

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XVIII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS
of the XVIII International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023
Астана**

УДК 001+37
ББК 72+74
G99

«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-337-871-8

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001+37
ББК 72+74

ISBN 978-601-337-871-8

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2023**

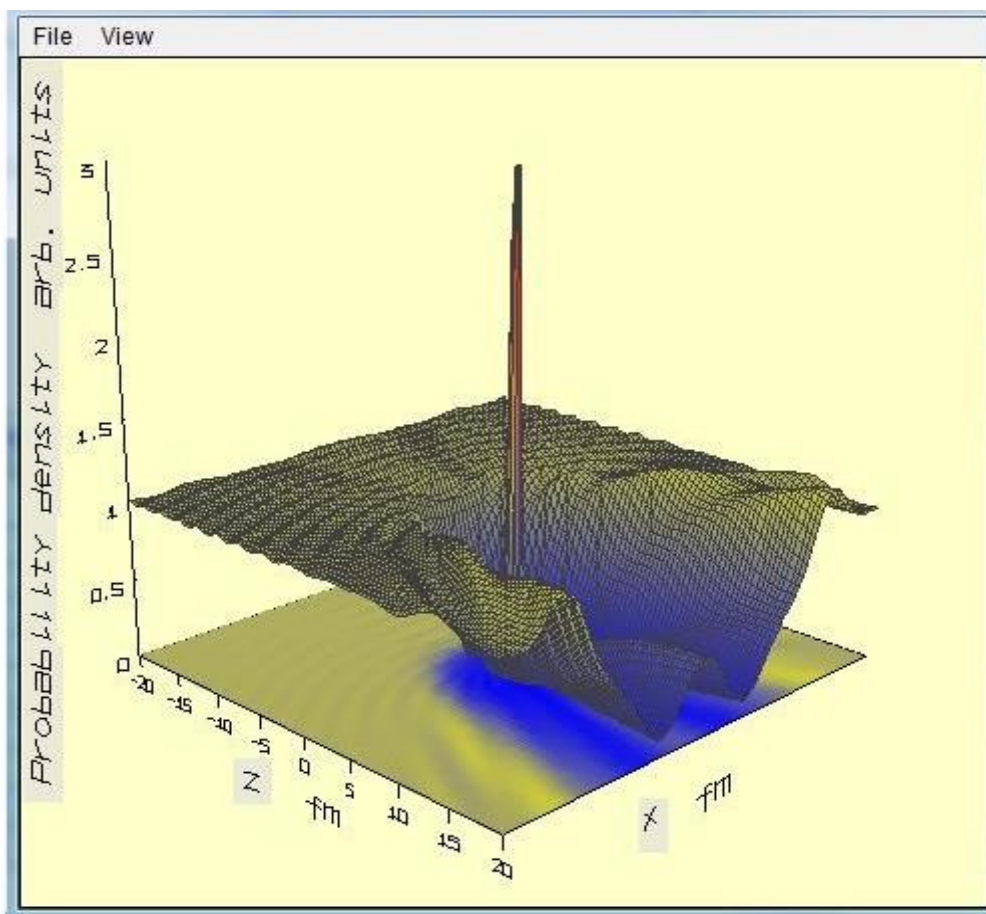


Figure 1.9. Probability density $|\psi_k(r)|^2$ for elastic scattering of Li^6 nuclei on Li^6 nuclei with energy $E_{lab} = 40$ MeV, the Oz axis coincides with the direction of the initial velocity of the projectile particle.

References

1. Фрауэнфельдер, Г. Субатомная физика. /Г. Фрауэнфельдер, Э. Хэнли. М.:Мир. 1979. 736с.
2. Мотт Н., Месси Г. Теория атомных столкновений. М.: Мир, 1969, 756 с.
3. Smith W. R. Nuclear Elastic Scattering Program with Parameter Search Comp. Phys. Comm. 1 (1969) 198 – 206.
4. Allison A. C. The Calculation of Absorption and Elastic Cross Sections the Optical Potential. Comp. Phys. Comm. 3 (1972) 173 – 179.
5. Тэйлор Дж. Теория рассеяния. Квантовая теория нерелятивистских столкновений. М. Мир 1975. 565 с.

УДК 621.499. 681.528.2

ЖОҒАРЫ ЭФФЕКТИВТІ, РАДИОИЗОТОПТЫҚ, ТЕРМОЭЛЕКТРТІ ГЕНЕРАТОРЛАР

Орынжай Нүркөктем Саматқызы
nurkoktemorynzhay@gmail.com

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің «Ядролық физика»
мамандығының 1-курс магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі: Кутербеков К.А.

Радиоизотопты қуат көздері - радиоактивті ыдырау кезінде бөлінетін энергияны салқындатқышты қыздыру немесе оны электр энергиясына айналдыру үшін пайдаланатын құрылғылар.

Радиоизотопты термоэлектрлік генератор (radioisotope thermoelectric generator (RTG, RITEG) радиоактивті изотоптардың табиғи ыдырауы кезінде бөлінетін жылулық энергияны электр энергиясына айналдырады. РТГ-лар екі негізгі элементтен тұрады: радиоактивті изотопы бар жылу көзі және плутоний ыдырауының жылулық энергиясын электр энергиясына айналдырушы қатты денелі термоджұптар. Рентген сәулелеріндегі термоджұптар радиоактивті изотоптың ыдырауының жылуын термоджұптың ыстық жағын қыздыру үшін, ал ғарыштың немесе планеталық атмосфераның салқынын суық жағында төмен температура жасау үшін пайдаланады.

Ядролық реакторлармен салыстырғанда, РТГ әлдеқайда ықшам және қарапайым конструкцияға ие. РТГ шығыс қуаты өте төмен (бірнеше жүз ваттқа дейін) және ПӘК-і аз. Дегенмен, олардың қозғалатын бөліктері жоқ және ондаған жылдар бойына сенуге болатын өмір бойы техникалық қызмет көрсетуді қажет етпейді.

Субкритикалық РТГ деген ұғым бар. Субкритикалық генератор нейтрон көзінен және ең үлкен мүмкін болатын сыни массасы бар бөлінетін материалдан тұрады. Көздің нейтрондары бөлінетін материалдың атомдарымен ұсталып, олардың ыдырауына әкеледі. Жұмыс изотопын таңдауда өте маңызды орын жылуды айтарлықтай бөлуге қабілетті аналық изотопты құру болып табылады, өйткені ыдырау кезінде ядролық трансформация тізбегі және осылайша пайдалануға болатын жалпы энергия ұзарады. артады. Ұзын бөліну тізбегі бар және көптеген басқа изотоптарға қарағанда көбірек энергия бөлетін изотоптың ең жақсы мысалы - уран-232. Мұндай генератордың басты артықшылығы нейтронды ұстау реакциясындағы бөліну энергиясы өздігінен бөліну энергиясынан әлдеқайда жоғары болуы мүмкін. Сондықтан қажетті зат мөлшері әлдеқайда аз. Жылу бөлінуі жағынан ыдырау саны мен радиациялық белсенділік те төмен. Бұл генератордың салмағы мен өлшемдерін азайтады.

Өкінішке орай, РТГ-да қолданылатын радиоизотоптардың қасиеттеріне қойылатын талаптар көбінесе қайшы келеді. Радиоизотоптың жартылай ыдырау кезеңі тапсырманы орындау үшін энергияны жеткілікті ұзақ сақтау үшін жеткілікті ұзақ болуы керек. Екінші жағынан, шектеулі көлемде энергияның айтарлықтай бөлінуіне қол жеткізу үшін құрылғы жеткілікті жоғары көлемдік белсенділікке ие болуы керек. Бұл оның жартылай шығарылу кезеңі тым қысқа болмауы керек дегенді білдіреді, өйткені нақты белсенділік ыдырау уақытына кері пропорционалды.

Радиоизотоптың жоюға жарамды иондаушы сәулелену түрі болуы керек. Гамма-сәулелері мен нейтрондар құрылымды салыстырмалы түрде оңай тастап, бөліну энергиясының едәуір бөлігін алып жүреді. Жоғары энергиялы β -ыдырау электрондары жақсы баяулайды, бірақ содан кейін энергияның бір бөлігін алып жүретін рентгендік сәулелер пайда болады. Сонымен қатар, гамма, рентгендік және нейтрондық сәулелену көбінесе персоналды (егер бар болса) және жақын маңдағы жабдықты қорғау үшін арнайы жобалық шараларды қажет етеді.

Радиоизотоптық энергияны алу үшін альфа-сәулеленуге артықшылық беріледі.

Радиоизотопты таңдаудағы соңғы рөл оның салыстырмалы арзандығы мен алудың қарапайымдылығы емес.

РТГ-да қолданылатын радиоизотоптардың әдеттегі жартылай шығарылу кезеңі бірнеше ондаған жылдарды құрайды, дегенмен жартылай ыдырау мерзімі қысқарақ изотоптар арнайы қолданбалар үшін пайдаланылуы мүмкін [1].

Термоэлектрлік құбылыс – механикалық бөлшектерді қозғалтпай, жылудың тікелей электр энергиясына айналуынан (Зебек эффектісі) немесе электр тогының жылуға кері айналуынан (Пельтиер эффектісі) тұратын физикалық құбылыс. Термоэлектрлік құрылғылардың төмен тиімділігі оларды салқындату, жылуды қалпына келтіру, электр энергиясын өндіру және жаңартылатын энергия сияқты белгілі бір салаларда пайдалануды шектейді. Дегенмен, құны

мен тиімділігі қолжетімділік, сенімділік және болжамдылық сияқты маңызды емес ғарыш зондтары, зертханалық жабдықтар және медициналық қолданбалар сияқты арнайы қолданбалар үшін термоэлектрлік маңызды әлеуетті ұсынады. Термоэлектриканы қалдық жылуды қалпына келтіру және жаңартылатын энергия көздерінің болашақ көшбасшысына айналдыру мәселесі нанотехнологияларды біріктіру арқылы одан әрі тереңдей түседі. Кез келген шағын температура айырмашылығында және кең температура диапазонында электр тогын беруді қамтамасыз ететін термоэлектрлік генераторларды қолданудың ерекше сипаты оларды стационарлық қондырғыларда электр энергиясын өндірудегі және жылуды қалпына келтірудегі кейбір энергетикалық мәселелердің негізгі шешіміне айналдырды. және белсенді емес бөлмелер. стационарлық жағдайлар. Экстремалды экологиялық жағдайларда да жолдың ластануы. Бұл түрлендіру технологиясының төмен тиімділігі оның дамуын шектейді, тек ТЕГ артықшылықтары басқа технологияларға қарағанда қолайлырақ болатын кейбір салалардан басқа. Термоэлектр энергиясын әртүрлі зертханалық және өнеркәсіптік қолдануда қолдану әртүрлі көзқарастарға әкелді. Ол кейбір қолданбаларда айтарлықтай жетістікке, ал басқаларында толық сәтсіздікке қол жеткізді. Термоэлектрлік генераторлар саласындағы заманауи зерттеулер осы материалдардың электрлік және жылулық қасиеттерінің өзара байланысындағы кемшіліктерді жою үшін жаңа тиімді термоэлектрлік материалдарды, сондай-ақ тиімділік тұрғысынан энергияны түрлендіру жүйелеріне жақсырақ интеграциялау үшін термоэлектрлік генераторлардың жаңа конструкцияларын жасауға бағытталған. және қоршаған ортаға әсері. Бұл технологияға қызығушылық нанотехнологияның пайда болуымен қайта жанданды, бұл $ZT < 1$ тарихи тосқауылын еңсеруге мүмкіндік берді, бұл осы саладағы жарияланымдардың экспоненциалды өсуіне әкелді. Бұл шолуда термоэлектрлік генераторлардың өнері, олардың қолданылуы және соңғы жетістіктері туралы есеп береді. Термоэлектрлік құбылыс туралы негізгі білімдер, дәстүрлі және жаңа термоэлектрлік материалдардың қасиеттеріне әсер ететін негізгі заңдылықтар мен параметрлер талқыланады. Термоэлектриктерді қолдануды үш негізгі салаға бөлуге болады. Бірінші топ әртүрлі құрылғыларды электрмен қамтамасыз ету үшін радиоизотоптар бөлетін жылуды пайдаланумен айналысты, ал ғарыштың өзі термоэлектрлік сәтті болған аймақ екенін дәлелдеді. Екінші топта табиғи жылу көзі электр энергиясын өндіру үшін пайдалы болуы мүмкін, бірақ термоэлектрдің бұл тобы конверсиялық тиімділігі төмен болғандықтан әлі де дамымаған, сондықтан қолданбалар әлі де зертханалық деңгейде. Үшінші топ қарқынды дамып келеді, себебі, негізінен, зерттеулерді үкіметтер және/немесе автомобиль өндірушілері көлік құралдарына отын шығынын азайту және осылайша парниктік газдар шығарындыларын азайту мақсатымен қаржыландырады [2].

Ғарыш кеңістігін терең зерттеу технологиясының дамуымен және терең ғарышты зерттеу қызметінің кеңеюімен детектордың өнімділігі талаптары да артады, әсіресе ұзақ мерзімді аз жарық немесе қатал қоршаған орта жағдайларында белгілі бір жағдайларда жұмыс істегенде. Кәдімгі күн батареяларын шектеулі функционалдылықпен немесе батарея сыйымдылығымен пайдалануға болмайды; ұзақ мерзімді, жоғары сенімді энергиямен қамтамасыз ету шұғыл қажет. Изотоптық энергия көзі күн сәулесінен қорықпайды, қоршаған ортаға жақсы бейімделеді, ұзақ қызмет ету мерзімі мен жоғары сенімділікке ие. Бұл ғарышты терең зерттеу үшін тамаша қуат көзі [3].

Америка Құрама Штаттары 1959 жылы 16 қаңтарда әлемдегі алғашқы радиоизотопты термоэлектрлік генераторды (RTG) сәтті жасады. 1961 жылдан 2011 жылдың қарашасына дейін олар 27 ғарыш миссиясында 46 термоэлектрлік генератордың изотоп көздерін пайдаланды. Шығу қуаты 27 Вт-тан 300 Вт-қа дейін, салмағы 2 кг-нан 34 кг-ға дейін болды, ал термоэлектрлік конверсияның ең жоғары тиімділігі 6,7% -ға жетті, ал ең жоғары салмақ қатынасы 52 Вт / кг-ға жетті, ал дизайн мерзімі 5 жыл болды. Ғарышта ондаған рентген сәулелері әлі де жұмыс істейді, ал ең ұзақ жұмыс істейтін РТГ 30 жылдан астам уақыт бойы жұмыс істейді. 1965 жылы Кеңес Одағы ұшырған «Космос 84» және «Космос 90» спутниктері қуат көзі ретінде изотопты термоэлектрлік генераторларды пайдаланады. Жылу көзі ретінде

^{210}Po изотопы пайдаланылады және электр қуаты 20 Вт [4]. 2013 жылы Chang'e-3 детекторында радиоактивті көзі ретінде төрт и болатын қытай рентген сәулесі орнатылды. 2018 жылы Chang'e-4 үздіксіз шығу қуаты 2 Вт дейін болатын аса қуатты рентген сәулесімен жабдықталған [5].

Ең ірі американдық ғарыш миссиялары үшін - Galileo (1989 ж.), Ulisses (1990 ж.), Cassiny (1992 ж.), New Horizon (2004 ж.) - GPHS-RTG типті шамамен 300 Вт жоғары қосылу жылдамдығымен және радиациялық қауіпсіздікті қамтамасыз ететін РТГ жобаланған [6]. Мұндай радиоизотопты термоэлектрлік генераторларда белгілі бір электр қуатына жету үшін шамамен 10 кг Pu-238 қажет. Бұл ғарыштық миссияларды орындау үшін Ресейде сақталғандарды қоса алғанда, плутоний-238-дің барлық дерлік қолда бар қорларын пайдалану қажет. Бүгінгі таңда плутоний-238-нің әлемдік өндірісі тоқтатылды, оның қалпына келуін күту қиын сияқты. Дегенмен, рентген сәулелерін қолданбай, алыстағы планеталарды және Күн жүйесіндегі басқа объектілерді одан әрі зерттеу қиын болуы мүмкін. Сонымен қатар, микроэлектрониканы дамытудағы, сондай-ақ тәжірибелік құрылғылардағы жетістіктер энергияны айтарлықтай төмендететін және қызмет ету мерзімі ұзартылған перспективалы ғарыш мәселелерін шешуге мүмкіндік береді. Сондықтан қуат блоктары мен ондаған ватт, бірақ 20 жылдан астам көзі бар радиоизотопты энергия көздеріне қызығушылық артып келеді [7, 8].

Ғарыштық рентген сәулелерінде жоғары температуралы изотоптық қосылыстар қолданылады. 1-кестеде Pu-238 және Am-241 оксидтеріне негізделген радиоактивті «отынның» қасиеттері көрсетілген.

Pu-238 және Am-241 негізіндегі РТГ үшін радиоактивті «отынның» салыстырмалы сипаттамасы

| Сипаттамалары | Pu-238 | Am-241 |
|---|---------------------|---------------------|
| Отын құрамы | PuO_2 | AmO_2 |
| Теориялық тығыздық, г/см ³ | 11,5 | 12,7 |
| Меншікті жылу бөлу, Вт/г | 0,41 | 0,09 |
| Меншікті жылу бөлу, Вт/см ³ | 4,7 | 1,1 |
| Балқу температурасы, °С | 2 400 | 2 205 |
| T = 600 К, Вт/мК кезіндегі жылу өткізгіштік | 6 | 1 |
| Зат класы | Радиоактивті Зат | Ядролық материал |

Ресейде қару-жарақ плутонийін жою кезінде америций-241 бөліп алудың өнеркәсіптік технологиясы жасалуда [9, 10]. Am -241, Pu -238 сияқты, РТГ-да қолданғанда қосымша радиациялық қорғанысты қажет етпейді. Am -241 ядролық қалдықтардан алынатындықтан, оның көлемі уақыт өте келе ұлғая береді, бұл Am -241 бағасының төмендеуіне әкеледі, бұл кез келген жағдайда Pu -238 бағасынан әлдеқайда төмен болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Кэбин Э. Радиоизотопные источники энергии и тепла.
2. http://nuclphys.sinp.msu.ru/nuc_tech/
3. Mohamed Amine Zoui, Saïd Bentouba, John G. Stocholm, Mahmoud Bourouis. A Review on Thermoelectric Generators: Progress and Applications. – Energies 2020, p. 1-32
4. Chunyu Wu, Yang Liu, Dong Ma, Yang Li, Shuaifei Yang, Jiawei Zhao, Yang Jin, and Shichao Liu. High-power RTG simulation prototype based on skutterudite. Shanghai Institute of Space Power-Source, Shanghai, China – IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 2021, p. 1.

5. Furlong R R, Wahlquist E J. US space missions using radioisotope power systems. – Nuclear news, 1999, p. 26-35.
6. Yan J, Liao X, Yan D, et al. Review of Micro Thermoelectric Generator. – Journal of Microelectromechanical Systems, 2018, p. 1-18.
7. Mission of Daring: The general-purpose heat source radioisotope thermoelectric generator. – 4th International Energy Conversion Engineering Conference and Exhibit (IECEC). San Diego, California, 2006.
8. Pustovalov A.A., Pankin M.I., Prilepo Yu.P., Rybkin N.N., Sinyavsky V.V. Prospects and problems of development of the space application radioisotope thermoelectric generators (RTG) based on americium-241. – XVI International Forum on Thermoelectricity, abstract, Paris, 2015.

УДК 54.02

ЖЕҢІЛ СНАРЯДТАР ҮШІН ОПТИКАЛЫҚ ПОТЕНЦИАЛДАРДЫҢ НАҚТЫ БӨЛГІНІҢ КӨЛЕМДІК ИНТЕГРАЛДАРЫ

Шәудірбаева Д.С., Қасымханова Л.Б.

dshaudirbayeva@bk.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, 7М05305 «Ядролық физика» мамандығының

1,2 курс магистранттары, Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Амангелді Н., Морзабаев А.К.

Нуклон ядросының серпімді шашырау сипаттамасы Вудс-Саксон формуласының көмегімен анықталды. Құрама бөлшектердің шашырауындағы бұл қарапайым модель нақты потенциалдық тереңдіктің дискретті тұрақсыздығына қарағанда анағұрлым түсінікті.[1] Әр түрлі потенциал серпімді шашыраудың бірдей көлденең қималарын бергенімен, оларды DWBA есептеулерінде пайдаланып, әртүрлі нәтижелерге қол жеткізіледі. Шешімдерді ажыратудың физикалық және физикалық емес деген түрлері бары көрсетілді. Голдберг пен Смит кемпіркосақ бұрышынан тыс бұрыштық үлестірімде экспоненциалды құйрыққа жететін орташа сіңіру жағдайында жоғары энергиядағы потенциалды анықтады. Сіңіру орташадан күштіге дейін өскенде, кемпіркосақтың әсері байқалмайды, яғни жоғалып, бұрыштық таралу дифракцияға айналады. Жалпы күшті сіңіру радиусы арқылы потенциалды анықтауға болады. Үздіксіз түсініксіздіктер J көлемді интегралының көмегімен түсіндіріледі.

$$J = \frac{1}{A_p A_T} \int U(r) d^3 r (1)$$

Мұндағы, A_p - снаряд нуклондары, A_T -мишень нуклондары.

Егер ол бірқалыпты әрекет етсе, онда дискретті екі ойлылықты жоғары энергияның бірегей мәндерін экстраполяциялау арқылы жоюға болады. Сонымен қатар, снарядта Паули құлпы болмаған жағдайда, ReJ A_p -ге тәуелді емес десек болады, алайда Паули снаряд нуклондарының тежелуі A_p -ге байланысты ReJ -нің біртіндеп төмендеуіне әкеліп соғуы керек. Бұл ұғымдар негізінен ${}^3\text{He}$ [3], ${}^4\text{He}$ [4] және ${}^6\text{Li}$ [5] үшін шектеулі жағдайларда қолданылды. Нағыз жұмыс ReJ -ді 1-ден 6-ға дейінгі снарядтар үшін бір нуклонға шамамен 50 МэВ энергияға дейінгі энергияның, снаряд массасының және нысананың функциясы ретінде сипаттайтын өрнекті алу үшін осы ұғымдарды толығымен қамтиды. Снаряд ретінде нуклондар үшін Джекеннің микроскопиялық тәсілі феноменологиялық талдаулармен салыстырудан көрінетін көлемді интегралдарды сипаттауда өте сәтті болды.[6-8] Ол рейдтің хардкорлық нуклон-нуклондық өзара әрекеттесуінен бастады және ядролық материя тәсілін қолдана отырып, нуклон-ядроның оптикалық потенциалын есептеді. Бастапқыда біз өрнектің бес параметрін алғандағы нәтижелерін қолданамыз. Одан әрі дейтрондар үшін Дехниктің жаһандық потенциалдары [9] және тритондар үшін нуклондармен салыстырғанда ReJ модификациясы, гелий-3, альфа бөлшектері және литий-6 үшін жеке феноменологиялық