процесса $^{14}\text{N}(p,p)^{14}\text{N}$ при низких энергиях по оптической модели с параметрами потенциала, взятыми из таблицы 2. Из рисунка видно хорошее согласие эксперимента с расчетом.

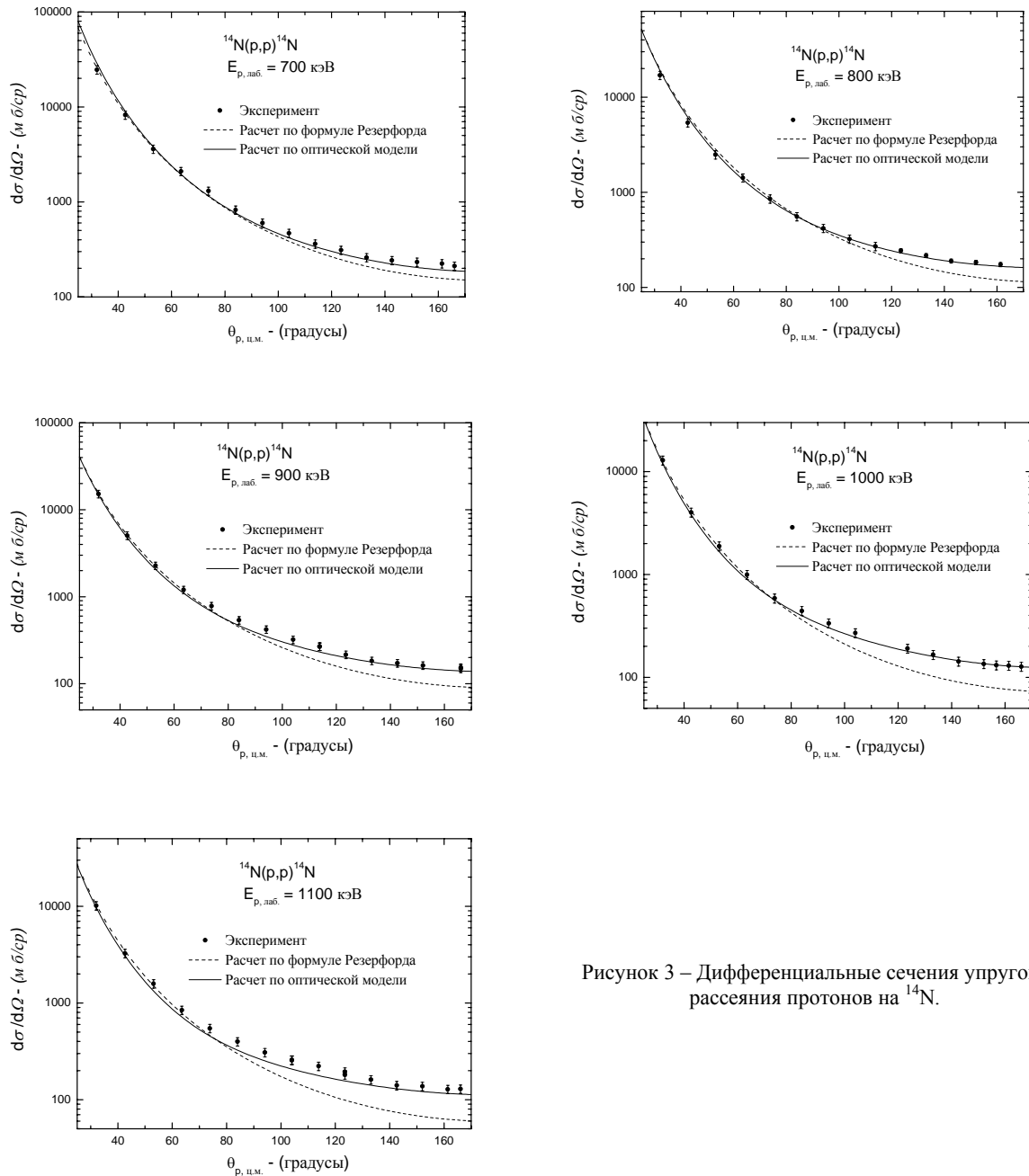


Рисунок 3 – Дифференциальные сечения упругого рассеяния протонов на ^{14}N .

Заключение. В энергетическом диапазоне $E_{p, \text{лаб.}} = 0.7 - 142$ МэВ получены оптимальные параметры оптического потенциала для системы $p - ^{14}\text{N}$. При изучении энергетической зависимости глубины реальной части оптического потенциала $p - ^{14}\text{N}$ взаимодействия установлено, что линейная аппроксимация этой зависимости для диапазона $0 - 20$ МэВ оказывается невозможной. Возможно, этот факт связан с существенным вкладом в $p - ^{14}\text{N}$ рассеяние хвостов резонансов, расположенных в низкоэнергетической области. Этим, так же объясняется то, что параметры оптического потенциала в области сверхнизких энергий отличаются от параметров, полученных для интервала энергий налетающих протонов от 8.6 до 142 МэВ.

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке программы развития атомной энергетики в Республике Казахстан по теме: получение экспериментальных и расчетных сечений ядерных реакций, выходов осколков деления на ускорительном комплексе ИЯФ МЭ РК.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] G.R. Satchler. Direct Nuclear Reactions. // New York-Oxford. - 1983.-177P.
- [2] П.Е. Ходгсон. Оптическая модель упругого рассеяния // М. Атомиздат. - 1966. - 232С.
- [3] F.D. Becchetti, Jr. and G.W. Greenlees. // Phys. Rev. – 1969. - Vol.182. - P.1190-1209.
- [4] E. Fabrici, et al. // Phys. Rev. C. – 1980. - Vol.21. - P.830-843.
- [5] L.F. Hansen, et al. // Phys. Rev. C. – 1973. - Vol.8. - P.2072-2088.
- [6] H.F. Lutz, D.W. Heikkinen and W. Bartolini. // Nucl. Phys. A. – 1972. - Vol.198. - P.257-267.
- [7] C.C. Kim, et al. // Nucl. Phys. – 1964. – Vol.58. - P.32-48.
- [8] P.F. Bertone, et al. // Phys. Rev. C. – 2002. - Vol.66. – 055804, P.1-7.

REFERENCES

- [1] G.R. Satchler. Direct Nuclear Reactions. // New York-Oxford. - 1983.-177P.
- [2] P.E. Hodgson. Opticheskaya model uprugogo rasseyaniya // M. Atomizdat. - 1966. – 232 S.
- [3] F.D. Becchetti, Jr. and G.W. Greenlees. // Phys. Rev. – 1969. - Vol.182. - P.1190-1209.
- [4] E. Fabrici, et al. // Phys. Rev. C. – 1980. - Vol.21. - P.830-843.
- [5] L.F. Hansen, et al. // Phys. Rev. C. – 1973. - Vol.8. - P.2072-2088.
- [6] H.F. Lutz, D.W. Heikkinen and W. Bartolini. // Nucl. Phys. A. – 1972. - Vol.198. - P.257-267.
- [7] C.C. Kim, et al. // Nucl. Phys. – 1964. – Vol.58. - P.32-48.
- [8] P.F. Bertone, et al. // Phys. Rev. C. – 2002. - Vol.66. – 055804, P.1-7.

**Н. Буртебаев^{1,2}, Д. Алимов^{1,2}, Д.М. Зазулин^{1,2}, Ж.К. Керимкулов^{1,2}, А.В. Юшков²,
Д.М. Джансейтов¹, Е. Мухамеджанов^{1,2}, М. Насрулла^{1,2}.**

¹Ядерной физика институты, Алматы, Қазақстан;

²әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

ТӨМЕНГІ ЭНЕРГИЯЛЫ ПРОТОНДАРДЫҢ ¹⁴N ЯДРОСЫМЕН ӘСЕРЛЕСУ ПОТЕНЦИАЛ ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ

Аннотация. Протондардың ¹⁴N ядросынан серпімді шашырауы бойынша әдебиеттік мәліметтерге шолу жасалында және мәліметтер оптикалық үлгі төңірегінде талданды. Осы нәтижелер мен талдаулар негізінде, төменгі энергиялардағы ¹⁴N(p,p)¹⁴N процессі бойынша алынған эксперименттік кималар үшін оптикалық потенциалдардың оптималды параметрлері табылды. Табылған параметрлер гибридті ядролық реакторларда және термоядролық қондырғыларда жүретін процестерді есептеуде үлкен құндылыққа ие болып табылады.

Тірек сөздер: серпімді шашырау, зарядталған жеңіл бөлшектер, диффузность, оптикалық потенциал, FRESKO.

Данные авторов:

Буртебаев Насрулла - профессор, д.ф.м.н., зам. директора института ядерной физики, Алматы, Казахстан, e-mail: nburtebayev@yandex.ru

Алимов Дилшод – e-mail: diliyo@mail.ru, моб. тел: +77073006494

МАЗМҰНЫ

| | |
|--|-----|
| <i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Сейтов Б.Ж.</i> Ақауы аз кремний матрицаларындағы атомдардың орнын басу әдісімен алынған эпитаксиалды SiC кабыршақтарын рентгендік талдау..... | 5 |
| <i>Батрышев Д.Ф., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Ерланұлы Е.</i> Жоғары жиілікті сыйымдылық разрядында газдық фазадан плазмохимиялық әдісімен көміртек нанотүтікшелерін синтездеу..... | 10 |
| <i>Демьянова А.С., Данилов А.Н., Буртебаев Н., Джансейтов Д.М., Керимкулов Ж., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С.</i> ¹³ C ядросының экзотикалық күйлерінің радиустары..... | 17 |
| <i>Сарсенгельдин М.М., Слямхан М.М., Бижигитова Н.Т.</i> Қозғалмалы шекарасы бар оське тимейтін жылуөткізгіштік тендеуінің жылу көпмүшелері арқылы аналитикалық шешімі..... | 21 |
| <i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Сейтов Б.Ж.</i> Ақауы аз кремний матрицаларындағы атомдардың орнын басу әдісімен алынған эпитаксиалды SiC кабыршақтарын рентгендік талдау..... | 25 |
| <i>Диханбаев К.К., Мусабек Г.К., Сиваков В.А., Ермухамед Д., Мейрам А.Т.</i> Кремний наноталшықтарының микрофотолюминесценциясы..... | 32 |
| <i>Батрышев Д.Ф., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Ерланұлы Е.</i> Жоғары жиілікті сыйымдылық разрядында газдық фазадан плазмохимиялық әдісімен көміртек нанотүтікшелерін синтездеу..... | 38 |
| <i>Демьянова А.С., Данилов А.Н., Буртебаев Н., Джансейтов Д.М., Керимкулов Ж., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С.</i> ¹³ C ядросының экзотикалық күйлерінің радиустары..... | 45 |
| <i>Сергеев Д.М., Шұңқеев Қ.Ш.</i> «Ниобий – көміртекті нанотүтікше (5,5) – ниобий» нанотүйіспесінің транспорттық сипаттамаларының компьютерлік модельдеуі..... | 49 |
| <i>Досболаев М.К., Утегенов А.У., Тажен А.Б., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т.</i> Импульстік плазмалық ағынның динамикалық қасиеттері мен импульсті плазмалық деткіштегі тозаңның пайда болуы..... | 59 |
| <i>Минглибаев М.Ж., Жұмабек Т.М.</i> Теңбүйірлі шектелген үш дене мәселесі | 67 |
| <i>Оразбаев С.А., Өмірбеков Д.Б., Досболаев М.Қ., Габдуллин М.Т., Рамазанов Т.С.</i> Сынақта тозаңды-плазмалы шамның жарық беру қасиетін зерттеу..... | 74 |
| <i>Жақып К.Б.</i> Сұйықтықтар мен газдардағы химиялық реакциялары бар термобародиффузияларды моделдеу..... | 80 |
| <i>Оразбаев С.А., Өмірбеков Д.Б., Габдуллин М.Т., Досболаев М.Қ., Рамазанов Т.С.</i> Газ температурасының тозаңды нанобөлшектердің өлшемі мен құрылымына әсері..... | 89 |
| <i>Жақып-тегі К. Б.</i> Гуктың заңымен серпілімдік теориясында моделдеу. Кернеулер тензорында симметрия жоқтығы..... | 96 |
| <i>Буртебаев Н., Алимов Д., Зазулин Д.М., Керимкулов Ж.К., Юшков А.В., Джансейтов Д.М., Мухамеджанов Е., Насрулла М.</i> Төменгі энергиялы протондардың ¹⁴ N ядросымен әсерлесу потенциал параметрлерін анықтау..... | 104 |
| <i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Амангелді Н., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М., Мауей Б., Аймаганбетов А., Қурахмедов А.Е., Бекбаев С.М., Мадиярова А.Ж.</i> 17,5 және 41 МэВ энергияларда ¹¹ B ядроларынан ¹⁴ N иондарының серпімді шашырауын зерттеу..... | 109 |
| <i>Искакова У.А., Төрбек Б.Т.</i> Лаплас операторы үшін робен-коши қисынсыз есебін шешудің бір әдісі туралы..... | 115 |
| <i>Шинибаев М.Д., Беков А.А., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Мырзақасова Г.Е., Алиаскаров Д.Р., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж.</i> Екі жылжымайтын нүкте проблемасының жаңа нұсқасы..... | 121 |
| <i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Модификацияланған алс лигносульфонатты реагентін (НПП «Азимут») зерттеу..... | 126 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| <i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов, А.В. Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Сейтов Б.Ж.</i> Рентгеновский анализ эпитаксиальных пленок SiC, выращенных методом замещения атомов на подложках низкодефектного кремния..... | 5 |
| <i>Батрышев Д.Г., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Ерланулы Е.</i> Синтез углеродных нанотрубок плазмохимическим методом осаждения из газовой фазы в высокочастотном емкостном разряде..... | 10 |
| <i>Демьянова А.С., Данилов А.Н., Буртебаев Н., Джансейтов Д.М., Керимкулов Ж., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С.</i> Экзотические состояния ядра ¹³ C с аномальными радиусами..... | 17 |
| <i>Сарсенгельдин М.М., Слямхан М.М., Бижигитова Н.Т.</i> Аналитическое решение уравнения теплопроводности с движущимися границами не касающиеся оси тепловыми полиномами..... | 21 |
| <i>Бакранова Д.И., Кукушкин С.А., Бейсембетов И.К., Осипов А.В., Нусупов К.Х., Бейсенханов Н.Б., Кенжалиев Б.К., Сейтов Б.Ж.</i> Рентгеновский анализ эпитаксиальных пленок SiC, выращенных методом замещения атомов на подложках низкодефектного кремния..... | 25 |
| <i>Диханбаев К.К., Мусабек Г.К., Сиваков В.А., Ермухамед Д., Мейрам А.Т.</i> Фотолюминесценция кремниевых нанонитей..... | 32 |
| <i>Батрышев Д.Г., Рамазанов Т.С., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Ерланулы Е.</i> Синтез углеродных нанотрубок плазмохимическим методом осаждения из газовой фазы в высокочастотном емкостном разряде..... | 38 |
| <i>Демьянова А.С., Данилов А.Н., Буртебаев Н., Джансейтов Д.М., Керимкулов Ж., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С.</i> Экзотические состояния ядра ¹³ C с аномальными радиусами..... | 45 |
| <i>Сергеев Д.М., Шункеев К.Ш.</i> Компьютерное моделирование транспортных характеристик наноконтакта «Ниобий – углеродная нанотрубка (5,5) – ниобий»..... | 49 |
| <i>Досболаев М.К., Утегенов А.У., Тажен А.Б., Рамазанов Т.С., Габдуллин М.Т.</i> Динамические свойства импульсного плазменного потока и пылеобразование в ИПУ..... | 59 |
| <i>Минглибаев М.Дж., Жумабек Т.М.</i> К равнобедренной ограниченной задаче трех тел..... | 67 |
| <i>Оразбаев С.А., Омирбеков Д.Б., Досболаев М.К., Габдуллин М.Т., Рамазанов Т.С.</i> Экспериментальное исследование свойства светоотдачи плазменно-пылевой лампы..... | 74 |
| <i>Джакупов К.Б.</i> Моделирование термобародиффузий с химическими реакциями в жидкостях и газах..... | 80 |
| <i>Оразбаев С.А., Омирбеков Д.Б., Габдуллин М.Т., Досболаев М.К., Рамазанов Т.С.</i> Влияние температуры газа на размеры и структуры пылевых наночастиц..... | 89 |
| <i>Джакупов К.Б.</i> Моделирование по закону Гука в теории упругости. Несимметричность тензора напряжений..... | 96 |
| <i>Буртебаев Н., Алимов Д., Зазулин Д.М., Керимкулов Ж.К., Юшков А.В., Джансейтов Д.М., Мухамеджанов Е., Насрулла М.</i> Определение параметров потенциала взаимодействия протона с ¹⁴ N при низких энергиях..... | 104 |
| <i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Амангелді Н., Алимов Д.К., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М., Мауей Б., Аймаганбетов А., Курахмедов А.Е., Бекбаев С.М., Мадиярова А.Ж.</i> Исследование упругого рассеяния ионов ¹⁴ N на ядрах ¹¹ B при энергиях 17,5 и 41 МэВ..... | 109 |
| <i>Искакова У.А., Торекбек Б.Т.</i> Об одном методе решения некорректной задачи робена-коши для оператора лапласа... .. | 115 |
| <i>Шинибаев М.Д., Беков А.А., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Мырзакасова Г.Е., Алиаскаров Д.Р., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж.</i> О новой версии задачи двух неподвижных центров..... | 121 |
| <i>Сарсенбаев Х.А., Хамзина Б.С., Колдасова Г.А., Исаева Г.Б.</i> Исследование модифицированного реагента АЛС лигносульфонатная (НПП «Азимут»)..... | 126 |

CONTENTS

| | |
|---|-----|
| <i>Bakranova D.I., Kukushkin S.A., Beisembetov I.K., Osipov A.V., Nussupov K.Kh., Beisenkhanov N.B., Kenzhaliev B.K., Seitov B.Zh.</i> X-Ray analysis of SiC epitaxial films grown by method of atom replacement on low dislocation silicon substrate..... | 5 |
| <i>Batryshev D.G., Ramazanov T.S., Dosbolayev M.K., Gabdullin M.T., Yerlanuly Ye.</i> Synthesis of carbon nanotubes by plasma chemical deposition method from vapour-phase in radio-frequency capacitive discharge..... | 10 |
| <i>Demyanova A.S., Danilov A.N., Burtebayev N., Janseitov D.M., Kerimkulov Zh., Alimov D.K., Mukhamejanov Y.S.</i> Exotic states of ¹³ C nuclei with abnormal radii..... | 17 |
| <i>Sarsengeldin M.M., Slyamkhan M.M., Bizhigitova N.T.</i> Analytical solution of heat equation with moving boundary tangent to axis by heat polynomials..... | 21 |
| <i>Bakranova D.I., Kukushkin S.A., Beisembetov I.K., Osipov A.V., Nussupov K.Kh., Beisenkhanov N.B., Kenzhaliev B.K., Seitov B.Zh.</i> X-ray analysis of SiC epitaxial films grown by method of atom replacement on low dislocation silicon Substrate..... | 25 |
| <i>Dikhanbayev K.K., Mussabek G.K., Sivakov V.A., Yermukhamed D., Meiram A.T.</i> Micro-photoluminescence in silicon nano-wires..... | 32 |
| <i>Batryshev D.G., Ramazanov T.S., Dosbolayev M.K., Gabdullin M.T., Yerlanuly Ye.</i> Synthesis of carbon nanotubes by plasma chemical deposition method from vapour-phase in radio-frequency capacitive discharge..... | 38 |
| <i>Demyanova A.S., Danilov A.N., Burtebayev N., Janseitov D.M., Kerimkulov Zh., Alimov D.K., Mukhamejanov Y.S.</i> Exotic states of ¹³ C nuclei with abnormal radii..... | 45 |
| <i>Sergeyev D.M., Shunkeyev K.Sh.</i> Computer simulation of transport properties of nanocontact "Niobium – carbon nanotubes (5.5) – niobium"..... | 49 |
| <i>Dosbolayev M.K., Utegenov A.U., Tazhen A.B., Ramazanov T.S., Gabdullin M.T.</i> Dynamic properties of pulse plasma flow and dust formation in the pulsed plasma accelerator..... | 59 |
| <i>Minglibayev M.Zh., Zhumabek T.M.</i> On the isosceles restricted three-body problem..... | 67 |
| <i>Orazbayev S.A., Omirbekov D.B., Dosbolayev M.K., Gabdullin M.T., Ramazanov T.S.</i> Experimental research of luminous efficiency of dusty plasma lamp..... | 74 |
| <i>Zhakupov K.B.</i> Modeling thermal barodiffusion with chemical reactions in liquids and gases..... | 80 |
| <i>Orazbayev S.A., Omirbekov D.B., Gabdullin M.T., Dosbolayev M.K., Ramazanov T.S.</i> The influence of gas temperature on size and structure of the dust nanoparticles..... | 89 |
| <i>Jakupov K.B.</i> Modeling Hooke's law in the theory of elasticity. Unsymmetrical stress tensor..... | 96 |
| <i>Burtebayev N., Alimov D.K., Zazulin D.M., Kerimkulov Zh.K., Yushkov A.V., Janseitov D.M., Mukhamejanov Y., Nassurulla M.</i> Determination of parameters of proton ¹⁴ N interaction potential at low energies..... | 104 |
| <i>Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Amangeldi N., Alimov D.K., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M., Mauey B., Aymaganbetov A., Kurakhmedov A., Bekbaev S.M., Madiyarova A.Zh.</i> Study of elastic scattering of ¹⁴ N ions from ¹⁶ O at energies 17,5 and 41 MeV..... | 109 |
| <i>Iskakova U.A., Torebek B.T.</i> Certain method of solving ill-posed cauchy-robin problem for the laplace operator..... | 115 |
| <i>Shinibaev M.D., Bekov A.A., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A., Myrzakasova G.E., Aliaskarov D.R., Shekerbekova S.A., Sadybek A.G.</i> A new version of the problem of two fixed centers..... | 121 |
| <i>Sarsenbayev Kh.A., Khamzina B.S., Koldassova G.A., Issayeva G.B.</i> Research of modified reagent ALS lignosulfonate (NPP «Azimut»)..... | 126 |

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). 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 сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

ISSN 2518-1726 (Online), ISSN 1991-346X (Print)

Редактор *М. С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
4 п.л. Тираж 300. Заказ 6.