

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА  
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ**

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ**



**PHYSICO-MATHEMATICAL  
SERIES**

**1 (311)**

**ҚАҢТАР – АҚПАН 2017 ж.  
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2017 г.  
JANUARY – FEBRUARY 2017**

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

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

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

Б а с р е д а к т о р ы  
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математикалық сериясы».

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

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

Мерзімділігі: жылына 6 рет.  
Тиражы: 300 дана.

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

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

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

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

Редакционная коллегия:

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

**«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».**

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

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

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

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://physics-mathematics.kz)

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

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

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

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

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

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

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

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

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

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
[www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz](http://www.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics.kz)

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

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 1, Number 311 (2017), 72 – 76

**A.D. Duisenbay<sup>1</sup>, N.ZH. Takibayev<sup>1</sup>, V.O. Kurmangalieva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan  
aknurka\_93@mail.ru, venera\_baggi@mail.ru

**RESEARCH OF THE REACTIONS  
OF Li AND Be ISOTOPES WITH NEUTRONS**

**Abstract.** Defined the energies of the reactions of neutron interaction with isotopes of light nuclei in nuclear installation. Have done the calculations of kinetic energies of neutrons which can occur in nuclear installation.

**Key words:** isotopes of light nuclei, kinetic energy of neutron, nuclear reactions etc.

**А.Д. Дүйсенбай<sup>1</sup>, Н.Ж. Такибаев<sup>1</sup>, В.О. Құрманғалиева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан

**Li ЖӘНЕ Be ИЗОТОПТАРЫНЫҢ НЕЙТРОНДАРМЕН  
ӘРЕКЕТТЕСУ РЕАКЦИЯЛАРЫНЗЕРТТЕУ**

**Аннотация.** Жұмыста жеңіл ядролар изотоптарының ядролық құрылғыларда нейтрондармен әрекеттесу реакцияларының энергиялары анықталды, сонымен қатар ядролық құрылғыларда жүзеге асуы үшін кейбір энергиялары жеткіліксіз реакциялардағы нейтрондардың кинетикалық энергиялары есептелінді.

**Тірек сөздер:** жеңіл ядролардың изотоптары, нейтронның кинетикалық энергиясы, ядролық реакциялар және т.б.

**Кіріспе**

Қазіргі таңда ядролық физика саласы күннен күнге дамып келеді. Бұл саланың негізгі элементтері ретінде жеңіл ядролардың алатын орны ерекше. Сондықтан, жеңіл ядролар изотоптарының қасиеттерін зерттеудің, әсіресе, олардың ядролық құрылғыларда қолданылуының немесе өңделуінің маңызы зор. Сонымен қатар, бұл элементтердің ядролық құрылғыларда нейтрондармен әрекеттесу реакцияларының жүзеге асу үдерісін зерттеудің де өзіндік ерекшелігі бар.

Әрбір жеңіл ядроның бірнеше изотоптары бар. Олардың тұрақты және радиоактивті түрлері болады. Бұл изотоптар өздеріне тән қасиеттері мен сипаттамаларына ие. Жеңіл ядролар ішінен литий мен бериллий элементтерінің ядролық құрылғылардағы маңызы зор: литийдің қолданылатын ортасы – ядролық энергетика, ал <sup>6</sup>Li изотобы тритийді алудың жалғыз өндіріс көзі болып табылады.

Реактордағы атомдық жанармай ядросының бөліну процесінде шығарылатын нейтрондар өте үлкен жылдамдыққа ие. Әдетте, нейтрондарды тізбекті реакция эффективті өтетіндей жылдамдықтарға дейін баяулатқан жөн. Сол себепті, реакторда нейтрондарды бөлгеннен пайда болған бөлшектерді баяулату үшін арналған материалдардың болуы қажет. Мұндай материал «баяулатқыш» деп аталады. Атомдық массасы аз болатын элементтер ең эффективті баяулатқыштар болып табылады.

Атомдық энергияны алу аймағындағы бериллийдің тағы бір қолданылу аясы – нейтрондық шашыратқыш ретінде пайдаланылуы. Шашырауын минимум мәніне дейін төмендететін нейтрон-

дарды шағылдырғыш заттар қабатымен, ядролық жанармай орналасқан активті аймақты қоршайтын болса, онда реактордың критикалық массасын төмендетуге болады [1].

Литий және бериллий элементтері изотоптарының ядролық құрылғыларда нейтрондармен әрекеттесу реакциялары теориялық тұрғыда жүзеге асырылып, реакция энергиялары есептеледі. Энергиялары жеткілікті болатын реакциялар ядролық құрылғыларда жүзеге асады. Ал, егер нейтрондар жеткілікті энергияға ие болмаса, онда оның кинетикалық энергиясын есептеп, сондай энергияны нейтронға бере отырып, энергиясын арттырамыз. Сонда мұндай реакциялар да ядролық құрылғыларда жүзеге аса алады.

Ядролық энергетика саласында мұндай реакциялардың жүзеге асуының және энергияларының жеткілікті болуының маңызы зор. Себебі, ядролық құрылғыларда жүретін реакциялардың барлығы дерлік энергияны өндіру мақсатында жүзеге асырылады.

Ядролық реакциялар – энергияның көзі. Кейбір ауыр элементтердің (мысалы, уран, плутоний) ядролары бөлінген кезде, ал жеңіл түрлері (сутегі изотоптары) қосылып ауырырақ (гелий) элементтерді құрағанда, ядролық реакциялар барысында едәуір энергия шығарылады. Бөліну реакцияларында атом ядросы сыртқы нейтрондардың әсерінен екі немесе одан көп бөлшектерге ыдырайды [2].

Ядролық реакциялардың нейтрондармен әрекеттесуінің негізгі қасиеті – нейтрондар энергиясының төмендеген кезіндегі ядролық реакция қимасының параболалық заң бойынша өсуі. Сондықтан, көптеген қарапайым энергетикалық ядролық реакторлар қоршаған ортамен жылулық тепе-теңдікте болатын нейтрондарда жұмыс жасайды [3]. Сонымен қатар, ауыр ядролар бөлінген кезде жылдам нейтрондар шығарылады (энергиясы бірнеше МэВ).

Нейтрон – спині 1/2 және массасы протонның массасынан аз ғана үлкен қарапайым нейтралды бөлшек. Оның негізгі қасиеттеріне мыналарды жатқыза аламыз: массасы – 939,565346 МэВ;  $m_n - m_p = 1,29344$  МэВ; бос күйіндегі өмір сүру уақыты – 885,7 секундтар; ядролық магнетонның магниттік моменті –  $-1,91304273(45)$ , ал нейтронның магниттік моменті протондікіне ұқсас, яғни  $m_p = 2,79m_{\text{нук}}$ . Бұлар күшті әсерлесетін бөлшектер қатарына жатады және бариондар тобына кіреді, яғни ішкі ерекше сипаттамаларға ие болады. Ол – протондікіндей +1-ге тең болатындай бариондық заряд. Нейтрондар тек тұрақты атом ядроларында ғана орнықты болады. Еркін нейтрон – протонға, электронға және электрондық антинейтриноға ыдырайтын тұрақсыз бөлшек [4]

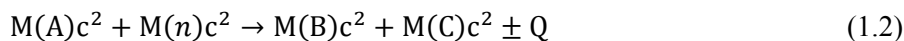


Нейтронның орташа өмір сүру уақыты  $\tau=16$  мин. Еркін нейтрондар ядролармен күшті жұтылатындықтан затта аз мөлшерде кездеседі. Сондықтан, еркін электрондар тек ядролық реакциялардың нәтижесінде ғана пайда болады. Еркін нейтрон атом ядроларымен әрекеттесуге бейім болып келеді. Нейтрондар ауыр ядролардың бөлінуі, сонымен қатар, көп жағдайда радиоактивті изотоптардың құрылуына әкелетін нейтронды қарпу елеулі орын алатындай қандай да бір ядролық реакцияны шақырады. Ядролық реакциялардың жүзеге асуына орай нейтрондардың үлкен эффективтілігі, баяу нейтрондар затымен әрекеттесуі, оларды ядролық физиканы зерттеуде басты құрал ретінде көрсетеді. Нейтрондар қарапайым бөлшектердің барлық әрекеттесулеріне қатысады, олар – күшті, электромагниттік, әлсіз және гравитациялық.

Заттан өткен кезде нейтрондар әр түрлі ядролық реакцияларды шақырады және ядроларда серпімді шашыратылады. Бұл микроскопиялық үдерістердің интенсивтіліктері ретінде нейтрондардың заттардан өтудің барлық макроскопиялық қасиеттері анықталады. Олар: баяулату, диффузия, жұтылу және т.б. Нейтронның заряды нөлге тең болғандықтан, атомдық бұлтшалардың электрондарымен мүлдем әрекеттеспейді. Сондықтан, ортаның атомдық сипаттамалары нейтрондардың затта таралуында ешқандай маңызы жоқ. Бұл – таза ядролық үдеріс [5]. Әр түрлі нейтрон-ядролық реакциялардың қималары нейтрондардың энергияларына тәуелді.

Талдаулары мен есептеулері

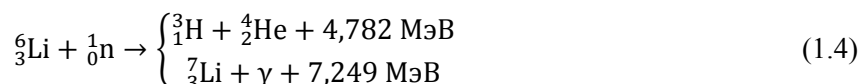
Жалпы жеңіл ядролардың нейтрондармен әрекеттесу реакцияларының шартты түрі мынадай болады:



Мұндағы А, В, С – реакцияға дейінгі және реакциядан кейінгі элементтер, Q – реакция нәтижесінде пайда болатын жылу мөлшері. Ал, енді бұл жылу мөлшерін, яғни энергияны, есептеу үшін оны теңдіктің сол жағына, қалғандарын оң жақ бөлігіне өткіземіз. Сонда

$$Q = M(A)c^2 + M(n)c^2 - M(B)c^2 - M(C)c^2 \quad (1.3)$$

Енді (1.2) өрнегіне жеңіл ядролар изотоптарын қоя отырып, реакциядан бөлініп шығатын элементтерді анықтайық, сонымен қатар, (1.3) формуласы бойынша реакцияның энергиясын есептеп жазайық [6,7]:



мұндағы,  $M({}^6_3\text{Li})=5601,518 \text{ МэВ}$ ,  $m_n=939,565379 \text{ МэВ}$ ,  $M({}^3_1\text{H})=2808,921 \text{ МэВ}$ ,  $M({}^4_2\text{He})=3727,379 \text{ МэВ}$ ,  $M({}^7_3\text{Li})=6533,833 \text{ МэВ}$  [2].

Бұл  ${}^6_3\text{Li}$  изотобының нейтронмен әрекеттесу реакциясының әр түрлі каналда жүруіне орай, екі түрлі реакция өнімдерін аламыз. Бірінші жағдайда, тритий мен гелий элементтері, ал екінші жағдайда,  ${}^7_3\text{Li}$  изотобы және  $\gamma$  бөлшегі бөлініп шығады. Бұл реакцияларда энергия сыртқа бөлінетіндіктен, экзотермиялық реакцияға жатқызамыз.

${}^7_3\text{Li}$  изотобының нейтронмен әрекеттесу реакциясы [8]:

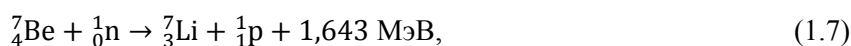


Литийдің бұл изотобының нейтронмен әрекеттесу реакциясында энергия шығарылмайды, яғни энергиясы жеткілікті деңгейге жетпейді. Мұндай реакция түрін эндотермиялық деп атаймыз. Енді  ${}^8_3\text{Li}$  изотобының әрекеттесу реакциясынан энергияның бөлінетіндігі көрінеді. Бұл да экзотермиялық реакцияға жатады [9]:



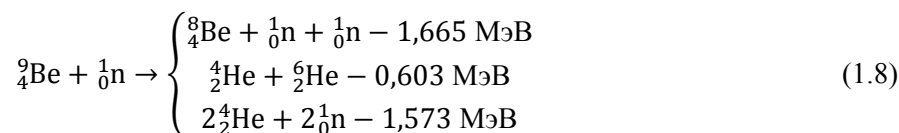
мұндағы,  $M({}^8_3\text{Li})=7471,366 \text{ МэВ}$ ,  $M({}^9_3\text{Li}) = 8406,867 \text{ МэВ}$  [10].

Сонымен қатар,  ${}^7_4\text{Be}$  және  ${}^9_4\text{Be}$  изотоптарының нейтронмен әрекеттесу реакциялары [6]:



мұндағы,  $M({}^7_4\text{Be})=6534,184 \text{ МэВ}$ ,  $M(m_p)=938,272046 \text{ МэВ}$  [10].

Бұл жерде реакцияның энергияны бөле отырып жүруіне сәйкес реакцияны экзотермиялық деп атаймыз. Ал, басқа изотобының әрекеттесуі [11, 12, 13]



мұндағы,  $M({}^9_4\text{Be})=8392,749 \text{ МэВ}$ ,  $M({}^8_4\text{Be})=7454,850 \text{ МэВ}$ ,  $M({}^6_2\text{He})=5605,537 \text{ МэВ}$  [10].

${}^9_4\text{Be}$  изотобының нейтронмен әрекеттесу реакциясы әр түрлі каналдар арқылы жүретіндіктен, үш түрлі реакция орын алады.

Ядролық құрылғыларда бұл реакциялардың кейбіреуі жүреді, ал қалғандарының реакция энергиясы жеткіліксіз болғандықтан жүзеге аспайды. Себебі, нейтрондардың кинетикалық энергиясының мөлшері аз. Сондықтан оны арттыру амалын қарастыруымыз қажет. Бұған эндотермиялық реакциялар жатады.

Сонымен, ядролық құрылғылардағы эндотермиялық реакциялардың жүзеге асуы үшін, яғни нейтрондардың кинетикалық энергиясын қаншалықты арттыру керектігін анықтау үшін, (1.2) өрнегін нейтронның кинетикалық энергиясын ескере отырып, қайта жазатын болсақ:

$$E(A) + n(E_0 + E_k) \rightarrow E(B) + E(C) \quad (1.9)$$

**Енді мұндағы нейтронның кинетикалық энергиясын есептейік:**

$$E_k({}_0^1n) = E(B) + E(C) - E(A) - E_0({}_0^1n) \quad (1.10)$$

**Осы жалпы формулаға реакция бөлшектерін енгізіп есептейік:**

$$E_k({}_0^1n) = E({}_2^4\text{He}) + E({}_1^3\text{H}) + E({}_0^1n) - E({}_3^7\text{Li}) - E_0({}_0^1n) \quad (1.11)$$

Бұл  ${}^7_3\text{Li}$  изотобының нейтронмен әрекеттесу реакциясындағы нейтронның кинетикалық энергиясы есептелген. Әрбір бөлшектердің энергияларын ескере отырып,  $E_k({}_0^1n) = 2,467$  МэВ екендігі шығады.

(1.9) реакциялары үшін нейтрондардың кинетикалық энергиялары:

$$E_k({}_0^1n) = E({}_4^8\text{Be}) + E({}_0^1n) + E({}_0^1n) - E({}_4^9\text{Be}) - E_0({}_0^1n) \quad (1.12)$$

$$E_k({}_0^1n) = E({}_2^4\text{He}) + E({}_2^4\text{He}) - E({}_4^9\text{Be}) - E_0({}_0^1n) \quad (1.13)$$

$$E_k({}_0^1n) = 2E({}_2^4\text{He}) + 2E({}_0^1n) - E({}_4^9\text{Be}) - E_0({}_0^1n) \quad (1.14)$$

(1.12) теңдеуіндегі  $E_k({}_0^1n) = 1,665$  МэВ; (1.13) теңдеуінің шешімі бойынша  $E_k({}_0^1n) = 0,603$  МэВ; (1.14) теңдеуінің мәні  $E_k({}_0^1n) = 1,573$  МэВ тең болады.

Сонымен, ядролық құрылғыларда мұндай реакциялардың жүруі үшін нейтрондардың кинетикалық энергиялары жеткілікті болуы қажет. Сондықтан нейтрондардың кинетикалық энергиялары жеткілікті мөлшерге дейін арттырылды. Нейтрондардың табалдырық энергиялары, яғни реакцияның жүруіне қажет нейтрондардың кинетикалық энергиялары есептеп шығарылды.

Бұдан көріп отырғанымыздай, литий элементтерінің кейбір изотоптарының нейтрондармен әрекеттесу реакциялары ядролық құрылғыларда жүзеге асады. Өйткені бұл реакцияларда энергия мөлшері артық болғандықтан, сыртқа шығарылады, яғни нейтрондардың кинетикалық энергиялары жеткілікті мәнге ие. Ал, бұл жеңіл ядросының бұдан басқа изотоптарының реакциялары жүзеге аспайды. Себебі, нейтрондардың кинетикалық энергиялары жеткіліксіз. Сондықтан мұндай жеңіл ядролар изотоптарының реакцияларын ядролық құрылғыларда жүзеге асыру үшін, яғни энергияны бөлу үшін, нейтрондарының кинетикалық энергияларын есептеп, сондай энергияны нейтрондарға беруіміз қажет. Сонда, бұл реакциялар да жеткілікті энергияға ие болып, жүзеге аса алады.

### **Қорытынды**

Қазіргі таңда теориялық және ядролық физика саласының маңызды мәселесінің бірі жеңіл ядролар изотоптарының қасиеттерін зерттеу және оларды ядролық құрылғыларда пайдалану.

Бұл жұмыста ядролық құрылғыларда жеңіл ядролардың нейтрондармен әрекеттесу реакцияларының қалай жүзеге асатындығы қарастырылып, талдаулар жасалды. Жеңіл элементтердің, оның ішінде литий және бериллийдің ядролық құрылғыларда қолданылуы туралы мәліметтер қарастырылды. Ядролық құрылғыларда жеңіл ядролардың, яғни литий және бериллийдің, нейтрондармен әрекеттесу реакцияларының жүру үдерісі зерттелген.

Қойылған мәселелеріміздің нәтижелері:

- литий және бериллий изотоптарының нейтрондармен әрекеттесу реакциялары теориялық тұрғыда жүзеге асырылып, реакция энергиялары есептелді;



- бұл реакциялардың ядролық құрылғыларда жүзеге асуы үшін нейтрондардың кинетикалық энергияларына есептеулер жүргізілді;
- алынған нәтижелерге талдаулар жасалды.

Ядролық құрылғыларда жеңіл ядролардың кейбір изотоптарының жүзеге аспауы нейтрондардың кинетикалық энергиясының жеткіліксіздігімен түсіндіріледі. Мұндай реакцияларда жылдам нейтрондар қолданылған, себебі алынған нәтижелер бойынша нейтрондардың энергиялары 100 кэВ пен 14 МэВ аралығында жатыр.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Грешилов А. А., Егупов Н. Д., Матушенко А. М. Ядерный щит // М.: Логос, 2008. - 438 с.
- [2] А.Н.Климов. Ядерная физика и ядерные реакторы // Москва: Энергоатомиздат, 1985. - С. 352.
- [3] Бартоломей Г.Г., Байбаков В.Д., Алхутов М.С., Бать Г.А. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов // Москва: Энергоатомиздат, 1982. - С. 512.
- [4] Широков Ю.М. Ядерная физика // Учеб. пособие для физ. спец. вузов, 1972, с. 483
- [5] К.Н.Мухин Экспериментальная ядерная физика // т. 1, ч. 1., стр. 347–349.
- [6] Kunakov S., Takibaev N., Kenzhebayev N., Sultanov A. Electronenergy distribution and ionization rate caused by nuclear fission fragment in gaseous medium.
- [7] K.Jedamzik et al, Lithium-6 // A.Probe of the Early Universe, Phys. Lett. 84(2000) 3848.
- [8] Kajino T. and Boyd R.N. Production of the light elements in primordial nucleosynthesis // Astrophys.J. 547, L21 (2001)
- [9] K.Bondek, J.Krug, W.Lubcke, S.Obermanns, H.Ruhl, M.Steinke, M.Stephan, D.Kamke Neutron-Neutron scattering length in the reaction  $9\text{Be}(n,nn)8\text{B}$  at 10,3 MeV.
- [10] <http://nuclphys.sinp.msu.ru>
- [11] <http://Knowledge.allbest.ru>
- [12] Левин В. Е. Ядерная физика и ядерные реакторы. 4-е изд. // М.: Атомиздат, 1979.
- [13] Петунин В. П. Теплоэнергетика ядерных установок М. // Атомиздат, 1960г.

А.Д. Дуйсенбай<sup>1</sup>, Н.Ж. Такибаев<sup>1</sup>, В.О. Курмангалиева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан

#### ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИЗОТОПОВ Li и Be с НЕЙТРОНАМИ

**Аннотация.** Определены энергии реакций взаимодействия нейтронов с изотопами легких ядер. Проведены расчеты кинетической энергии реакции нейтронов, которые могут происходить в ядерных установках.

**Ключевые слова:** изотопы легких ядер, кинетическая энергия нейтрона, ядерные реакций и т.д.

МАЗМҰНЫ

<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М.</i> 18 МэВ энергиялы дейтрондардың <sup>6</sup> Li ядроларынан серпімді шашырауын зерттеу .....	5
<i>Жұмбаев Д.С., Темешева С.М.</i> Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бүкіл өсте шектелген шешімін табу есебінің аппроксимациясы.....	13
<i>Исахов А. А., Даржанова А. Б.</i> Математикалық модельдеу әдісі арқылы қоршаған ортаға жылу электр станцияларының жұмысының әсерін бағалау.....	20
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (1-бөлім).....	27
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (2-бөлім) .....	36
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары (1-бөлім) .....	46
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Космологиялық мәселелерді шешудің жуықтау салдары. (2-бөлім) .....	55
<i>Байжанов С.С., Култешов Б.Ш.</i> Эбден О-минималдық теориялардың модельдерін байытуда инварианттық қасиеттері.....	65
<i>Дүйсенбай А.Д., Такибаев Н.Ж., Курманғалиева В.О.</i> Исследование реакций взаимодействия изотопов Li и Be с нейтронами.....	72
<i>Қабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омашова Г.Ш., Қыдырбекова Ж.Б., Джумағалиева А.И.</i> Нақты газ изотермаларын зерттеуге арналған компьютерлік зертханалық жұмысты орындауды ұйымдастыру .....	77
<i>Калмурзаев Б.С.</i> $L_m^0$ Жартыторының екі элементі ершов иерархиясының жиындар үйірінің Роджерс жартыторына енуінің бағалаулары жайлы.....	83
<i>Рябкин Ю.А., Рақыметов Б.А., Байтұмбетова Б.А., Айтмукан Т., Клименов В.В., Муратов Д.А., Мереке А.У., Умирзаков А.У.</i> Көміртекті қабықшаның парамагнитті қасиетін анықтау негізінде кеуікті никельді анодты зерттеу үшін ЭПР әдісінің мүмкіндігі.....	91
<i>Байтұмбетова Б.А., Рябкин Ю.А., Рахметов Б.А.</i> Графен құрылымдарын ультрадыбыс өрісінде графитті ароматикалық көмірсутектер жүйесінде әсер етіп алу және оларды ЭПР әдісімен зерттеу.....	99
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М.</i> 18 МэВ энергиялы дейтрондардың <sup>6</sup> Li ядроларынан серпімді шашырауын зерттеу.....	104
<i>Жұмбаев Д.С., Темешева С.М.</i> Сызықсыз жүктелген дифференциалдық теңдеулер жүйесінің бүкіл өсте шектелген шешімін табу есебінің аппроксимациясы.....	113
<i>Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В., Мукамеденқызы В.</i> Ауамен араласатын кейбір табиғи газ қоспасы компоненттері коэффициенттерінің табы.....	120
<i>Шыныбаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиасқаров Д.Р., Мырзақасова Г.Е., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж.</i> Екі жылжымайтын нүкте проблемасының жаңа нұсқасын үш дене есебінде қолдану.....	127
<i>Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И., Сапрунова М.Б.</i> Толқындардың үзік ішек бойымен таралуы туралы.....	137
<i>Жақып-тегі К. Б.</i> $k - \varepsilon$ , $1es$ , рейнольдс және дәрежелі моделдер туралы.....	144
<i>Мазакова Б.М., Жақыпов А.Т., Абдикеримова Г.Б.</i> Көзі ашық мәліметтердің негізінде ғарыш аппараттарының орбитасын салу.....	159
<i>Сапрунова М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Желідегі ақпарларды қорғаудың бір тәсілі туралы.....	164
<i>Самагулова Л.А., Исаева Г.Б.</i> Программалауды оқытуда қолданылатын оқыту технологияларының ерекшеліктері	173
<i>Есқалиев М.Е.</i> Жүктелген элемент әсерінен болатын есепті жуықтап шешу үшін шекаралық элементтер әдісі....	180
<i>Миндетбаева А.А., Мусаханова М.А.</i> Информатика бойынша сыныптан тыс жұмыстарды жүргізуге арналған ақпараттық-бағдарламалық кешен құру.....	187

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М.</i> Изучение упругого рассеяния дейтронов на ядрах ${}^6\text{Li}$ при энергии 18 МэВ.....	5
<i>Джумабаев Д.С., Темешева С.М.</i> Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений.....	13
<i>Исахов А. А., Даржанова А. Б.</i> Оценка воздействия функционирования тепловой электростанции на окружающую среду методами математического моделирования.....	20
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-1).....	27
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-2).....	36
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-1).....	46
<i>Дроздов А.М., Жохов А.Л., Юнусов А.А., Юнусова А.А.</i> Решение космологической проблемы в приближениях (Часть-2).....	55
<i>Байжанов С.С., Кулпешов Б.Ш.</i> Инвариантные свойства при обогащениях моделей вполне О-минимальных теорий.....	65
<i>Дүйсенбай А.Д., Такибаев Н.Ж., Құрманғалиева В.О.</i> $\text{Li}$ және $\text{Be}$ изотоптарының нейтрондармен әрекеттесу реакцияларын зерттеу.....	72
<i>Кабылбеков К.А., Аширбаев Х.А., Абекова Ж.А., Омишова Г.Ш., Кыдырбекова Ж.Б., Джумагалиева А.И.</i> Организация выполнения компьютерной лабораторной работы по исследованию изотерм реального газа.....	77
<i>Калмурзаев Б.С.</i> Об оценках вложимости $L_m^0$ в полурешетку Роджерса двухэлементных семейств множеств иерархии Ершова.....	83
<i>Рябкин Ю.А., Рақыметов Б.А., Байтимбетова Б. А., Айтмукан Т., Клименов В.В., Муратов Д.А., Мереке А.У., Умирзаков А.У.</i> Выяснение возможности использования метода ЭПР для изучения пористого никелевого анода на основе определения парамагнитных характеристик углеродных пленок.....	91
<i>Байтимбетова Б.А., Рябкин Ю.А., Рахметов Б.А.</i> Получение графеновых структур в системе графит с ароматическими углеводородами при воздействии ультразвукового поля и изучение их методом ЭПР.....	99
<i>Буртебаев Н., Керимкулов Ж.К., Алимов Д.К., Отарбаева А.М., Мухамеджанов Е.С., Джансейтов Д.М.</i> Изучение упругого рассеяния дейтронов на ядрах ${}^6\text{Li}$ при энергии 18 МэВ.....	104
<i>Джумабаев Д.С., Темешева С.М.</i> Аппроксимация задачи нахождения ограниченного решения системы нелинейных нагруженных дифференциальных уравнений.....	113
<i>Жаврин Ю.И., Косов В.Н., Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В., Мукамеденкызы В.</i> Следовые коэффициенты компонентов некоторых природных газовых смесей, диффундирующих в воздух.....	120
<i>Шинибаев М.Д., Даирбеков С.С., Жолдасов С.А., Алиаскаров Д.Р., Мырзакасова Г.Е., Шекербекова С.А., Садыбек А.Ж.</i> Использование новой версии задачи двух неподвижных центров в задаче трех тел.....	127
<i>Шалданбаев А.Ш., Ақылбаев М.И., Сапрунова М.Б.</i> О распространении волн по разрывной струне.....	137
<i>Джакупов К.Б.</i> О $k - \varepsilon$ , $\text{les}$ , рейнольдс и степенных моделях.....	144
<i>Мазакова Б.М., Жакыпов А.Т., Абдикеримова Г.Б.</i> Построение орбиты космического аппарата на основе открытых исходных данных.....	159
<i>Сапрунова М.Б., Ақылбаев М.И., Шалданбаев А.Ш.</i> Об одном способе защиты передачи информации.....	164
<i>Смагулова Л.А., Исаева Г.Б.</i> Особенности технологий обучения, применяемых в обучении программирования.....	173
<i>Ескалиев М.Е.</i> Метод граничного элемента для приближенного решения задачи, вызванной действием нагруженного элемента.....	180
<i>Миндетбаева А.А., Мусаханова М.А.</i> Создание информационно-программного комплекса для проведения внеклассных работ по информатике.....	187

CONTENTS

<i>Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Alimov D.K., Otarbayeva A.M., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M.</i> Study of elastic scattering of deuterons from ${}^6\text{Li}$ AT energy 18 MeV.....	5
<i>Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M.</i> Approximation of problem for finding the bounded solution to system of nonlinear loaded differential equations .....	13
<i>Issakhov A.A., Darzhanova A.B.</i> Assessing the impact of thermal power plants in the aquatic environment in reservoir-cooler.....	20
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-1).....	27
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-2) .....	36
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations (Part-1) .....	46
<i>Drozdov A.M., Zhokhov A.L., Yunusov A.A., Yunusova A.A.</i> Solution of the cosmological problem in the approximations. (Part-2) .....	55
<i>Baizhanov S.S., Kulpeshov B.Sh.</i> Invariant properties at expanding models of quite O-minimal theories.....	65
<i>Duisenbay A.D., Takibayev N.ZH., Kurmagalieva V.O.</i> Research of the reactions of Li and Be isotopes with neutrons....	72
<i>Kabyrbekov K.A., Ashirbaev H. A., Abekova ZH. A., Omashova G.Sh., Kydyrbekova Zh. B., Dzhumagaliyeva A.I.</i> The organization of performance of computer laboratory operation on examination of isothermal curves real gaza.....	77
<i>Kalmurzayev B.S.</i> On assessments of embeddability $L_m^0$ in rogers semilattice of two-element families of sets in the Hierarchy of Ershov.....	83
<i>Ryabikin Y.A., Rakymetov B.A., Baytimbetova B.A., Aytukan T., Klimenov V.V., Muratov D.A., Mereke A.U., Umirzakov A.U.</i> Identification of capabilities of the EPR method in studying porous nickel anodes based on definition of paramagnetic characteristics of carbon films.....	91
<i>Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu.A., Rachmetov B.A.</i> Production of graphene structures in the graphite with an aromatic hydrocarbon on exposure to ultrasonic fields and investigation of their EPR.....	99
<i>Burtebayev N., Kerimkulov Zh.K., Alimov D.K., Otarbayeva A.M., Mukhamejanov Y.S., Janseitov D.M.</i> Study of elastic scattering of deuterons from ${}^6\text{Li}$ at energy 18 MeV.....	104
<i>Dzhumabaev D.S., Temesheva S.M.</i> Approximation of problem for finding the bounded solution to system of nonlinear loaded differential equations.....	113
<i>Zhavrin Yu.I., Kosov V.N., Moldabekova M.S., Asembaeva M.K., Fedorenko O.V., Mukamedenkyzy V.</i> Trace coefficients of components of some natural gaseous mixtures diffusing into the air.....	120
<i>Shinibaev M.D., Dairbekov S.S., Zholdasov S.A., Myrzakasova G.E., Aliaskarov D.R., Shekerbekova S.A., Sadybek A.G.</i> Use of the new version of the problem of two centers in the three-body problem.....	127
<i>Shaldanbayev A. Sh., Akylbayev M., Saprunova M.B.</i> About an advance of waves on an explosive string.....	137
<i>Jakupov K.B.</i> About $k-\varepsilon$ , les, reynolds and power model.....	144
<i>Mazakova B.M., Zhakypov A.T., Abdikerimova G.B.</i> The spacecraft's orbit consecution based on open source data.....	159
<i>Saprunova M.B., Akylbayev M., Shaldanbayev A. Sh.</i> About one way of protection of information transfer.....	164
<i>Smagulova L.A., Issayeva G.B.</i> Features of the learning technologies used in teaching programming.....	173
<i>Yeskaliyev M.Ye.</i> Boundary element method for the approximate solution of the problem caused by the action of a loaded element.....	180
<i>Mindetbayeva A.A., Musahanova M.A.</i> Creation of the of a software complex for extracurricular activities on informatics.....	187

---

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

---

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

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

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

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

Редакторы *М. С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев, А.Е. Бейсебаева*  
Верстка на компьютере *А.М. Күльгинбаевой*

Подписано в печать 01.02.2017.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
11,4 п.л. Тираж 300. Заказ 1.

---

*Национальная академия наук РК*  
*050010, Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-18, 272-13-19*