

ISSN 2518-1483 (Online),
ISSN 2224-5227 (Print)

2024 • 4



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

БАС РЕДАКТОР:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 11

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:

РАМАЗАНОВ Тілекқабыл Сәбитұлы, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 26

РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы, (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корея биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 12

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛЮКШИН Вячеслав Ноганович, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Акушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі, (Чебоксары, Ресей), Н = 23

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжін профессоры, (Карачи, Пәкістан), Н = 21

ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЫМ Анна, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМҰҚАНОВ Дастан Асылбекұлы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, "Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС мал шаруашылығы және ветеринарлық медицина департаментінің бас ғылыми қызметкері (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н=1

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), Н = 42

ҚАШИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 7

БОШҚАЕВ Қуантай Авағзыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

QUEVEDO Nemandó, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), Н = 5

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 5

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 12

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93ZYU00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы құалық.

Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19

http://reports-science.kz/index.php/en/archive

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), Н = 11

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РАМАЗАНОВ Тлексабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 26

РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич, (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендирович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан), Н = 12

АБИЕВ Руфат, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), Н = 14

ЛОКШИН Вячеслав Нотанович, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан), Н = 8

СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия), Н = 23

ФАРУК Асана Дар, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (СПША), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктур-рваных материалов (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЫМ Анна, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМУКАНОВ Дастанбек Асылбекович, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН РК, главный научный сотрудник Департамента животноводства и ветеринарной медицины ТОО «Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии» (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), Н = 42

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 7

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 10

QUEVEDO Hernando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

ЖУСУНОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 7

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), Н = 5

ТАКИБАЕВ Нурғали Жабағевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 5

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 12

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы). Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

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

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

EDITOR IN CHIEF:

BENBERIN Valery Vasilievich, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), H = 11

EDITORIAL BOARD:

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 26

RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich, (Deputy Editor-in-Chief), Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 23

SANG-SOO Kwak, PhD in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), H = 34

BERSIMBAEV Rakhmetkazi Iskendirovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 12

ABIYEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia), H = 14

LOKSHIN Vyacheslav Notanovich, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan), H = 8

SEMENOV Vladimir Grigorievich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia), H = 23

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), H = 21

TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA), H = 27

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), H = 26

MALM Anna, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland), H = 22

BAIMUKANOV Dastanbek Asylbekovich, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS RK, Chief Researcher of the department of animal husbandry and veterinary medicine, Research and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine Limited Liability Company (Nur-Sultan, Kazakhstan), H=1

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), H = 42

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 7

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), H = 28

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 7

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), H = 5

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 5

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 12

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year. Circulation: 300 copies.

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

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

A.A. Zhadyranova¹, ©V. Zhumabekova^{2*}, U. Ismail¹, D. Nassirova², 2024.

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazkhstan;

²Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazkhstan.

E-mail: zh.venera@mail.ru

EXPLORING THE POTENTIAL OF YUKAWA USING THE FIZO EFFECT

Zhadyranova Aliya PhD, senior lecturer of the department of general and theoretical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com, Orcid: 0000-0003-1153-3438;

Zhumabekova Venera PhD, senior lecturer of the department of theoretical and nuclear physics, Al Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazkhstan, E-mail: zh.venera@mail.ru, Orcid:0000-0002-7223-5373;

Ismail Umit – student of the department of general and theoretical physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: umitismail848@gmail.com, Orcid: 0009-0003-4881-6244;

Nassirova Diana - PhD, senior lecturer of the department of Physics, Abai Kazakh national pedagogical university, 1Almaty, Kazakhstan, E-mail: diana-nasirova@mail.ru, Orcid:0000-0002-3349-0128.

Abstract. The purpose of the work is to consider the use of the Fizeau effect to study neutron scattering in the Yukawa potential. By analyzing the s-wave scattering ($\ell = 0$), it is possible to determine the contributions to the p-waves and a higher order in the conditions of environmental motion. The main focus is on the difference in the probability of neutron reflection from a mirror with zero potential and non-zero potential, which leads to new effects associated with exotic gravity. Quantitative methods such as the threshold difference method and the Runge-Kutta method are used to analyze the dynamics of a single particle in the Yukawa potential. The use of the Python programming language provides an effective solution to the equations of motion and the study of the behavior of the system under the action of a given potential. The results show how the exotic gravitational potential affects the wave properties of neutrons and their interaction. The work includes an analysis of the scattering function based on an analytical solution obtained by extending the right side of the equation by a Taylor series. This makes it possible to identify significant dependencies necessary for further theoretical and experimental research.

The results of the study show that the study of neutrons in the context of the Fizeau effect opens up new possibilities for understanding quantum and gravitational interactions. The results obtained can become the basis for further research in the field of particle physics and cosmology, expanding our understanding of the nature of interactions in the

Yukawa model. In addition, part of the calculations and visualization of the results is performed using Python, which allows not only to efficiently process data, but also to create graphical representations that contribute to a deeper understanding of the effects under consideration. The work provides new data and approaches for further research with significant contributions to the field of particle physics.

Keywords: Yukawa potential, Fizeau effect, exotic gravitational fields, Python programming language, wave function, scattering cross-sections.

А.А. Жадыранова¹, ©В. Жумабекова^{2*}, У. Исмаил¹, Д. Насирова², 2024.

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: zh.venera@mail.ru

ФИЗО ЭФФЕКТИСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЮКАВА ПОТЕНЦИАЛЫН ЗЕРТТЕУ

Жадыранова Алия - PhD, Жалпы және теориялық физика кафедрасының аға оқытушысы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com, Orcid: 0000-0003-1153-3438;

Жумабекова Венера - PhD, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университетінің теориялық және ядролық физика кафедрасының аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан, E-mail: zh.venera@mail.ru, Orcid: 0000-0002-7223-5373;

Исмаил Үміт – Жалпы және теориялық физика кафедрасының 4 курс студенті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, E-mail: umitismail848@gmail.com, Orcid: 0009-0003-4881-6244;

Насирова Диана – PhD, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің физика кафедрасының аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан, E-mail: diana-nasirova@mail.ru. Orcid: 0000-0002-3349-0128.

Аннотация. Бұл жұмыстың мақсаты Юкава потенциалындағы нейтрондардың шашырауын зерттеу үшін Физо эффектін қолдануды қарастырады. s -толқындық шашырауды ($\ell=0$) талдай отырып, p -толқындарына үлестерді және қоршаған орта қозғалысы жағдайында жоғары ретті анықтауға мүмкіндік береді. Нейтрондардың нөлдік потенциалды және нөлдік емес потенциалды айнадан шағылысу ықтималдығының айырмашылығына назар аударылады, бұл экзотикалық гравитацияға байланысты жаңа әсерлерге әкеледі. Юкава потенциалындағы жалғыз бөлшектің динамикасын талдау үшін шекті айырмашылықтар әдісі мен Рунге-Кутта әдісі сияқты сандық әдістер қолданылады. Python бағдарламалау тілін қолдану қозғалыс теңдеулерін тиімді шешуді және берілген потенциалдың әсерінен жүйенің әрекетін зерттеуді қамтамасыз етеді. Нәтижелер экзотикалық гравитациялық потенциалдың нейтрондардың толқындық қасиеттеріне және олардың өзара әрекеттесуіне қалай әсер ететінін көрсетеді. Жұмыс теңдеудің оң жағын Тейлор қатарына кеңейту арқылы алынған аналитикалық шешімге негізделген шашырау функциясын талдауды қамтиды. Бұл одан әрі теориялық және эксперименттік зерттеулерге қажетті маңызды тәуелділіктерді анықтауға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері нейтрондарды Физо эффектісі аясында зерттеу кванттық және гравитациялық өзара әрекеттесулерді түсінуге жаңа мүмкіндіктер ашатынын көрсетеді. Алынған нәтижелер Юкава моделіндегі өзара әрекеттесу табиғаты туралы түсінігімізді кеңейте отырып, бөлшектер физикасы мен космология саласындағы қосымша зерттеулерге негіз бола алады. Сонымен қатар, есептеулер мен нәтижелерді визуализациялаудың бір бөлігі Python көмегімен жүзеге асырылады, бұл деректерді тиімді өңдеуге ғана емес, сонымен қатар қарастырылып отырған әсерлерді тереңірек түсінуге ықпал ететін графикалық көріністер жасауға мүмкіндік береді. Жұмыс бөлшектер физикасы саласына айтарлықтай үлес қоса отырып әрі қарай зерттеу үшін жаңа деректер мен тәсілдерді ұсынады.

Түйін сөздер: Юкава потенциалы, Физо эффект, экзотикалық гравитациялық өріс, Python бағдарламалау тілі, толқындық функция, шашырау қималары

«Осы зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады грант № AP23484023 Нейтрондардың затпен экзотикалық әрекеттесуін зерттеу»

А.А. Жадыранова¹, ©В. Жумабекова^{2*}, У. Исмаил¹, Д. Насирова², 2024.

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,

Астана, Казахстан;

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

Алматы, Казахстан.

E-mail: zh.venera@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЮКАВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА ФИЗО

Жадыранова Алия Амирбековна – PhD, старший преподаватель кафедры общей и теоретической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, E-mail: a.a.zhadyranova@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1153-3438;

Жумабекова Венера – PhD (физики), старший преподаватель кафедры теоретической и ядерной физики КазНУ имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан, E-mail: zh.venera@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7223-5373;

Исмаил Умит – студент 4 курса кафедры общей и теоретической физики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, E-mail: umitismail848@gmail.com, ORCID: 0009-0003-4881-6244;

Насирова Диана – PhD (физики), старший преподаватель кафедры физики КазНПУ им. Абая, Алматы, Казахстан, E-mail: diana-nasirova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3349-0128.

Аннотация. Цель работы заключается в рассмотрении использования эффекта Физо для изучения рассеяния нейтронов в потенциале Юкавы. Анализируя s-волновое рассеяние ($\ell = 0$), можно определить вклады в r-волны и более высокий порядок в условиях движения окружающей среды. Основное внимание уделяется разнице в вероятности отражения нейтронов от зеркала с нулевым потенциалом и ненулевым потенциалом, что приводит к новым эффектам, связанным с

экзотической гравитацией. Количественные методы, такие как метод пороговых различий и метод Рунге-Кутты, используются для анализа динамики одиночной частицы в потенциале Юкавы. Использование языка программирования Python обеспечивает эффективное решение уравнений движения и изучение поведения системы под действием заданного потенциала. Результаты показывают, как экзотический гравитационный потенциал влияет на волновые свойства нейтронов и их взаимодействие. Работа включает анализ функции рассеяния на основе аналитического решения, полученного путем расширения правой части уравнения на ряд Тейлора. Это позволяет выявить существенные зависимости, необходимые для дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

Результаты исследования показывают, что изучение нейтронов в контексте эффекта Физо открывает новые возможности для понимания квантовых и гравитационных взаимодействий. Полученные результаты могут стать основой для дальнейших исследований в области физики элементарных частиц и космологии, расширяя наше понимание природы взаимодействий в модели Юкавы. Кроме того, часть вычислений и визуализации результатов выполняется с помощью Python, который позволяет не только эффективно обрабатывать данные, но и создавать графические представления, которые способствуют более глубокому пониманию рассматриваемых эффектов. Работа предоставляет новые данные и подходы для дальнейших исследований со значительным вкладом в область физики элементарных частиц.

Ключевые слова: потенциал Юкавы, эффект Физо, экзотические гравитационные поля, язык программирования Python, волновая функция, сечения рассеяния.

Кіріспе

Соңғы он жылдықтарда материяның кванттық қасиеттерін және кванттық бөлшектер арасындағы өзара әрекеттесуді зерттеуге қызығушылықтың айтарлықтай өсуі байқалды. Нейтрондарға ерекше назар аударылады, себебі, олар бейтарап бөлшектер бола отырып, кванттық механика мен материяның өзара әрекеттесуінің негізгі аспектілерін зерттеуге мүмкіндік беретін ерекше қасиеттерге ие. Бөлшектердің кванттық деңгейдегі өзара әрекеттесуін зерттеу қазіргі физиканың негізгі міндеттерінің бірі болып қала береді. Атап айтқанда, Юкава потенциалы, нуклондар арасындағы өзара әрекеттесуді сипаттайтын ядролық өзара әрекеттесу мен элементар бөлшектердің динамикасын түсіну үшін өте маңызды. Бұл тұрғыда фазалық ығысуларды талдау үшін нөлдік Нейтрондық Физо эффектісін пайдалану өзекті және қызықты мәселе болып табылады (Frank, 2016).

1859 жылы Физо екі жарық толқыны таралатын ортаның қозғалысына байланысты жарық толқындарының интерференциялық жолақтарының ығысуын көрсететін маңызды эксперимент жүргізді (Hiromoto, 2021). Нәтиже материалдық ортадағы жарық жылдамдығына бақылаушыға қатысты ортаның қозғалысы әсер ететінін көрсетті. Физо экспериментінде жарық көзінен шыққан жарық рефрактометрдің көмегімен екі бөлікке бөлінді. Физо эксперименттері арнайы

салыстырмалылық пайда болғанға дейін жарты ғасырдан астам уақыт бұрын жүргізілген. Қозғалатын ортадағы жарық жылдамдығының өзгеруін сипаттайтын Физо эффектісі оптикалық және гравитациялық жүйелердегі ұқсас процестерді зерттеуге қолданылуы мүмкін (Nandi, 2003). Авторлар қозғалатын ортадағы жарықтың немесе толқындардың әрекетін оптикадағы ұқсастықтар арқылы модельдеуге болатынын көрсетеді.

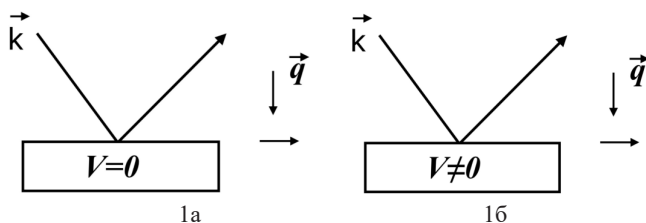
Бөлшектер физикасы мен кванттық механикадағы заманауи зерттеулер микро деңгейдегі өзара әрекеттесу туралы түсінігімізді едәуір кеңейтті. Бұл саладағы негізгі бағыттардың бірі мезон алмасу арқылы бөлшектер арасындағы өзара әрекеттесуді сипаттайтын Юкава потенциалын зерттеу болды (Edwards, 2017). Юкава потенциалы күшті өзара әрекеттесу контекстінде маңызды рөл атқарады және атом ядросындағы нуклондардың әрекетін түсіндіру үшін қолданылуы мүмкін. Соңғы жылдары Юкава потенциалымен байланысты гравитацияның экзотикалық формаларына қызығушылық пайда болды және оның нейтрондардың шашырауына деген қызығушылығы пайда болды (Dongfang, 2021). Экзотикалық гравитацияның космологиялық салдары оның бөлшектердің өзара әрекеттесуіне әсерін түсінуді тереңдетеді. Бұл Юкава потенциалы мен нейтрондардың шашырауын зерттеумен тікелей байланысты (Concha, 2021).

Интерферометриялық эксперименттер материалдық ортаның қозғалысынан туындаған баяу нейтрондардың фазалық ығысуын анықтауға мүмкіндік берді. Бұл зерттеуде материяның қозғалысы нейтрондардың кванттық күйлеріне қалай әсерететінін түсінуге тырысамыз. Қозғалмалы ортадағы нейтрондардың фазалық ығысуын және олардың шекаралық жағдайларға тәуелділігін зерттеу, сондай-ақ нейтрондардың материямен өзара әрекеттесуін зерттеу жаңа материалдар мен технологияларды әзірлеу саласында маңызды практикалық қолданбаларға ие болуы мүмкін (Ji X, 2021). Зерттеуімізде кванттық шашырау есептерін шешу үшін қолданылатын сандық әдістер одан әрі түсінуге мүмкіндік береді (Gallinet, 2015). Сонымен қатар, зерттеу нейтрондық толқындардың интерференциясының күтпеген әсерін анықтады. Бұл әсерлер кванттық механика саласындағы қосымша зерттеулерге жаңа мүмкіндіктер ашады және субатомдық бөлшектер деңгейіндегі өзара әрекеттесу табиғатын жақсы түсінуге көмектеседі. Сонымен қатар Python бағдарламасын сандық модельдеу және алынған деректерді талдау үшін қолданамыз. Жұмыс барысында Юкаваның ықтимал өзара әрекеттесу контекстінде s -толқындық шашырау ($\ell=0$) үшін шашырау функциясы мен шашырау фазасын есептейміз (Brandes, 2024). Нәтижелер теориялық болжамдарды қолдайды және Юкаваның ықтимал әсерін қалай өлшеуге болатындығын көрсетеді. Зерттеулер нейтрондардың қозғалатын заттар мен өзара әрекеттесуі оптикадағы Физо эффектісіне ұқсас ерекше әсерлерге әкелуі мүмкін екенін көрсетеді. Бұл жұмыс нейтрондардың қозғалысы мен қозғалатын орта арқылы өтетін толқындар арасындағы ұқсастықты қарастырады, бұл кванттық процестерді түсінуге жаңа мүмкіндіктер ашады. Атап айтқанда, зерттеу s толқындары мен байланысты $l=0$ шартына сәйкес келетін нейтрондардың шашырауын зерттеуге бағытталған (Liu, 2018).

Бұл зерттеудің мақсаты материяның қозғалысы нейтрондардың толқындық қасиеттеріне қалай әсер ететінін көрсету және кедергі әсерлері призмасы арқылы Юкаваның экзотикалық гравитациясын зерттеу болып табылады. Нәтижелеріміз бөлшектердің өзара әрекеттесу теориясына жаңа үлес қосуға және гравитация табиғаты туралы түсінігімізді кеңейтуге көмектеседі.

Материалдар мен әдістер

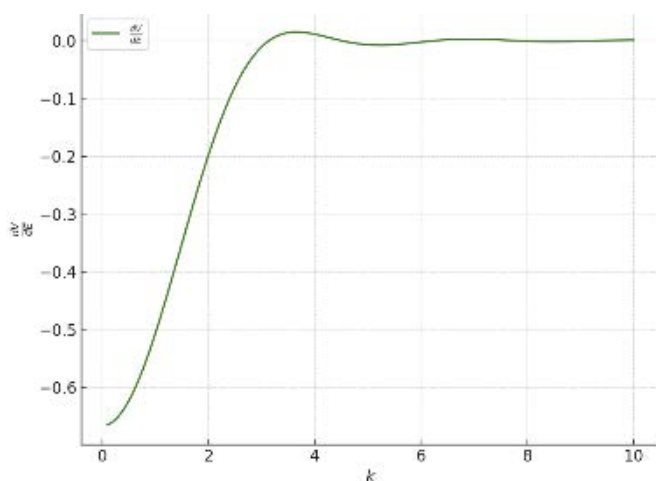
Зерттеудің негізгі идеясы-нейтрондардың нөлдік потенциалды айнадан және нөлдік емес потенциалды айнадан шағылысу ықтималдығының айырмашылығы р толқындарына және жоғары деңгейлерге үлес қосуы мүмкін. Гипотезаларымызды растау және бөлшектер физикасы мен кванттық механика саласындағы жаңа бағыттарды зерттеу үшін теориялық модельдер мен эксперименттік деректер арасында байланыс орнатуға тырысамыз (Zhang, 2017). V_{opt} әсерін 1а-суретте, $V=0$ — потенциал жоқ болғандағы жағдай мұнда \vec{k} векторының бағыты және \vec{q} берілген импульс көрсетілген. 1б-суретте, $V \neq 0$ кездегі оңтайлы потенциалы бар жағдай мұнда \vec{k} векторының бағыты және берілген импульс \vec{q} көрсетілген



Сурет 1. Нейтрондардың а) қозғалысы мен б) әсері

Перестің және басқа авторлардың еңбектері сияқты соңғы басылымдар экзотикалық потенциалды өрістер шашырау процесіне қалай әсер етуі мүмкін деген сұрақ туғызады. Бұл зерттеулер Юкава потенциалын жаңа эксперименттік қондырғылар аясында түсінуге және қолдануға теориялық негіз береді (Mukherjee, 2017). Нейтрондардың шашырауы туралы қолданыстағы білімді кеңейтуді яғни тек s-толқынды зерттеу мен шектелмей, p-толқынының және одан да жоғары реттіліктердің үлесін қоса қарастырамыз. Юкава потенциалының s-толқындық шашырауды зерттеу үшін нөлдік нейтрондық Физо эффектісін қолдана отырып, бөлшектердің шашырауына әсерін қарастырайық. Физо эффектісі бар жылу нейтрондары үшін нейтрондық оптикалық потенциал туралы нәтижесі 2-суретте көрсетілді. Классикалық тәсілдерге сүйене отырып, $l=0$ бұрыштық импульсі бар бөлшектер үшін фазалық ығысу тәуелділігін көрсететін шашырау функциясын талдаймыз. Бөлшектердің массасы, берілген импульс және нәтижелерге айтарлықтай әсер ететін Юкава потенциалының интегралды үлесі сияқты параметрлердің маңыздылығына назар аударылады.

$$\frac{dV}{dE} = 2 \left[\frac{J_0^2}{(ka)^4} \right] \sin(ka) [\text{ka} \cos(ka) - \sin(ka)] \quad (1)$$



Сурет 2. Нейтрондық толқын векторына байланысты нейтрондық оптикалық потенциалдың энергетикалық туындысы

Күтпеген әсерлер:

- Кедергі жолақтарының қарқындылығының өзгеруі: Материяның қозғалысы кедергі үлгісінде тұрақты ығысуды тудырады деп күтілген. Алайда, зерттеу барысында интерференция жолақтарының қарқындылығы тек салыстырмалы қозғалысқа байланысты ғана емес, сонымен қатар толқындық фронттардағы гетерогенділік сияқты басқа факторлардың әсерінен өзгергенін байқадық.

- Толқындық фронттардағы гетерогенділік: Бұл гетерогенділік бастапқы теорияда ескерілмеген күрделі орнату конфигурациясы мен эксперимент жағдайларына байланысты пайда болды. Олар толқындық функцияларда қосымша ауытқуларға әкелді, бұл кедергі үлгісін қиындатты.

- Қоршаған ортаның әсері: Сондай-ақ магнит өрістері мен температура сияқты сыртқы факторлардың фазалық ығысуларға әсер ететінін анықтадық. Бұл дәл талдау үшін қосымша айнымалыларды ескеру қажет екенін көрсетті.

Юкаваның Физо және экзотикалық гравитациялық әсерін талдау және нейтрондық шашырауды зерттеу үшін кванттық механика және интерферометрия тұжырымдамаларын қолдандық (Peres, 1983). Шашырау фазасын δ_0 анықтау маңызды кезең болып табылады, бұл қоршаған орта қозғалысының нейтрондардың толқындық қасиеттеріне әсерін тереңірек түсінуге мүмкіндік берді.

Бұл жұмыста нейтрондардың шашырау механизмдерін егжей-тегжейлі қарастыратырамыз (Snow, 2021). Негізгі назар δ шашырау фазасын және оның Юкаваның экзотикалық гравитациясымен байланысын есептеуге аударылады. s және p толқындары мен шашырау фазасы арасындағы байланыс нейтрондардың қозғалатын орталар арқылы өтетін жағдайдағы әрекетін түсіну үшін өте маңызды. δ өзгерістері әртүрлі ℓ мәндері үшін шашырау амплитудасына тікелей әсер етеді, бұл теориялық есептеулермен расталады (Aghanim, 2020).

Юкаваның экзотикалық гравитациялық потенциалы жағдайында бөлшектердің шашырауын талдау үшін нейтрондардың қозғалатын заттармен әрекеттесуінен

туындайтын фазалық ығысуды ескеру қажет. Шашырау функциясы $f(\theta)$ арқылы өрнектелуі мүмкін фазалық ығысу δ_0 , бұл бұрышқа байланысты шашырау ықтималдығының өзгеруін көрсетеді

$$\psi = e^{ikr} + \frac{1}{r} \sum e^{ikr} \cdot f(\theta) \quad (2)$$

θ шашырау функциясының формуласы келесідей анықталады

$$f(\theta) = \frac{(e^{2i\delta_0} - 1)}{2ik} \approx \frac{\delta_0}{k} \quad (3)$$

Бұл жерде k — толқындық сан, ал δ_0 — шашырау фазасы, Орта қозғалатын кезде нейтрондарды шағылдыру нәтижесінде макроскопиялық фаза ығысуы пайда болады, оны келесі формуламен өрнектеуге болады

$$\Phi = \frac{2\pi N \delta_0}{k^2} \quad (4)$$

мұнда N — бірлік ауданындағы шашыратқыштардың саны. $\delta_0 - l = 0$ кезіндегі фазаны білдіреді. Бұл нейтрондардың физикалық қасиеттері мен Юкаваның потенциалды өрісіне байланысты гравитациялық әсерлер арасында байланыс орнатуға мүмкіндік береді.

Зерттеудің бір бөлігі ретінде қарастырылатын жалпақ зат немесе пластина нейтрондар шоғыры белгілі бір жылдамдықпен қозғалады, мұны келесідей аламыз

$$u = \frac{\hbar k}{m} \quad (5)$$

мұнда m — нейтрон массасы. Егер жалпақ зат немесе пластина $u-v$ салыстырмалы жылдамдығымен қозғалса, бұл толқын санының өзгеруіне әкеледі, ол келесідей анықталады

$$k' = \frac{u-v}{u} k \quad (6)$$

Талдау арқылы шашырау фазасы макроскопиялық фаза арқылы анықталатынын (4) формуладан көреміз. Маңыздысы, бұл фаза интерферометриялық эксперименттерде өлшенеді және жүйенің геометриясы мен қозғалыс параметрлеріне тәуелді

Осылайша, slab яғни жалпақ зат немесе пластина қозғалысын, толқын санын және шашырау ұзындығын ескеретін талдау нәтижесінде оны нейтрондардың шашырау ұзындығымен байланыстыратын фазалық ығысу үшін соңғы өрнекке келеміз. Енді қозғалатын slab үшін фазалық ауысуды білдіре аламыз. δ_0 фазаның ауысуы салыстырмалы қозғалысқа да байланысты болады және оны келесідей көрсетуге болады

$$\delta_0 = -ka \quad (7)$$

мұнда a — энергияға тәуелді емес шашырау ұзындығы, ортаның белгілі бір жылдамдықпен қозғалуы кезінде байқауға болады v толқын саны k Доплер факторына көбейтіледі. Бұл δ_0 фазасының ауысуы да сол факторға көбейтілгенін көрсетеді.

Шашырау суммасы Юкава заңы үшін оптикалық потенциалдағы келесі теңдеуді береді

$$f(\theta) = \sum_{l=0}^{\infty} \frac{(2l+1)}{2ikr} \cdot P_l[(1 + 2ikr \cdot f_l(k)) \cdot e^{ikr} - e^{-i(kr-l\pi)}] \quad (8)$$

ℓ — жартылай толқынның реттік нөмірі, P_ℓ — Лежандр полиномдары, $f_\ell(k)$ — ℓ ішінара толқын үшін шашырау функциясы, k -толқын саны, r — өзара әрекеттесу радиусы.

Юкава потенциалында жалғыз бөлшенің қозғалысын талдау үшін сандық әдістерді, мысалы, шекті айырмашылықтар әдісін және Runge Kutta әдісін қолдандық, бұл қозғалыс теңдеулерін тиімді шешуге және осы потенциалдың әсерінен жүйенің қозғалысын зерттеуге мүмкіндік береді. Сандық талдау үшін Runge Kutta 4-ші дәрежелі қарапайым шешушісін қолдандық және сандық сингулярлық жағдайлардың туындамауы үшін стандартты алгоритмді пайдаландық. Юкава потенциалының әсерінен бір бөлшектің қозғалысы Юкава потенциалы немесе экрандалған кулондық потенциал ретінде анықталады

$$V(r) = -\frac{\alpha}{r} e^{-\frac{r}{\lambda}} \quad (9)$$

мұнда, λ Юкава потенциалының диапазоны болып табылады. Планетарлық қозғалыс түрі үшін қозғалыс теңдеуі

$$\frac{d^2u}{d\theta^2} + u = 1 + \alpha e^{-\frac{1}{\lambda u}} \left(1 + \frac{1}{\lambda u} \right) \quad (10)$$

Жақын аналитикалық шешім (9) теңдеуінің оң жақ бөлігін Тейлор қатары бойынша кеңейту және екінші реттік мүшелерге дейін қысқарту арқылы табылды,

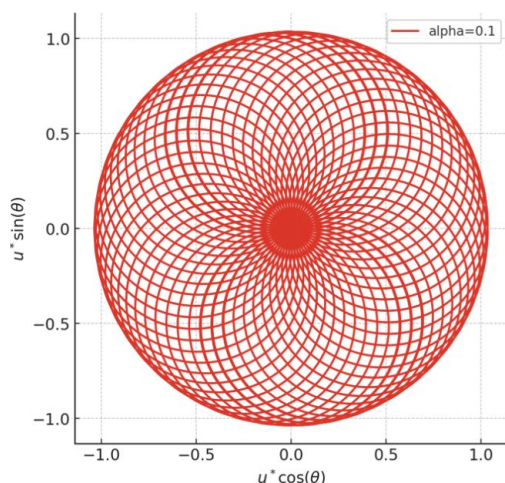
және $a_{p0} \sim p_0 = 1/u_0$, $u_0(\alpha=0)$ шешім болып табылады. Нәтижесінде теңдеу келесі түрге келеді және графикалық көрінісі 2-суретте көрсетілген

$$u(\theta) = u_0 + u_e \cos \omega(\theta - \theta_0) \quad (11)$$

және

$$\omega = \left[1 - \alpha \left(\frac{a_{p0}^2}{\lambda^2} \right) e^{-\frac{a_{p0}}{\lambda}} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

$\alpha=0.1$ болғанда, эллипстің тұрақты прецессиясын байқадық. Алайда, эллипс бір айналымды аяқтағаннан кейін өздігінен жабылмайды (Mukherjee, 2017).



Сурет 3. $\alpha=0.1$ кезіндегі прецессивті эллипс

Осылайша, байланыс тұрақтысының мәнін арттыру прецессияның жылдамдығын арттыратынын байқаймыз. Кейбір жағдайларда бұл орбиталардың табиғатын да өзгертеді. Егер байланыс тұрақтысының мәнін толық айналымнан кейін прецессирленген орбита бастапқы орбитаға сәйкес келетіндей етіп реттесе, ол траекториясын қайталап, жабық байланысты орбита қалыптастырады. Сондықтан Юкава потенциалы үшін орбитаның байланысты болу критерийі – байланыс параметрін дұрыс таңдауын, және оны 3-суретте көрсеттік.

Нәтижелер

Юкава потенциалындағы нейтрондардың шашырауына қатысты зерттеу нәтижелері. Сандық есептеулер жүргізіп және экзотикалық потенциалдың әсерін ескере отырып, шашырау функциясы $f(\theta)$ және толқындық функция үшін өрнектер алдық. Атап айтқанда, жүргізілген есептеулер негізінде шашырау функциясының өрнегіне келдік, ол $l=0$ болған жағдайда келесідей жазылады

$$f(\theta) = \frac{1}{2ikr} \left[e^{2i\delta_l} \cdot e^{ikr} - e^{-ikr} \right] \quad (13)$$

Мұнда экзотикалық гравитацияның нейтрондардың шашырауына әсерін бағалауға мүмкіндік беретін Юкава потенциалы арқылы анықталған өзіндік фазалық ығысу ұсынылған. (13) теңдеуді ыңғайлы түрге келтіріп алсақ

$$f(\theta) = \frac{e^{i\delta_l}}{2ikr} \left[e^{i(kr-\delta_l)} - e^{-i(kr-\delta_l)} \right] \quad (14)$$

синусқа түрлердіре отырып экспоненталар айырымын табамыз

$$e^{i(kr-\delta_l)} - e^{-i(kr-\delta_l)} = 2i \sin(kr - \delta_l) \quad (15)$$

бастапқы орнына қоятын болсақ

$$f(\theta) = \frac{e^{i\delta_l}}{2ikr} \cdot 2i \sin(kr - \delta_l) \quad (16)$$

Әрі қарай оңайлату үшін, δ_l кіші мәндері үшін жуықтауды қолданамыз. Егер δ_l мәні аз болса, онда синусты келесідей жаза аламыз

$$\sin(kr - \delta_l) \approx \sin(kr) - \delta_l \cos(kr) \quad (17)$$

$f(\theta)$ үшін орнына қойамыз сонда келесідей өрнектеледі

$$f(\theta) = \frac{e^{i\delta_l}}{kr} \cdot \sin(kr) - \delta_l \cos(kr) \quad (18)$$

Егер тек бірінші ретті ескеріп, екінші ретті шамаларды елемейтін болсақ

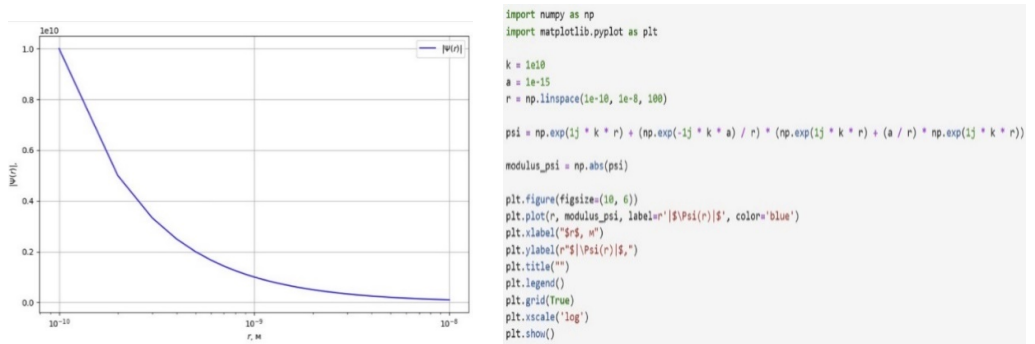
$$f(\theta) \approx e^{i\delta_l} \left(\frac{\sin(kr)}{kr} - \frac{\delta_l \cos(kr)}{kr} \right) \quad (19)$$

kr -дің шағын мәндерінде қарастырамыз, сонда $f(\theta)$ үшін келесі шешімді аламыз

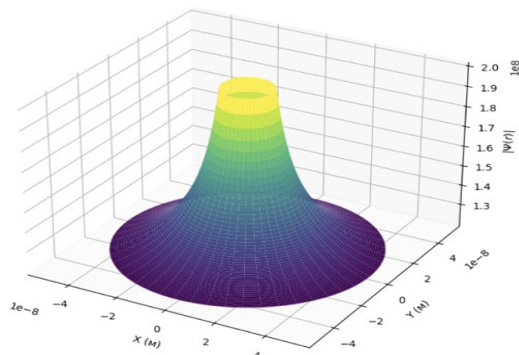
$$f(\theta) \approx e^{i\delta_l} \left(1 - \frac{\delta_l}{kr} \right) \quad (20)$$

Бұл жуықтау импульстің төмен мәндеріндегі жүйенің әрекетін дәлірек сипаттауға мүмкіндік береді. Әрі қарай есептеу кезінде шашырау функциясының толқындық функцияға қосқан үлесін ескердік, бұл кейінгі талдаудың негізгі қадамы болып табылады. Айта кету керек, шашырау функциясы үшін алынған шамаменөрнек Тейлор қатарына ыдыраудың нәтижесі болып табылады, бұл нейтрондардың шашырау процесін зерттеу үшін жеткілікті дәлдікті қамтамасыз етеді.

Енді жоғарыда көрсетілген өрнекпен анықталған жағдайларда толқындық функцияның динамикасын көрсететін 4-суретте 2D және 5-суретте 3D графикалық визуализацияларын көрсетеміз. Бұл графиктер Юкава потенциалының параметрлеріне және нейтрондардың шашырауына әсер ететін басқа факторларға байланысты жүйенің қозғалысын қалай өзгертетінін жақсы түсінуге көмектеседі.



Сурет 4. Юкава потенциалы әсер еткендегі толқындық функцияның графигі



```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D

hbar = 1.0545718e-34
m = 1.67e-27
g = 1e-20
I0 = 1.0
r = np.linspace(1e-8, 5e-8, 100)
k = 1e10
a = 1e-8

f_theta = np.exp(-1j * k * a) * (1 + r / a)

psi = np.exp(1j * k * r) + (1/r) * (f_theta * np.exp(1j * k * r))

modulus_psi = np.abs(psi)

R, Theta = np.meshgrid(r, np.linspace(0, 2 * np.pi, 100))
X = R * np.cos(Theta)
Y = R * np.sin(Theta)
Z = np.abs(np.exp(1j * k * R) + (1/R) * (f_theta * np.exp(1j * k * R)))

fig = plt.figure(figsize=(12, 8))
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')
ax.plot_surface(X, Y, Z, cmap='viridis', edgecolor='none')

ax.set_xlabel('X (м)')
ax.set_ylabel('Y (м)')
ax.set_zlabel(r'$|Psi(r)|$')
ax.set_title('3D представление модуля волновой функции с учетом f(θ)')
plt.show()

```

Сурет 5. $f(\theta)$ ескере отырып, толқындық функция модулінің 3D көрінісі

Толқындық қасиеттерді есептеуді және талдауды жеңілдету үшін $f(\theta)$ шашырау функциясы үшін жуық өрнекті алмастыра аламыз. Толқындық функцияны (2) формулаға алмастыра отырып, келесі өрнекті аламыз

$$\Psi \approx e^{ikr} + \frac{1}{r} \sum e^{ikr} \left(e^{i\delta_l} \left(1 - \frac{\delta_l}{kr} \right) \right) \quad (21)$$

Енді, егер ℓ -дің барлық ішінара толқындарын қорытындылайтын болсақ, оны қайта жазуға болады және осы кезеңде өрнекті жеңілдету толқындық функцияның негізгі сипаттамаларын бөліп көрсетуге мүмкіндік береді. Осылайша келесі интерпретацияны аламыз

$$\Psi \approx e^{ikr} + \frac{1}{r} e^{ikr} \sum_{l=0}^{\infty} e^{i\delta_l} \left(1 - \frac{\delta_l}{kr} \right) \quad (22)$$

Бұл теңдеу толқындық функцияның екі негізгі компоненттен тұратындығын көрсетеді, e^{ikr} -дің бірінші бөлігі, ол шашыраңқы толқын, ал екінші бөлігі барлық диффузорлардың үлесін қамтиды, мұнда $e^{i\delta_l}$ әр жеке диффузормен байланысты фазалық ығысу болып табылады.

Зерттеу нәтижесінде Юкава потенциалы контекстінде нейтрондардың шашырау функциясы туралы айтарлықтай деректер алынды. Материяның қозғалысы мен нейтрондардың толқындық қасиеттерінің өзгеруі арасында нақты байланыс орнатуға мүмкіндік беретін Физо эффектін ескере отырып, толқындық функция мен шашырау функциясын талдау үшін әртүрлі сандық әдістерді қолдандық.

Талқылау

Нейтрондардың шашырауы және Юкаваның ықтимал өрістері саласындағы қолданыстағы зерттеулер аясында алынған нәтижелерге талдау жасайық. Бұл жұмыс нейтрондардың қозғалатын заттармен өзара әрекеттесуін зерттеу үшін Физо эффектін қолдану кванттық және гравитациялық өзара әрекеттесулерді түсінуде жаңа перспективаларға әкелуі мүмкін екенін көрсетті.

Бұрын жүргізілген эксперименттер, нейтрондардың шашырауына байланысты ерекше әсерлердің болуын растады. Қарастырылған жұмыста нейтрондардың әртүрлі потенциалдық өрістерден шағылысу ықтималдығының айырмашылығы тек s-толқындық функциялардың ғана емес, сонымен қатар p-толқындық функциялардың қозғалысына әсер етіп, зерттеуге жаңа бағыттар ашатынын көрсете отырып, осы идеяларды кеңейтеді. Гравитацияның экзотикалық формалары, соның ішінде Юкава потенциалын тереңірек талдауды қажет етеді және күтпеген нәтижелерге әкелуі мүмкін.

Бұл зерттеу қоршаған ортаның қозғалысы жағдайында шашырау функциясын егжей-тегжейлі талдауды қамтамасыз етеді, сондай-ақ микро деңгейдегі өзара әрекеттесулерді түсінуді тереңдетуге мүмкіндік береді. Қозғалыс теңдеулерін

пешу үшін Runge Kutta әдісі сияқты сандық әдістерді қолдану өзінің тиімділігін көрсетті, бұл осы саладағы зерттеу әдістемесін дамытудағы маңызды қадам. Қарастырылған жұмыс идеализацияға бағытталған және жүйенің нақты қозғалысы потенциалдың гетерогенділігі немесе сыртқы өрістердің әсері сияқты күрделі факторларға байланысты өзгеруі мүмкін.

Болашақ зерттеулер өзара әрекеттесуді егжей-тегжейлі талдауға, соның ішінде ұсынылған модельдерді эксперименттік тексеруге бағытталуы мүмкін. Сонымен қатар, температура мен тығыздық сияқты әртүрлі параметрлердің нақты эксперименттер жағдайында нейтрондардың шашырау функцияларына әсерін зерттеу Юкава потенциалы мен гравитацияның экзотикалық формаларына қатысты құбылыстар туралы толық түсінік бере алады. Осылайша, бұл зерттеу бөлшектер физикасы мен кванттық деңгейдегі өзара әрекеттесу саласындағы қосымша зерттеулер үшін жаңа бағыттар ашады. Сонымен қатар, теориялық есептеулерді эксперименттік деректермен біріктіру ұсынылған гипотезаларды растаудың және Юкава моделіндегі өзара әрекеттесу туралы бар білімді кеңейтудің негізгі қадамы болады.

Қорытынды

Зерттеу барысында Юкава экзотикалық гравитациялық потенциалының нейтрондардың қозғалысына, әсіресе олардың қозғалмалы объектілерден шашырауына әсерін қарастырдық. Теориялық модельдер мен эксперименттік мәліметтерге сүйене отырып, теориялық болжамдар мен фазалық ығысуларды қоса алғанда, нейтрондық толқындардың бақыланатын әсерлері арасындағы байланысты орнатуға ұмтылдық.

Мезондармен алмасу арқылы өзара әрекеттесуді сипаттайтын Юкава потенциалының нейтрондардың шашырауына айтарлықтай әсер етуі мүмкін екенін және бұл бірнеше эксперименттердегі бақылаулармен расталғанын дәлелдедік. δ_0 параметрі талдауымызда негізгі рөл атқарады, өйткені ол экзотикалық өзара әрекеттесулер тудырған фазалық ығысуды көрсетеді. Эксперименттерде байқалған күтпеген әсерлер кванттық процестерді одан әрі зерттеу қажеттілігін растайды, әсіресе гравитация мен басқа өзара әрекеттесулер бөлшектердің динамикасын айтарлықтай өзгерте алатын жағдайларда. Атап айтқанда, нейтрондық толқындардың интерференциялық үлгілеріндегі өзгерістер теориялық модельдеріміздегі гравитацияның экзотикалық формаларын есепке алудың маңыздылығын көрсетеді.

Осы нәтижелер сонымен қатар қолданыстағы модельдерді қозғалатын ортаның фазаға және нейтрондардың жылдамдығына әсерін ескеретін жаңа параметрлермен толықтыру қажеттілігін көрсетеді. Сонымен қатар, зерттеу микро деңгейдегі өзара әрекеттесулерді және олардың күрделі кванттық жүйелерге әсерін зерттеудің жаңа перспективаларын ашады. Осы саладағы қосымша зерттеулер бөлшектер физикасындағы іргелі өзара әрекеттесулерді жаңа түсінуге және гравитация табиғаты туралы білімімізді кеңейтуге әкеледі. Қорытындылай келе, зерттеулеріміз экзотикалық гравитация түрлерін және олардың кванттық

жүйелерге әсерін зерттеудің теориялық негіздерін және эксперименттік тәсілдерін кеңейтуге көмектеседі. Бұл нәтижелер бөлшектер физикасы, гравитация және кванттық механика салаларындағы жаңа ашылымдар мен қолдануларға негіз бола алады.

Әдебиеттер

- Аганим Н. (2020) Планк 2018 зерттеу нәтижелері VI. Космологиялық параметрлер / Ю. Акрами, М. Ашдаун, Дж. Омонт, М. Баллардинит.б. // *Astronomy & Astrophysics*, 641, А6.
- Брандес Л., (2024) Нейтрон жұлдыздарының затындағы фазалық ығысуларға шектеулер /Вайзе В. // *Symmetry*, 16(1), 111.
- Галлинет Б. (2015) Нанофотоника үшін сандық әдістер: стандартты мәселелер және болашақ қиындықтар / Буте Ж., Мартин О. Ж. // *Laser & Photonics Reviews*, 9(6), 577-603.
- Дунфан С. Д. (2021) Юкава потенциалы арқылы қараланған ядролық күш тұрақтылықтары // *Mathematics & Nature*, 1(009), 14.
- Конча П. (2021) Үш өлшемді экзотикалық Ньютон супергравитация теориясы космологиялық тұрақтылықпен / Равера Л., Родригес Э. // *The European Physical Journal C*, 81(7), 1-15.
- Лю Г., (2018) ДАМПЕ нәтижелерін иерархиялық лептонға тән Юкава өзара әрекеттерімен түсіндіру / Ван Ф., Ван У., Ян Дж. // *Chinese Physics C*, 42(3), 035101.
- Мукерджи Р. (2017) Юкава потенциалындағы жеке бөлшектің жабық орбиталары / С. Ссаунда // *Indian Journal of Physics*, 92(2), 197-203.
- Нанди К. К. (2003) Физо эффектінің аналогы тиімді оптикалық ортада / Эванс Дж. С., Бхадра А. // *Physical Review D*, 67(2), 025002.
- Перес, А. (1983) Нейтронның козғалмалы заттағы таралуы // *American Journal of Physics*, 51, 947.
- Сноу У.М. (2021) Нейтрондарды пайдалана отырып экзотикалық өзара әрекеттерді іздеу / Хэддок С., Хиаккок В. // *Symmetry*, 14(1), 10.
- Франк А.И. (2016) Ультрасалқын нейтроны және козғалыстағы затпен толқындардың өзара әрекеттесуі // *Physics of Particles and Nuclei*, 47, 647-666.
- Хиромото М., (2021) Жаңа аралық өзара әрекеттесуді когерентті нейтронды шашырату арқылы зерттеуге арналған принципті тәжірибе / Хори Т., Кондо Р., Хара С. // *Proceedings of the 3rd J-PARC Symposium*, 33, 011118,
- Цзи Х. Х. (2021) Юкава бөлшегінің ықтималдық тығыздығы: Нөмірлік есептеулер және аналитикалық шешім / Хе У. У., Цзяо Л. Г., Лю А., Хо У. К. // *Physics Letters B*, 823, 136718.
- Чжан Р. У. (2017) Екі өлшемді Юкава жүйесіндегі бөлшек санының тығыздығының толқынның дисперсиясына әсері / Лю У. Н., Хуан Ф., Чэнь З. У., Ли С. У. // *Chinese Physics Letters*, 34(7), 075203.
- Эдвардс Дж. П. (2017) Юкава потенциалы: негізгі күй энергиясы және критикалық экрандау / Гербер У. // *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, 2017(8), 083A01.

References

- Nandi K.K., Evans J.C., Bhadra A. (2003) Analogue of the Fizeau effect in an effective optical medium, *Physical Review D*, Vol. 67. No 2. 025002 p.
- Edwards J. P., Gerber U., (2017) The Yukawa potential: ground state energy and critical screening, *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, Vol. 2017. No 8. 083A01 p.
- Dongfang X. D. (2021) Nuclear Force Constants Mapped by Yukawa Potential, *Mathematics & Nature*, 1:14. Vol. 1. No 009. 14 p.
- Concha P., Ravera L., Rodríguez E. (2021) Three-dimensional exotic Newtonian supergravity theory with cosmological constant, *The European Physical Journal C*, Vol. 81. No 7. pp. 1-15.
- Gallinet B., Butet J., Martin O. J. (2015) Numerical methods for nanophotonics: standard problems and future challenges, *Laser & Photonics Reviews*, Vol. 9. No 6. pp. 577-603.
- Ji X. H., He Y. Y., Jiao L. G., Liu A., Ho Y. K. (2021) Probability density of the Yukawa particle at the origin: Numerical calculation and analytical solution, *Physics Letters B*, Vol. 823. 136718 p.
- Liu G., Wang F., Wang W., Yang J. M. (2018) Explaining DAMPE results by dark matter with hierarchical lepton-specific Yukawa interactions, *Chinese Physics C*, Vol. 42. No 3. 035101 p.

- Zhang R. Y., Liu Y. H., Huang F., Chen Z. Y., Li C. Y. (2017) Effect of Particle Number Density on Wave Dispersion in a Two-Dimensional Yukawa System, *Chinese Physics Letters*, Vol. 34. No 7. 075203 p.
- Snow W.M., Haddock C., Heacock B. (2021) Searches for exotic interactions using neutrons, *Symmetry*, Vol. 14. No 1. 10 p.
- Aghanim N., Yashar A. (2020) Planck 2018 results, VI. Cosmological parameters, *Astronomy & Astrophysics*, Vol. 641. A6 p.
- Peres A. (1983) Neutron propagation in moving matter, *American Journal of Physics*, Vol. 51. 947 p.
- Mukherjee R., Sounda S. (2017) Single particle closed orbits in Yukawa potential, *Indian Journal of Physics*, Vol. 92. No 2. pp. 197-203.
- Hiroto M., Hori T., Kondo R., Hara S. (2021) Proof-of-principle experiment for the study of a new intermediate-range interaction using coherent neutron scattering, *Proceedings of the 3rd J-PARC Symposium*, Vol. 33. 011118 p.
- Frank A. I. (2016) Ultracold neutrons and the interaction of waves with moving matter, *Physics of Particles and Nuclei*, Vol. 47. pp. 647-666.
- Brandes L., Weise W. (2024) Constraints on Phase Transitions in Neutron Star Matter, *Symmetry*, Vol. 16. No 1. 111 p.

CONTENTS

PHYSICS

- A. Bekeshev, A. Mostovoy, M. Akhmetova, L. Tastanova**
RESEARCH ON THE PROPERTIES OF EPOXY COMPOSITE MATERIALS
INCORPORATING MODIFIED MINERAL FILLERS.....5
- G. Yensebaeva, I. Makhambayeva, A.Seitmuratov, K. Kanibaikyzy,
Z. Suleimenova**
PROBLEMS ON THE PROPAGATION OF HARMONIC WAVES UNDER
RHEOLOGICAL VISCOUS PROPERTIES OF A MATERIAL.....16
- A.A. Zhadyranova, V. Zhumabekova, U. Ismail, D. Nassirova**
EXPLORING THE POTENTIAL OF YUKAWA USING THE FIZO EFFECT.....33
- A. Istlyaup, L. Myasnikova, A. Lushchik**
COMPUTER SIMULATION OF THE DENSITY OF STATE NaX (X = F, Cl)
NANOOBJECTS.....49
- G.T. Omarova, Zh.T. Omarova**
TO THE ORBITAL DYNAMICS WITH VARIABLE ECCENTRICITY.....61
- A.V. Serebryanskiy, Ch.T. Omarov, G.K. Aimanova, M.A. Krugov**
SPECTRAL OBSERVATIONS OF GEOSTATIONARY SATELLITES AT THE
ASSY-TURGEN OBSERVATORY IN KAZAKHSTAN.....69
- A.K. Shongalova, A. Sailaubek, A.E. Kemelbekova**
OBTAINING BULK CRYSTALS OF ANTIMONY OXYCHLORIDE AND
STUDYING ITS STRUCTURAL CHARACTERISTICS.....82
- S.A. Shomshekova, L.K. Kondratyeva, I.M. Izmailova, C.T. Omarov**
INFRARED OBSERVATIONS OF SYMBIOTIC STARS FROM A CISLUNAR
ORBIT: OBJECTIVES AND PROSPECTS.....90

CHEMISTRY

- A. Abdullin, ©N. Zhanikulov, B. Taimasov, E. Potapova**
INVESTIGATION OF CHEMICAL RESISTANCE OF ZINC-PHOSPHATE
CEMENT UNDER INFLUENCE OF AGGRESSIVE ENVIRONMENTS.....103
- G. Baisalova, Zh. Tukhmetova, B. Torsykbaeva, A. Shukirbekova, Zh. Ussen**
CHEMICAL CONSTITUENTS OF HEXANE EXTRACT OF LYTHRUM
SALICARIA L. ROOTS.....115

N. Bolatkyzy, A.B. Amangeldi, B.E. Dyusebaev, G.E. Berganayeva, M.A. Dyusebaeva STUDY OF AMINO ACIDS AND FATTY ACIDS IN THE COMPOSITION OF THE AERIAL PART OF RUBUS HYBRID.....	125
A.A. Duisenbay, E.K. Assembayeva, M.O. Kozhakhliyeva, D.E. Nurmukhanbetova, A.Zh. Bozhbanov PHYSICOCHEMICAL INDICATORS AND SAFETY OF SOURDOUGH BREAD.....	135
T.K. Jumadilov, G.T. Dyussebayeva, Zh.S. Mukatayeva, J.V. Gražulevicius INVESTIGATION OF ELECTROCHEMICAL AND CONFORMATIONAL PROPERTIES OF INTERPOLYMER SYSTEMS OF CATIONITE KU-2-8 AND ANIONITE P4VP.....	146
V.N. Kryuchkov, I.V. Volkova, A.V. Mozharova, L.K. Seidaliyeva, F.K. Nurbayeva, K.A. Jumasheva MORPHOLOGY OF THE MESONEPHROS IN CARP UNDER EXPERIMENTAL INTOXICATION.....	157
M.K. Kurmanaliev, Zh.D. Alimkulova, Zh.E. Shaikhova, S.O. Abilkasova NEW SORBENTS BASED ON TIACROWN ETHERS: PREPARATION AND APPLICATION FOR SILBER EXTRACTION.....	168
M.T. Telmanov, B.Kh. Khussain, A.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy CREATION OF DIGITAL TWINS, INCLUDING THE DECARBONISATION MODULE, IN MODELLING AND VISUALISATION OF FLUE GAS CLEANING SYSTEMS IN INDUSTRIAL PLANTS.....	179

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

А. Бекешев, А. Мостовой, М. Ахметова, Л. Тастанова
ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН МИНЕРАЛДЫ ТОЛТЫРҒЫШТАР ҚОСЫЛҒАН
ЭПОКСИДТІК КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН
ЗЕРТТЕУ.....5

Г. Еңсебаева, И. Махамбаева, А. Сейтмұратов, Қ. Қанибайқызы, Ж. Сүлейменова,
МАТЕРИАЛДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ТҮТҚЫРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ НЕГІЗІНДЕ
ГАРМОНИЯЛЫҚ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУ ЕСЕБІ.....16

А.А. Жадыранова, В. Жумабекова, У. Исмаил, Д. Насирова
ФИЗО ЭФФЕКТИСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЮКАВА ПОТЕНЦИАЛЫН
ЗЕРТТЕУ.....33

А. Истляуп, Л. Мясникова, А. Лущик
NaX (X = F, Cl) НАНООБЪЕКТІЛЕРІНІҢ КҮЙ ТЫҒЫЗДЫҒЫН
КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....49

Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова
АЙНЫМАЛЫ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТІ БАР ОРБИТАЛЫҚ ДИНАМИКАҒА.....61

А.В. Серебрянский, Ч.Т. Омаров, Г.К. Айманова, М.А. Кругов
ҚАЗАҚСТАНДА АССЫ-ТҮРГЕН ОБСЕРВАТОРИЯСЫНДА ГЕОТҰРАҚТЫ
СЕРІКТЕРДІҢ СПЕКТРЛІК БАҚЫЛАУЛАРЫ.....69

А.Қ. Шонғалова, А. Сайлаубек, А.Е. Кемелбекова
СУРЬМА ОКСИХЛОРИДІНІҢ КӨЛЕМДІ КРИСТАЛДАРЫН АЛУ ЖӘНЕ
ОНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....82

С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.М. Измайлова, Ч.Т. Омаров
АЙҒА ЖАҚЫН ОРБИТАДАҒЫ СИМБИОТИКАЛЫҚ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ
ИНФРАҚЫЗЫЛ БАҚЫЛАУЛАРЫ: МІНДЕТТЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ.....90

ХИМИЯ

А. Абдуллин, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Е. Потапова
МЫРҒЫШ-ФОСФАТТЫ ЦЕМЕНТІНІҢ АГРЕССИВТІ ОРТАНЫҢ ӘСЕРІНЕ
ХИМИЯЛЫҚ ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....103

Ғ. Байсалова, Ж. Тухметова, Б. Торсыкбаева, А. Шукирбекова, Ж. Усен
LYTHRUM SALICARIA L. ТАМЫРЛАРЫНЫҢ ГЕКСАНДЫ СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ
ХИМИЯЛЫҚ КОМПОНЕНТТЕРІ.....115

- Н. Болатқызы, А.Б Амангелді, Б.Е Дюсебаев, Г.Е Берганаева,
М.А Дюсебаева**
RUBUS HYBRID ӨСІМДІГІНІҢ ЖЕР ҮСТІ БӨЛІГІНІҢ ҚҰРАМЫНАН АМИН
ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫН ЗЕРТТЕУ.....125
- А.А. Дуйсенбай, Э.К. Асембаева, М.О. Кожახиева, Д.Е. Нурмуханбетова,
А.Ж. Божбанов**
ҰЙЫТҚЫ ҚОСЫЛҒАН НАННЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ
МЕН ҚАУІПСІЗДІГІ.....135
- Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс**
КАТИОНИТ КУ-2-8 ЖӘНЕ АНИОНИТ П4ВП ИНТЕРПОЛИМЕРЛІК
ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНФОРМАЦИЯЛЫҚ
ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....146
- В.Н. Крючков, И.В. Волкова, А.В. Можарова, Л.К. Сейдалиева,
Ф.К. Нурбаева, К.А. Джумашева**
ЭКСПЕРИМЕНТТІК ИНТОКСИКАЦИЯ КЕЗІНДЕГІ ТҰҚЫ
МЕЗОНЕФРОСЫНЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ.....157
- М.Қ. Құрманалиев, Ж.Д. Алимқұлова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Әбілқасова,**
ТИАКРАУН-ЭФИРЛЕР НЕГІЗІНДЕГІ ЖАҢА СОРБЕНТТЕР: АЛУ ЖӘНЕ
КҮМІСТІ БӨЛУ ҮШІН ҚОЛДАНУ.....168
- М.Т. Тельманов, Б.Х. Хусаин, А.Х. Хусаин, А.Р. Бродский**
ЦИФРЛЫҚ ЕГІЗДЕРДІ ҚҰРУ, ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ МОДУЛІМЕН БІРГЕ
ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДЫҢ ТҮТІН ГАЗДАРЫН ТАЗАРТУ
ЖҮЙЕЛЕРІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ.....179

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

А. Бекешев, А. Мостовой, М. Ахметова, Л. Тастанова
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ
НАПОЛНИТЕЛЯМИ.....5

**Г. Енсебаева, И. Махамбаева, А. Сейтмуратов, К. Канибайкызы,
Ж. Сулейменова**
ЗАДАЧИ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ГАРМОНИЧЕСКИХ ВОЛН ПРИ
РЕОЛОГИЧЕСКИХ ВЯЗКИХ СВОЙСТВАХ МАТЕРИАЛА.....16

А.А. Жадыранова, В. Жумабекова, У. Исмаил, Д. Насирова
ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЮКАВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА
ФИЗО.....33

А. Истляуп, Л. Мясникова, А. Лущик
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ СОСТОЯНИЯ
НАНООБЪЕКТОВ NaX (X = F, Cl).....49

Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова
К ОРБИТАЛЬНОЙ ДИНАМИКЕ С ПЕРЕМЕННЫМ
ЭКЦЕНТРИСИТЕТОМ.....61

А.В. Серебрянский, Ч.Т. Омаров, Г.К. Айманова, М.А. Кругов
СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ НА
ОБСЕРВАТОРИИ АССЫ-ТУРГЕНЬ В КАЗАХСТАНЕ.....69

С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.М. Измайлова, Ч.Т. Омаров
ИНФРАКРАСНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗВЕЗД
С ОКОЛОЛУННОЙ ОРБИТЫ: ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....82

А.К. Шонгалова, А. Сайлаубек, А.Е. Кемелбекова
ПОЛУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ КРИСТАЛЛОВ ОКСИХОЛОРИДА СУРЬМЫ И
ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.....90

ХИМИЯ

А. Абдуллин, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Е. Потапова
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ЦИНК-ФОСФАТНОГО
ЦЕМЕНТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АГРЕССИВНЫХ СРЕД.....103

- Г. Байсалова, Ж. Тухметова, Б. Торсыкбаева, А. Шукирбекова, Ж. Усен**
ХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ГЕКСАНОВОГО ЭКСТРАКТА КОРНЕЙ
LYTHRUM SALICARIA L.....115
- Н. Болаткызы, А.Б Амангелди, Б.Е. Дюсебаев, Г.Е Берганаева,
М.А Дюсебаева**
ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ В
СОСТАВЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *RUBUS HYBRID*.....125
- А.А. Дуйсенбай, Э.К. Асембаева, М.О. Кожахиева, Д.Е. Нурмуханбетова,
А.Ж. Божбанов**
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ХЛЕБА
С ЗАКВАСКОЙ.....135
- Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс**
ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И КОНФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ КАТИОНИТА КУ-2-8 И АНИОНИТА
П4ВП.....146
- В.Н. Крючков, И.В. Волкова, А.В. Можарова, Л.К. Сейдалиева,
Ф.К. Нурбаева, К.А. Джумашева**
МОРФОЛОГИЯ МЕЗОНЕФРОСА КАРПА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
ИНТОКСИКАЦИИ.....157
- М.К. Курманалиев, Ж.Д. Алимкулова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова**
НОВЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ТИАКРАУН-ЭФИРОВ: ПОЛУЧЕНИЕ И
ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕРЕБРА.....168
- М.Т. Телманов, Б.Х. Хусаин, А.Х. Хусаин, А.Р. Бродский**
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ, ВКЛЮЧАЯ МОДУЛЬ
ДЕКАРБОНИЗАЦИИ, ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ
ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ.....179

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 work described 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 originality detection service Cross Check <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

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 13.12.2024.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать - ризограф.

12,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.