

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

5 (309)

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2016 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2016 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 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

ҚР ҰҒА ХАБАРЛАРЫ. ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА СЕРИЯСЫ

Бас редакторы
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)
Бошкаев 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)

ИЗВЕСТИЯ НАН РК. СЕРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

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

Редакционная коллегия:

Джумадильдаев 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 1991-346X

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

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

**NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN. SERIES OF PHYSICS AND MATHEMATICS**

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 1991-346X

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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 5, Number 309 (2016), 195 – 202

K. Baktybaev¹, A. Dalelkhankyzy,² I. Kyqymova¹, A. Myrzabaev¹¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,²Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan,**APPLYING THE MODEL OF INTERACTING BOSONS IN A DEFORMED NUCLEUS OF URANIUM ISOTOPES**

Abstract. In this paper, the model of interacting bosons in the theory of nuclear structure is applied to the study of the properties of deformed heavy nuclei is considered. In particular, the calculation of the probability of radiation of gamma rays in the isotope uranium nucleus and they are compared with their experimental data.

Keywords: atomic nucleus, the spectra, gamma transitions.

ЭОЖ 539.12/.17

К. Бақтыбаев¹, А. Дәлелханқызы², І. Қықымова¹, А. Мырзагулов¹¹Әл-Фараби аты Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан,²Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан**ӘСЕРЛЕСУШІ БОЗОНДАР МОДЕЛІН УРАН ЯДРОСЫНЫҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАНҒАН ИЗОТОПТАРЫНА ҚОЛДАНУ**

Аннотация. Жұмыста ядроның құрылыс теориясындағы әсерлесуші бозондар теориясы деформацияланған ауыр ядролар қасиеттерін зерттеуге қолданылған. Оның ішінде Уран ядросы изотоптарының γ -сәуле шығару ықтималдығы есептеліп, оны эксперименттегі мәндерімен салыстырылды.

Түйін сөздер: атом ядросы, спектрлер, гамма ауысу.

I. Кіріспе. Ядро құрамына енетін нуклондар арасындағы ядролық әсерлесу осы кезге дейін қажетті түрдегі түсіндіруі әлі жасалмаған. Ол әсерлесулер өте күрделі және оны сипаттайтын параметрлер өте көп. Дегенмен ядролардың ең төменгі энергетикалық деңгейлеріндегі заңдылықтары біркелкі, қарапайымдылық мағынасы бар. Олардың қасиеттері нуклондар қозғалатын орташа потенциал мен эффективті қос нуклондық әсерлесу арқылы анықталады. Сондықтан ядродағы нуклондар атомдағы электрондар тәрізді қабықшалар бойынша орналасып, бірақ, өзара ядролық күшпен әсерлесіп жұпталады.

Осының салдарынан, әсіресе, олардың коллективтік спектрі қарапайым топтасқан нуклондардың тербелмелі, айналмалы, не екеуінің қосылған түріндегі қозғаласы арқылы жасалады. Осындай коллективті қозғалыс спектрінің алғашқы теориясын О. Бор мен Б. Моттelson жасаған. Коллективтік қозу спектріні ядролардың геометриялық формасымен байланыстырған [1]. Ядролардың төменгі коллективтік қозу спектріні олардың беттік, квадрупольдік деформациялану параметрі арқылы өрнектелген.

Бұл жұмысымызда осы айтылған бозондық теорияның $SU(5)$ – шегін пайдаланып сфералық Рутений ядросының үш сфералық изотопы $^{234,236,238}U$ ға қолданып, оның спектріні және онда

болатын электромагнит сәулелер ықтималдығының $B(E2)$ шамасын есептеп, оларды тәжірибеде табылған мәндерімен салыстырдық.

II $SU(6) \supset SU(3) \supset O(3)$ тізбегінің жалпы қасиеттері

Кейінгі ондаған жылдар ішінде әсерлесуші бозондар моделін (ӘБМ) күрделі ядролардың төменгі энергетикалық күйлерінің қасиеттерін түсіндіруге қолдану, әсіресе, экспериментатор-физиктер үшін өте қолайлы әдістерге айналды. Бұл модельдің негізге алатын негізгі концепциясының және онда пайдаланатын гамильтонианның алгебралық құрылысының қарапайымдылығы ядролардағы коллективтік қозулардың құрылысын зерттеуде үлкен мүмкіндіктер туғызады. Алғашқы теорияларда коллективтік қозудың түрлі модальарын олардағы нуклондардың өзгермелі формада орналасуынан туған сфералық және түрліше деформацияланған геометриясымен байланыстырған. Енді мұндай қозуларды ӘБМ-де ядродағы бозондар әсерлесуінен туған энергетикалық күйлер деп қарастырамыз.

ӘБМ теориясының негізгі мазмұны өткен тарауда жеткілікті түрде баяндалды. Бұл жұмыста ауыр ядролардың төменгі күйлерінің құрылысын зерттеу үшін ӘБМ ең қарапайым қағидасын нұсқаға аламыз. Атап айтқанда бұл күйлердің құрылысы тек s және d -бозондардың әсерлесуінен туындайды деп есептейміз. Жоғарыда мұндай бозондарды анықтайтын операторлар $SU(6)$ унитарлы топты құрайтынын көрдік. Мұндай унитарлы симметриялы гамильтонианның оңай аналитикалық жолмен диагоналданатын үш асимптотикалық шегі бар екенін көрдік. Соның ішінде ротациялық күйлері бар ауыр ядролардың құрылысын зерттеуге $SU(6) \supset SU(3) \supset O(3)$ шегін пайдаланамыз. Сөйтіп осы асимптотикалық топты уран ядросының жұп изотоптарына қолданамыз. Мәселені тек топтың теория жолымен ғана емес, сонымен қатар екінші реттік кванттау әдісімен де шешуге болады. Осылайша табылған ядролардың спектрі мен толқындық функцияларының қарапайымдылығы сонша, оларды ядролар құрылысын зерттеуге, олардағы кванттық күйлерді классификациялауға өте қолайлы және жақсы қорытындылар алуға болады. Квазиспиндік формализм операторлардың матрицалық элементтерін есептеуді өте оңайлатады және оларды эксперимент берілгендерімен салыстыруға қолайлы түрге келтіреді.

Бозондық гамильтонианды жалпы түрде жоғарыда жаздық:

$$H = \varepsilon N_d + a_0 S_\Gamma S_\Gamma + a_1 \Pi + a_2 Q Q + a_3 Q_{3M} Q_{3M} + a_4 Q_{4M} Q_{4M} \quad (1.1)$$

Мұндағы операторлардың анық қатыстарын және мәнін жазу үшін бозондардың туу және жойылу операторларынан құрылған бозондарды қосақтау операторын еске түсірейік:

$$B_{ij} = b_i^+ b_j = B_{ji}^+, \quad i, j = 1, \dots, \Gamma, \quad (1.2)$$

Бұл операторлар j күйіндегі бозонды i күйіне ауыстырады, олар өзара тұйық алгебра құру үшін

$$[B_{ij}, B_{kl}] = \delta_{jk} B_{il} - \delta_{il} B_{kj} \quad (1.3)$$

Коммутациялық қатысын қанағаттандыру қажет. B_{ij} -операторлары $U(\Gamma)$ унитарлық Γ -өлшемді бозондық кеңістіктегі топтардың генераторы. Көпбозондық күйлердің толық базисін құру үшін және олардың кванттық сандарын табу мақсатында олардың ішінде тұйық-кіші алгебра құратын инвариантты ішкі топтар құрастыруымыз керек. Осындай ішкі тұйық топтардың толқындық функцияларын және кванттық сандарын классификация жасап үлкен $U(\Gamma)$ тобының ішкі редукциялық тізбегін құрамыз. Әр осындай редукциялық топтардың базистері бойынша кез-келген жаңа функцияны қатарға жіктеуге болады. Олардың ішінде қай тізбекті негізге алу – қандай физикалық динамиканы қарастыруымызға байланысты. Қосақтай операторлар (1.2) (LM) -мультипольділігі бар тензорлық операторлар арқылы толық моменттер бойынша классификацияланады:

$$B_{ij}^{LM} = B_{LM}(l_i x_i, l_j x_j) = (b_i, b_j)_{LM} = \sum_{m_1, m_2} (-)^{l_i + l_j + m_j} \sqrt{2L + 1} \begin{pmatrix} l_i & L & l_j \\ m_i & M - m_j & m_j \end{pmatrix} B(l_i m_i x_i, l_j m_j x_j) \quad (1.4)$$

Мысалы, толық бұрыштық момент операторы

$$I_M = \sum_x (-)^{r+1} \sqrt{l(l+1)(2l+1)} / 3 B_{1M}(l_x, l_x) \quad (1.5)$$

түрінде өрнектеледі. Моменттерді қосу техникасын пайдаланып (1.4) операторлары үшін коммутатор қатысын

$$\begin{aligned} [B_{LM}^{ij}, B_{L'M'}^{i'j'}] &= \sqrt{(2l+1)(2L'+1)} \sum_{\Lambda\lambda} \sqrt{(2\Lambda+1)} (-)^{l_i+l_j+l_i'+l_j'+\lambda} \times \\ &\times \begin{pmatrix} \Lambda & L & L' \\ -\lambda & M & M' \end{pmatrix} \left[\delta_{ji'} (-)^{l_i+L+L'+\Lambda} \begin{Bmatrix} L & L' & \Lambda \\ l_j' & l_i & l_i' \end{Bmatrix} B_{\Lambda\lambda}^{ij} - \delta_{ij'} (-)^{l_i} \begin{Bmatrix} L & L' & \Lambda \\ l_i' & l_j & l_i \end{Bmatrix} B_{\Lambda\lambda}^{i'j'} \right] \end{aligned} \quad (1.6)$$

Ол операторларды мына түрде нормалап, Казимир операторын табамыз:

$$C_\Gamma = 2 \sum_{ijLM} (-)^M B_{LM}^{(-)}(ij) B_{L-M}^{(-)}(ij) \quad (1.7)$$

Бозондар үшін квазиспин операторларын:

$$S_\Gamma = \sum_{lm} (-)^m b_{lm} b_{l-m}; \quad S_\Gamma^+ = \sum_{lm} b_{lm}^+ b_{l-m}^+ (-)^m \quad (1.8)$$

енгізсек, соңғы Казимир операторын бозондық операторлардың қатысын еске алып

$$C_\Gamma = N(N + \Gamma - 2) - (S_\Gamma^+ S_\Gamma) \quad (1.9)$$

түріне келтіреміз. Мұндағы

$$S_\Gamma^+ S_\Gamma = (N - \nu)(N + \Gamma + \nu - 2) \quad (1.10)$$

Теңдігі арқылы жазылатынын білеміз. ν – бозондық сеньорити кванттық саны.

Бұл жазылған жалпы түрдегі Γ -өлшемді кеңістік шегіндегі қатыстарды, енді $l = 0, 2$ тең s және d -бозондық кеңістіктегі түрлерін анық түрде жазайық. Мұнда $\Gamma = 6$ тең, өйткені s бір, ал d ($l = 2, 2 > m > -2$) бес өлшемді екенін білеміз. Олай болса бұл кеңістікте қосарластыру $B^{(\pm)}$ операторларының саны $\Gamma^2 = 36$. Олар $U(6)$ симметриялық топты құрайды. Бұл үлкен топты, олардың айналмалы және уақыт симметриялы қасиеттеріне қарай мынадай бөліктерге бөлеміз:

1) жиырма бір симметриялы комбинация: екі монополярды қосарлы операторлар

$$B_{00}^{(+)}(00) = (s^+ s)^0 = N_s, \quad B_{00}^{(+)}(22) = \frac{1}{\sqrt{5}} (d^+ d)^0 = \frac{1}{\sqrt{5}} N_d; \quad (1.11)$$

он квадрупольді ($L = 2$) (оның екі типі)

$$Q_M^{(+)} = \frac{1}{2} (B_{2M}^{20} + B_{2M}^{02}) = \frac{1}{2} [s^+ d_M + (-)^M d_{-M}^+ s]^2 \quad (1.12)$$

$$Q_M = B_{2M}^{22} = (d^+ d)_M^2;$$

он гексадекапольді $L = 4$

$$Q_{4M} = B_{4M}^{22} = (d^+ d)_M^4; \quad (1.13)$$

2) он бес антисимметриялы комбинация: бұрыштық моменттің үш компоненті

$$I_M = -\sqrt{10} B_{1M}^{22} = -\sqrt{10} (d^+ d)_M^1. \quad (1.14)$$

квадрупольдік оператордың бес компоненті

$$Q_M^{(-)} = \frac{i}{2} (B_{2M}^{20} - B_{2M}^{02}) = \frac{i}{2} \left[s^+ d_M - (-)^M d_{-M}^+ s \right]_M^2 \quad (1.15)$$

октупольді оператордың жеті компоненті

$$Q_{3M} = B_{3M}^{22} = (d^+ d)_M^3. \quad (1.16)$$

Бұл келтірілген (1.11)–(1.15) операторлардың бәрі эрмиттік шартты қанағаттандыратынын атап кетуіміз керек, яғни

$$Q_{LM}^+ = (-)^M Q_{L-M}$$

Жоғарыдағы қосарлау операторын енгізгеннен кейін $SU(6)$ симметриялық бозондық гамильтонианды (1.1) түрінде жазуымыз қиын емес. Гамильтонианның бұл түрінде s^+, s операторлары, тек жүйенің негізгі күйін ғана анықтайтындығынан, (1.1)-ден шығарып тастағанбыз. Оның ішінде бозондардың толық саны $N = N_s + N_d$ сақталады. Сонымен бірге, Q_M^+ мен Q_M , (1.12) операторларының орнына (1.1)-де олардың арнайы комбинациясы енгізілген:

$$Q'_M = B_{2M}^{20} + B_{2M}^{02} + \sqrt{7}/2 Q_M \quad (1.17)$$

Бұл жаңа операторлар мынадай алгебраға бағынады:

$$[Q'_M, Q'_{M'}] = -\frac{3}{4} \sqrt{30} \sum_{\lambda} (-)^{\lambda} \begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 \\ M & M' & -\lambda \end{pmatrix} I_{\lambda'} \quad (1.18)$$

Ал электрлік квадрупольді ауысу операторы

$$T_k(E2) = q_1 \left[(d^+ s)_k^2 + (s^+ d)_k^2 \right] + q_2 (d^+ d)_k^2 = q_1 Q_{\mu}^+ + q_2 Q_{\mu} \quad (1.19)$$

Сөйтіп, бозондық операторларының алгебрасын және одан құрылған Гамильтонианның топтық құрылысын біле отырып, олардың өздік мәндері мен өздік функцияларын табу, яғни квант-механикалық мәселені шешу қиын емес. Бұл мәселені аналитикалық түрде жүзеге асыру үшін оның үш асимптотикалық шегін пайдаланамыз. Асимптотикалық шекте мәселелерді шешу салыстырмалы түрде оңай жасалады, сондықтан оны экспериментте ӘБМ кеңінен қолданылады.

Біз бұл жұмыстағы мақсатымыз үшін қажет $U(6) \supset SU(3) \supset O(3)$ асимптотикалық тізбегін негізге аламыз. Осындай кіші алгебралық тұйық операторлар бойынша толқындық функцияларды классификациялай отырып, квант-механикалық операторлардың өздік мәндері мен өздік функциялары арқылы ротациялық күйлердің құрылысын және оларда болатын процестерді анализ жасаймыз. Табылған шамаларды эксперименттік берілгендерімен салыстырамыз.

$SU(3)$ тобының 8 генераторы бар: оның үшеуі жүйенің толық бұрыштық моментінің компоненттері:

$$I_{\mu} = -\sqrt{10} \left[\epsilon_{2\mu_1}^+, \epsilon_{2\mu_2} \right]_{\mu}^{(2)}, \quad (1.20)$$

ал, бесеуі квадрупольдің компоненттері:

$$Q_{\mu} = \sqrt{2} \left\{ \epsilon_{00}^+ \epsilon_{2\mu}^+ (-)^{\mu} \epsilon_{2-\mu}^+ \epsilon_{00} - \frac{\sqrt{7}}{2} \left[\epsilon_{2\mu_1}^+, \epsilon_{2\mu_2} \right]_{\mu}^{(2)} \right\} \quad (1.21)$$

Егер толық бұрыштық момент компоненттерін (1.20) жеке алып қарастырсақ, ол белгілі үш өлшемді айналу тобын генерациялайтын $O(3)$ тобын құрайды. Ал (1.20) мен (1.21) теңдіктері анықтайтын сегіз операторлар тұйықталған Ли алгебрасын анықтайды:

$$\begin{aligned}
[Q_\mu, Q_{\mu'}] &= \frac{3}{4} \sqrt{30} (-)^{\mu} \left\{ \begin{matrix} 2 & 2 & 1 \\ \mu & \mu' & -\mu \end{matrix} \right\} I_\mu \\
[Q_\mu, I_{\mu'}] &= \sqrt{30} (-)^{\mu+1} \left\{ \begin{matrix} 2 & 2 & 2 \\ \mu & \mu' & \mu \end{matrix} \right\} Q_\mu \\
[I_\mu, I_{\mu'}] &= \sqrt{6} (-)^{\mu+1} \left\{ \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ \mu & \mu' & \mu \end{matrix} \right\} I_\mu
\end{aligned} \tag{1.22}$$

Сонда $SU(3)$ - симметриялы Гамильтониан

$$H = -\chi \sum_{\mu} Q_{\mu} Q_{-\mu} - \chi' I_{\mu}^2 \tag{1.23}$$

түрінде жазылып, оның өздік мәнін

$$E = -\chi C(\lambda, \mu) + \left(\frac{3}{4} \chi - \chi' \right) I_{\mu}^2 \tag{1.24}$$

теңдігі арқылы өрнектейміз.

Бозондардың толық саны N $SU(3)$ - тобының (λ, μ) көрсетуінің түрлі мәндерін анықтайды. Казимир операторы $C(\lambda, \mu)$ көрсетудің берілген мәндерінде

$$C(\lambda, \mu) = \lambda(\lambda + 3) + \mu(\mu + 3) + \lambda \tag{1.25}$$

теңдігі арқылы жазылады.

Енді қарастырып отырған операторлар тізбегі бойынша күйлерді классификациялауға кірісейік. Ол үшін $U(6)$ – симметриялы көрсетілуді $SU(3)$ тобының (λ, μ) көрсетуі бойынша жіктейміз.

Ең қарапайым конфигурациядан бастап күрделі шегіне қарай қозғаламыз.

Алдымен бозон жоқ күй үшін $[N=0] = (0,0)$; бір ғана бозоны бар күй үшін $[N=1] = (2,0) \oplus (1,0)$.

Ал егер күйде екі бозон бар болса онда Юнг схемасы:

$$[N=2] = ((2,0) + (1,0)) \otimes ((2,0) + (1,0)) = (4,0) + (0,2) + (3,0) + (1,1) + (2,0) \tag{1.26}$$

түрінде жазамыз. Дәл осылай бір күйде үш, төрт, т.с.с. бозондар үшін осы жіктеулерді соза отырып, толық симметриялы $[N]$ көрсетуді $SU(3)$ тобының (λ, μ) көрсетулері бойынша толық жіктеуді аламыз:

$$\begin{aligned}
[N] &= (2N, 0) \oplus (2N - 4, 2) \oplus \dots + \left\{ \begin{matrix} 0, N & (N - \text{жун}) \\ 2, N - 1 & (N - \text{так}) \end{matrix} \right\} + \\
&\oplus (2N - 2, 0) \oplus (2N - 4, 1) \oplus \dots (2N - 4, 0) \oplus \dots \\
&\oplus (2N - 6, 0) \oplus (2N - 10, 2) \oplus \dots
\end{aligned} \tag{1.27}$$

Мұнда екі ғана еркін параметр бар. Олар: $\chi = 5$ кэВ, $\frac{3}{4} \chi - \chi' = 10$ кэВ шамасында таңдалып алынған.

III Сфералық ядролардағы электромагнит ауысулардың интенсивтігі. Оларды Ru изотоптарына қолдану

$SU(3)$ – тізбекті теорияны спектрінде ротациялық заңдылықтар анық бақыланған актиноидты ядроларға қолданып көрейік. Олардың ішінде Уран ядросының атомдық салмағы $A = 234, 236, 238$ жұп-жұп изотоптарының күй құрылысын жоғарыда келтірілген теория заңдылықтарымен салыстырамыз.

Бұл теорияда таңдалып алынатын екі параметрдің бірін $\frac{3}{4}\chi - \chi'$ – ді негізгі $(2N,0)$ жолақтық бірінші 2^+ деңгейінің энергетикалық шамасымен салыстырып алсақ, екінші параметр χ – ні $(2N - 4,2)$ жолақтық бірінші 2^+ деңгейінің энергетикалық шамасынан таңдап аламыз. Бұл табылған параметрлер 2-кестеде берілген.

1-кесте – Уранның $^{234,236,238}\text{U}$ изотоптары үшін теорияның параметр мәндері

Ядро	N	χ (кэВ)	$\frac{3}{4}\chi - \chi'$ (кэВ)
^{234}U	13	5,40	6,67
^{236}U	14	5,67	6,57
^{238}U	15	5,72	6,50

Эксперименттегі мәндерімен салыстырылып табылған параметрлердің біріншісі, изотоптардың атомдық салмағы ауырлаған сайын, аздап жоғарылап отырса, екіншісі –керісінше төмендеп барады.

Алынған параметрлерді пайдалана отырып, ядро изотоптарының күйлер спектрін тұрғыздық. Олар 2-суретте де берілген. Теория бойынша тұрғызылған күйлердің спектр- дегі мәндері экспериментте табылған мәндерімен қанағаттанарлық түрде сәйкес келетінін көреміз. Тек қана деңгейлердің спині жоғарылаған сайын эксперимент пен теориялық энергетикалық мәндерінің айырымы аздап жоғарылай бастайды. Тәжірибеде табылған β мен γ – жолақтарының деңгейлері туралы мәліметтер өте аз. Анықталған деңгейлердің толқындық функцияларын есептеу қиын емес. Бұл функцияларды пайдаланып, енді күй арасында болатын ауысулардан туатын электромагнит сәулелердің интенсивтігін анықтауға болады.

Қарастырып отырған теорияны ядролардағы электромагниттік ауысуларға қолданудың үлкен мәні бар. Электромагнит сәулелердің интенсивтігін табу арқылы теорияда анықталған күйлердің толқындық функцияларының дұрыстығын, қолдану шегін зерттейміз. $U(6)$ – тобы генераторлары арқылы $T(E2)$ операторын

$$T_{\mu}(E2) = q_1(\epsilon_{00}^+ \epsilon_{2\mu} + (-)^{\mu} \epsilon_{2-\mu}^+ \epsilon_{00}) + q_2 [\epsilon_{2\mu_1}^+ \epsilon_{2\mu_2}]_{\mu}^{(2)} = \alpha_2 Q_{\mu} \quad (2.1)$$

Мұндағы Q_{μ} – ядроның квадрупольдік операторы, α_2 – эффективтік $E2$ – заряды.

Осы теңдік бойынша $(2N,0)$ көрсетуі үшін келтірілген матрицалық элемент $B(E2, I \rightarrow I - 2)$ мәні:

$$B(E2, I \rightarrow I - 2) = \alpha_2^2 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{I(I+1)}{(2I+1)(2I-1)} (2N - I + 2)(2N + I + 1) \quad (2.2)$$

түрінде жазылады.

Енді осы келтірілген өрнектерді пайдаланып жоғарыда қарастырылған Уран ядросының изотоптарының $E2$ – ауысуларын есептеп, оларды экспериментте табылған мәндерімен салыстырып көреміз. Өкінішке орай, бұл ядролардың $E2$ – ауысуларының өзі негізгі жолақ деңгейлері үшін ғана, оның ішінде төменгі деңгейлер арасындағы ауысулар үшін эксперименттік мәндері бар.

Төмендегі 2-кестеде $^{234,236,238}\text{U}$ изотоптарындағы негізгі жолақ деңгейлерінің арасында болатын $E2$ – ауысулардың интенсивтігі Вайскопф бірлігі бойынша берілген. Бұларда бір ғана еркін параметр бар. Оны ең төменгі $2_1^+ \rightarrow 0_1^+$ ауысуы арқылы таңдалып алынған. Уранның үш изотопында есептелген $B(E2)$, алдымен, деңгейлер энергиясы өскен сайын өсіп, сонан соң жайлап төмендей бастайды. $B(E2)$ нің есептеудегі бұл қасиеті N санының мәні шекті болуымен

байланысты. $B(E2)$ нің теориялық және экспериментальді мәндерін кестеде берілген мәндерінен де жақындатып, екеуінің салыстырмалы шамалары жақсы келісімге келтіруге болар еді, егер α_2 тұрақтысын ауысулардың орта шенінен таңдап алғанда. Бірақ бұл ядроларды ең негізгі күйлердің арасындағы төменгі ауысудың мәні дәлірек өлшенген. Біз негізгі параметр ретінде осы $2_1^+ \rightarrow 0_1^+$ ауысуды алдық. Негізгі жолақ күйлерінің арасындағы ауысулардан басқа ауысулар осы кезге дейін өлшенбеген.

2-кесте – Вайскопф бірлігінде $^{234,236,238}\text{U}$ ядролары үшін эксперименттік және теориялық келтірілген $E2$ –ауысуының $B(E2, I_i \rightarrow I_f)$ мәндері

Ядро	$(\lambda, \mu), \alpha_2^2$	$I_i \rightarrow I_f$	$2^+ \rightarrow 0^+$	$4^+ \rightarrow 2^+$	$6^+ \rightarrow 4^+$	$8^+ \rightarrow 6^+$	$10^+ \rightarrow 8^+$
^{234}U	2,51 В.е.	Эксп.	236± 10	330+ 15	372± 20	384± 38	371± 38
	26,0	Теор.	236	338	382	394	388
^{236}U	2,83 В.е.	Эксп.	246± 10	348+ 10	380± 21	390± 33	360± 34
	28,0	Теор.	246	353	385	389	370
^{238}U	2,97 В.е.	Эксп.	257+ 13	356± 15	391± 23	399± 31	371± 36
	30,0	Теор.	257	359	401	421	402

Мұнан басқа негізгі күйлердің энергетикалық және электромагниттік сәуле интенсивтігіне s және d дан басқа бозондардың едәуір үлкен әсері бар екенін білеміз. Әсіресе, бұл жерде жұптылығы теріс p – бозондардың үлесі үлкен болуы әбден мүмкін-ақ. Өйткені тәжірибеде негізгі жолақ деңгейлерінің қасында, спиндік жағынан болсын, оларға жақын теріс жұптылығы бар деңгейлерден құралған жолақтар бар. Олардың эксперименттік мәндері әлдеқашан ашылған. Сондықтан актиноидты ядролардың құрылысын есептегенде ең кемі s, p, d – бозондарды қоса есепке алуымыз керек. Ондай есептеулер туралы әлемдік әдебиетте көптеген мәліметтер бар [6].

Дегенмен біздің бұл s және d – бозондарымен шектелген теориямыз Уран ядросының үш ауыр изотоптарының төменгі деңгейлерінің қасиеттерін едәуір жақсы түсіндіруін беріп отыр.

V. ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл сфералық ядролар осы ӘБМ моделінде бұрын да зерттелген. Бірақ, оларды зерттеуді тағы да қолға алған себебіміз – кейінгі жылдары бұл изотоптар бойынша жасалған эксперименттерде жаңа деңгейлер, жаңа электромагниттік ауысулар табылып, олардың физикалық қасиеттері анықталды. Сондықтан, мұндай қосылған жаңа фактілерді $SU(6)$ – симметриялы теория шеңберінде тағы да тексеріп көру керек болды.

Біздің зерттеуіміз бойынша экспериментте табылған жаңа фактілер ӘБМ теориясының ішкі аумағына толық сыйып кететіні, яғни ӘБМ толығымен мұндай сфералық ядролардың төменгі энергетикалық күйлерінің қасиеттерін толығымен түсіндіріп бере алатынын көрсеттік.

Бірақ, деңгейлер энергиясы жоғарылаған сайын эксперимент пен теория арасындағы айырмашылық арта түсетіні, тіпті ол 15-20 % -ға дейін жететіні көрінді. Оның себебін біз жақсы түсініп отырмыз. Өйткені бұл модельдің өзінде тек біз s және d – бозондарды есепке алумен шектелдік. Жоғарғы деңгейлерге, бұрыштық моменті жоғары бозондардың үлесі арта түсетіні белгілі.

Әсіресе, бұл жерде жұптылығы теріс p – бозондардың үлесі үлкен болуы әбден мүмкін-ақ. Өйткені тәжірибеде негізгі жолақ деңгейлерінің қасында, спиндік жағынан болсын, оларға жақын теріс жұптылығы бар деңгейлерден құралған жолақтар бар. Олардың эксперименттік мәндері әлдеқашан ашылған. Сондықтан актиноидты ядролардың құрылысын есептегенде ең кемі s, p, d – бозондарды қоса есепке алуымыз керек. Ондай есептеулер туралы әлемдік әдебиетте көптеген мәліметтер бар.

Дегенмен біздің бұл s және d -бозондарымен шектелген теориямыз Уран ядросының үш ауыр изотоптарының төменгі деңгейлерінің қасиеттерін едәуір жақсы түсіндіруін беріп отыр.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Bohr A., Mottelson B. The structure of atomic nuclei. М. 1967.
[2] Kumar K., «Progress in particle and nuclear physics» - Proc. 1.t. School Nucl. Phys: Erice, 1982, Vol.9, p.233-279.
[3] Arima A., Iachello P. Interacting boson model of collective nuclear states. III. The $O(6)$ limit. Ann, Phys., 1979, v.123» N 2, p.468-492.
[4] Arima A., Iachello P. Interacting boson model of collective nuclear states. I. The vibrational limit. Ann. Phys., 1976, v.99, If 2, p.253-317.
[5] Voronov V.V., Solovyev A.G. The basic equations of the quasi particle-phonon model of the nucleus. Theor. and mat. physics, 1983, n.57, P W, p.75-84.
[6] Baktybaev K. Description collective excitation of nuclei in a model of interacting bosons. NF. 1979. N. 30b. Pp 963-973.

К. Бактыбаев¹, А. Далелханкызы², І.Кикымова¹, А.Мырзабаев¹

¹ Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

² Алматинский университет энергетики связи, Алматы, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ БОЗОНОВ В ДЕФОРМИРОВАННЫХ ИЗОТОПАХ ЯДРА УРАНА

В работе Модель взаимодействующих бозонов в теории структуры ядра приложена к исследованию свойств деформированных тяжелых ядер. В особенности, вычислены вероятности излучения γ -лучей в изотопах ядра Урана и они сравнены с их экспериментальными данными.

Ключевые слова: атомное ядро, спектры, гамма переходы.

МАЗМҰНЫ

Жұлдыздардың және тұмандықтардың зерттеулері

<i>Серебрянский А.В., Гайнуллина Е.Р., Халикова А.В.</i> , ТУС3215-906-1 айнымалы жұлдыз: бүгілген жаркылдың талдауы және жіктеуі.....	5
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К., Отебай А.Б.</i> , V725 Тау объектісінің спектрлік және фотометрлік бақылауларының нәтижелері.....	12
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К.</i> , M1-65 планеталық тұмандықтың айнымалылығы.....	22
<i>Павлова Л.А.</i> , Жұлдыз маңындағы құрылымдардың қалыптасуына магниттік өрістердің әсері.....	29
<i>Кокумбаева Р.И., Хруслов А.В., Кусакин А.В.</i> , GSC 3601-01531 және GSC 3601-01504 екі жаңа айнымалы жұлдыздар	35

Аспан механикасының және жұлдыздар жүйесінің мәселелері

<i>Дубовиченко С.Б., Джазаиров-Кахраманов А.В., Буркова Н.А., Ткаченко А.С.</i> , Астрофизикалық энергия кезінде радиациялық ${}^2\text{H}^3\text{He}$ басып алу	41
<i>Зулыхаров А.Т., Коньсбаев Т.К., Чечин Л.М.</i> , Қараңғы материя есебімен ғаламдар релаксацияларының уақытын бағалау.....	50

Күннің және күн жүйесі денелерінің физикасы

<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , А тобы жұлдыздары дискілерінде атомдар мен иондар динамикасына бүгілген жарық қысымының әсері.....	55
<i>Демченко Б.И., Шестакова Л.И.</i> , Күн маңындағы сублимация процессінде оливин тозақ бөлшектерінің орбиталық дамуы	64
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , А тобы жұлдыздары маңындағы сублимация процессінде силикатты тозақ бөлшектерінің орбиталық дамуы.....	73
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Күннің минимум белсенді кезіндегі иондық энергиямен Fe/O қатынасының өзгеруі. I. күнде дақтар жоқ болғанда Fe және O иондарының энергетикалық спектрлері.....	81
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Күн белсенділігі минимумында иондар қуатымен Fe/O мәнінің өзгеруі. II. Циклдің минимумында ғарыш сәулелерінің аномалды компоненттерінің ролі.....	86
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Харитонов Г.А.</i> , Сатурндағы аммиактың жұтылуы – 2009 жылы күн мен түннің теңелуі кезеңінде ендік вариациялар асимметриясы	91
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г.</i> , Сатурнның солтүстік жартышары - 2015 жылы метан және аммиактың жұтылуы	97
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылдың көріну маусымында юпитер дискісі бойынша метанның-аммиактың жұтылуын зерттеу I. Экватор аймағы	104
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> жылдың көріну маусымында юпитер дискісі бойынша метанның-аммиактың жұтылуын зерттеу. II. Ендік вариациялар	110
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылдың көріну маусымында Юпитерде метан-аммиак жұтылуын зерттеу III. Үлкен Қызыл Дақ (ҮҚД).....	118
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Молотов И.Е., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Көптеген геотұрақты серіктердің кейбір сипаттамалары.....	124
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А.</i> , Көру шегі аз CCD-матрицада ГТС бақылауларының астрономиялық өңдеулерінің әртүрлі әдістерінің салыстырмалы талдауы.....	129
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясы бекетінде геотұрақты серіктерді бақылау жағдайы.....	135
<i>Шомищева С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Отебай А.Б.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясының 1-метрлік телескобында фотометрлік жүйесін стандарттау.....	140
<i>Терещенко В.М.</i> , SSP-5A фотоэлектрлік фотометрі жұмысының сипаттамасы және ерекшеліктері.....	146
<i>Терещенко В.М., Шамро А.В.</i> , Абсолютті өлшемдер үшін спектрограф. Оптика-механикалық блоктың сызбасы және құрылымы.....	155

Теориялық зерттеулер

<i>Қалдыбекова Б.Қ., Решетова Г.В.</i> Арнайы ішектен жасалған тордың сандық нәтижелері.....	160
<i>Бакирова Э.А., Қадырбаева Ж.М.</i> Жүктелген дифференциалдық теңдеулер үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің шешілімділігі туралы.....	168
<i>Бесбаев Г.А., Көпжасарова А.А., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Гурса операторының Крейн кеңістігіндегі жалқылығы туралы.....	176
<i>Жұмәлі А.С., Решетова Г.В.</i> Жерасты ерітінділеудің микроскопиялық динамикасын сандық моделдеу.....	188
<i>Бақтыбаев Қ., Дәлелханқызы А., Қиқымова І., Мырзагулов А.</i> Әсерлесуші бозондар моделін уран ядросының деформацияланған изотоптарына қолдану.....	195
<i>Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Абылкасымова Э. А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқын теңдеуінің шартарапты волтерлі есептерінің Крейннің кеңістігіндегі спектралдік таралымдары.....	203
<i>Шоманбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқындық теңдеуінің шартарапты шекаралық есебінің спектрлік қасиеттері.....	213
Қазақстанның астрономиялық ғылым 75 жыл.	224

СОДЕРЖАНИЕ

Исследование звезд и туманностей

<i>Серебрянский А.В., Гайнуллина Е.Р., Халикова А.В.</i> , Переменная звезда TYC3215-906-1: анализ кривой блеска классификация.....	5
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К., Отебай А.Б.</i> , Результаты спектральных и фотометрических наблюдений объекта V725 Тау.....	12
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К.</i> , Переменность планетарной туманности M1-65	22
<i>Павлова Л.А.</i> , Влияние магнитных полей на формирование околосветных структур	29
<i>Кокумбаева Р.И., Хруслов А.В., Кусакин А.В.</i> , Две новые переменные звезды GSC 3601-01531 и GSC 3601-01504... ..	35

Проблемы небесной механики и динамики звездных систем

<i>Дубовиченко С.Б., Джазаиров-Кахраманов А.В., Буркова Н.А., Ткаченко А.С.</i> , Радиационный $^2\text{H}^3\text{He}$ захват при астрофизических энергиях	41
<i>Зулыхаров А.Т., Коньсбаев Т.К., Чечин Л.М.</i> , Оценка времени релаксации галактик с учетом темной материи.....	50

Физика Солнца и тел солнечной системы

<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Действие светового давления на динамику атомов и ионов в осколочных дисках звезд класса А.....	55
<i>Демченко Б.И., Шестакова Л.И.</i> , Орбитальная эволюция пылевых частиц оливина в процессе сублимации около Солнца	64
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Орбитальная эволюция силикатных пылевых частиц в процессе сублимации около звезд класса А	73
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Изменение отношения Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности. I. Энергетические спектры ионов Fe и O при отсутствии пятен на Солнце.....	81
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Изменение отношения Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности. II. Роль аномальной компоненты космических лучей в минимуме цикла.....	86
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Харитонова Г.А.</i> , Аммиачное поглощение на Сатурне - асимметрия широтных вариаций в период равноденствия 2009 года.....	91
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г.</i> , Северное полушарие Сатурна - поглощение метана и аммиака в 2015 году	97
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Исследование молекулярного поглощения по диску Юпитера в сезон видимости 2016 года I. экваториальная область.....	104
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> , Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года II. Широтные вариации.....	110
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года. III. Большое Красное Пятно (БКП)	118
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Молотов И.Е., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Некоторые характеристики множества геостационарных спутников.....	124
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А.</i> , Сравнительный анализ различных методов астрометрической обработки наблюдений ГСС на CCD-матрице с малым полем зрения.....	129
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Условия наблюдений геостационарных спутников на пункте Тянь-Шанская Астрономическая Обсерватория.....	135
<i>Шомищева С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Отебай А.Б.</i> , Стандартизация фотометрической системы 1-метрового телескопа Тянь-Шанской Астрономической Обсерватории.....	140
<i>Терещенко В.М.</i> , Характеристики и особенности работы фотоэлектрического фотометра SSP-5A	146
<i>Терещенко В.М., Шамро А.В.</i> , Спектрограф для абсолютных измерений. Схема и конструкция оптико-механического блока.....	152

Теоретические исследования

<i>Калдыбекова Б. К., Решетова Г. В.</i> Численные результаты специальной сетки из струн.....	160
<i>Бакирова Э.А., Кадирбаева Ж.М.</i> О разрешимости линейной многоточечной краевой задачи для нагруженных дифференциальных уравнений.....	168
<i>Бесбаев Г.А., Көпжасарова А.А., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> О самосорядженности оператора Гурса в пространстве Крейна.....	176
<i>Жумали А.С., Решетова Г.В.</i> Численное моделирование микроскопической динамики подземного выщелачивания.....	188
<i>Бактыбаев К., Далелханкызы А., Кикымова I., Мырзабаев А.</i> Применение модели взаимодействующих бозонов в деформированных изотопах ядра урана.....	195
<i>Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Абылкасымова Э. А., Шалданбаев А.Ш.</i> Спектральные разложения решения вольтерровых нелокальных краевых задач волнового уравнения.....	203
<i>Шомаманбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Спектральные свойства нелокальной краевой задачи волнового уравнения	213
75 лет казахстанской астрономической науке.....	224

CONTENTS

Investigation of stars and nebulae

<i>Serebryanskiy A.V., Gaynullina E.R., Khalikova A.V.</i> Variable star TYC3215-906-1: light curve analyses and classification	5
<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Aimuratov Ye., Otebay A.</i> Results of the spectral and photometric observations of the object V725 Tau	12
<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Aimuratov Ye.</i> , Variability of the planetary nebula M1-65.....	22
<i>Pavlova L.A.</i> , The influents magnetic field on the forming circumstellar structure.....	29
<i>Kokumbaeva R.I., Khruslov A.V., Kusakina A.V.</i> , GSC 3601-01531 and GSC 3601-01504, two new variable stars.....	35

Problems of celestial mechanics and dynamics of stellar systems

<i>Dubovichenko S.B., Dzhazairov-Kakhramanov A.V., Burkova N.A., Tkachenko A.S.</i> , Radiative ${}^2\text{H}^3\text{He}$ capture at astrophysical energies	41
<i>Zulpykharov A. T., Konysbayev T.K., Chechin L.M.</i> The relaxation time estimation for galaxies with account of Dark matter.....	50

Physics of sun and bodies of the Solar system

<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> , The action of radiation pressure on the dynamics of atoms and ions in debris disks of A-type stars.....	55
<i>Demchenko B.I., Shestakova L.I.</i> , Orbital evolution of olivine dust grain during sublimation process near the Sun.....	64
<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> , Orbital evolution of silicate dust particles during sublimation near A-type stars.....	73
<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</i> Variations of Fe/O Ratio with Ion's Energies in the Solar Activity Minimum. I. Energy Spectra of Fe and O Ions on the Spotless Sun	81
<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</i> Variations of Fe/O Ratio with Ion's Energies in the Solar Activity Minimum. II. Role of anomalous component of the cosmic rays in a cycle minimum.....	86
<i>Tejfe V.G.I., Karimov A.M., Kharitonova G.A.</i> The ammonia absorption in Saturn – an asymmetry of latitudinal variations at the 2009 equinox.....	91
<i>Karimov A.M., Lysenko P.G., Tejfe V.G.I., Kharitonova G.A.</i> , Northern hemisphere of SATURN – the methane and ammonia absorption in 2015.....	97
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> , The study of molecular absorption over Jovian disk in season of 2016 visibility. I. Equatorial area.....	104
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The study of molecular absorption on Jupiter in visibility season of 2016. II. Latitudinal variations.....	110
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The study of molecular absorption on Jupiter in visibility season of 2016. III. Great Red Spot (GRS).....	118
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Molotov I. E., Serebryansky A. V., Usoltseva L. I., Voropaev V.A.</i> Some features of geostationary satellites ensemble.....	124
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Nifontova M.V., Usoltseva L. I.</i> , Comparative analysis of several methods of astrometric processing of the GSS observations using CCD-cameras with narrow field of view.....	129
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Krugov M.A., Reva I.V., Serebryansky A. V., Usoltseva L. I.</i> , Condition of observations of geostationary satellites at Tien Shan astronomical observatory.....	135
<i>Shomshekova S. A., Reva I.V., Kondratyeva L.N., Otebay A.B.</i> , Standardization of the photometric system of the 1-meter telescope of Tien-Shan Astronomical Observatory.....	140
<i>Tereschenko V. M.</i> , The characteristics and peculiarities of the photoelectrical photometer SSP-5A operation.....	146
<i>Tereschenko V. M., Shamro A. V.</i> , Spectrograph for absolute measurements. Scheme and construction of the optic-mechanic block.....	152

Theoretical studies

<i>Kaldybekova B.K., Reshetova G. V.</i> Numerical results of special grid of strings.....	160
<i>Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M.</i> On a solvability of linear multipoint boundary value problem for the loaded differential equations.....	168
<i>Besbayev G. A., Kopzhasarova A.A., Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh.</i> On self-conjugation of the operator of goursat in crane space	176
<i>Zhumali A.S., Reshetova G.V.</i> Numerical modelling of microscopic dynamics of in-situ leaching.....	188
<i>Baktybaev K., Dalelkhankyzy A., Kyqymova I., Myrzabaev A.</i> Applying the model of interacting bosons in a deformed nucleus of uranium isotopes.....	195
<i>Kopzhasarova A.A., Besbayev G. A., Abylkassymova E.A., Shaldanbayev A.SH.</i> Spectral resolutions of solution of voltaire nonlocal boundary value problems of a wave equation.....	203
<i>Shomanbayeva M. T., Kopzhasarova A.A., Besbayev G. A., Shaldanbayev A.Sh.</i> Spectral properties of a nonlocal boundary value problem of a wave equation.....	213
75 years of Kazakhstan's astronomical science	224

**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>

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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

Подписано в печать 25.09.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
14 п.л. Тираж 300. Заказ 5.