

Неслучайно на сегодняшний день технология проблемного обучения активно применяется при решении достаточно широкого круга вопросов методики обучения иностранным языкам, хотя опыт ее использования для формирования и совершенствования идиоматической компетенции в современной лингводидактической парадигме отсутствует. В то же время в ряде диссертационных исследований разработаны некоторые вспомогательные термины и понятия, которые могут оказаться полезны в ходе реализации проблемного подхода к обучению идиомам. Так, в диссертации Л.И. Колесник вводится в обиход важное для нас понятие *проблематизации учебного материала*, которое определяется как «механизм или способ усмотрения/вскрытия очевидной или неочевидной проблемы в учебном содержании субъектами проблемного взаимодействия, рассматривается новый аспект» [3:12]. Мы принимаем данное определение как рабочее.

В диссертационном исследовании Г.М. Махутовой построена система проблемных ситуаций для обучения иноязычному общению, и разработана лингво-педагогическая модель их разрешения [4:25]. Термин *лингво-педагогическая модель* встречается также в работах [5:28], [3:28], а также в коллективной монографии [Проблемное обучение, 2019, с. 113-114]. В части этих работ понятие лингво-педагогическая модель примене-

ния учебных проблем в обучении иностранному языку понимается широко – как обозначение образовательной модели. Однако несколько нам ближе узкое понимание, которое представлено в работе Е.А. Хохловой: «В лингво-педагогической модели «лингво» соотносится с предметным содержанием (проблемный подход), а «педагогическая» с процессом обучения <...> Лингво-педагогическая модель включает три плоскости: плоскость проблемного подхода (предметное содержание обучения), плоскость личностно-деятельностного подхода (процесс обучения) и плоскость дифференцированного подхода (отношение содержания и процесса обучения)» [5:28]. Таким образом, проблемный метод обучения иностранным языкам не только востребован в современной лингводидактике, но даже и обладает полноценным категориальным аппаратом, который, тем не менее, необходимо усовершенствовать применительно к проблеме обучения идиоматическим выражениям английского языка студентов-филологов, получающих образование на каракалпакском языке.

Решение поставленных перед настоящим исследованием проблем требует детального рассмотрения современного состояния обучения идиоматическим выражениям английского языка студентов филологических вузов.

Литература

1. Ахмедова Л.Т. Теория и практика обучения профессиональной русской речи студентов-филологов: Автореф. дисс. доктора пед. наук. – Ташкент: 2012.
2. Ковалевская Е.В. Построение лингво-педагогической модели реализации методов проблемного обучения: вопросы теории и практики. // Нижневартковский филологический вестник. – Нижневартовск: 2016. – С. 63-67.
3. Колесник Л.И. Проблематизация учебного текста и заданий к нему: На материале обучения чтению на иностранном языке: Автореф. дисс.... канд. пед. наук. – М.: 2004. –С. 24.
4. Махутова Г.М. Проблемные ситуации в обучении иноязычному общению студентов: Автореф. дисс.... канд. пед. наук. – М.: 2013. –С. 25.
5. Хохлова Е.А. Учебная проблема в проблемном обучении: На материале иностранного языка: Автореф. дисс.... канд. пед. наук. – М.: 2005. – С.28.
6. Ахмедова Л.Т., Лагай Е.А. Современные технологии преподавания русского языка и литературы. -Т.: «Fan va texnologiya», 2016. – -С. 296.
7. Проблемное обучение: прошлое, настоящее, будущее: коллективная монография: в 3 кн. под ред. Е.В.Ковалевской. – Нижневартовск: НВГУ, 2019. –С. 310.
8. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий: В 2-х тт. Т. 1. – М.: «Народное образование», 2005. –С. 556.

РЕЗЮМЕ. Бугунги кунда муаммоли ўқитиш технологияси чет тилларини ўқитишнинг жуда кенг қўламли масалаларини ҳал қилишда фаол фойдаланилмоқда, гарчи замонавий лингводидактик парадигмада идиоматик компетенцияни шакллантириш ва такомиллаштириш учун ўқидан фойдаланиш тажрибаси мавжуд эмас.

РЕЗЮМЕ. На сегодняшний день технология проблемного обучения активно применяется при решении достаточно широкого круга вопросов методики обучения иностранным языкам, хотя опыт ее использования для формирования и совершенствования идиоматической компетенции в современной лингводидактической парадигме отсутствует.

SUMMARY. Today the problem-based learning technology is actively used in solving a fairly wide range of issues of teaching foreign languages, although there is no experience of its use for the formation and improvement of idiomatic competence in the modern linguodidactic paradigm.

MEKTEPLERDE YADRO FIZIKASI BÓLIMIN OQÍTÍWDÍ JETILISTIRIW JOLLARI (Mektep fizika muǵállimlerine metodikalıq járdem)

F.K.Kalilaev – óz betinshe izleniwshi

Ajiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq instituti

Tayanch soʻzlar: yadroviy reaksiya, proton, neytron, izotop, bogʻlanish energiyasi, yadro kuchlari, termoyadroviy sintez.

Ключевые слова: ядерная реакция, протон, нейтрон, изотоп, энергия связи, ядерные силы, термоядерный синтез.

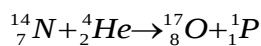
Key words: nuclear reaction, proton, neutron, isotope, binding energy, nuclear forces, thermonuclear fusion.

Mektep fizikasında 11-klassta yadro fizikasi bólimine júdá az saat ajratılǵan. Degen menen házirgi dáwir talabı energetikanıń jetispewshiligi kútilip atırǵan zamanda tiykarǵı energiya deregi yadroliq reakciyalar, termoyadroliq reakciyalar ekenligin umitpawımız kerek [1:4]. Yadro fizikasi bólimin oqıtqanda atom yadrosın qurawshı nuklonlar arasında protonlardıń kulonliq iyerisiw kúshlerinen bir neshe ese úlken yadroǵa tán ayırıqsha kúshler tásir etedi. Olar yadroliq kúshler dep ataladı. Eksperimentlerdiń járdeminde yadrolarda nuklonlardıń shashırawı, yadroliq aylanıwlar h.t.b. yadroliq kúshler gravitaciyalıq elektr hám magnitlik óz-ara tásirlesiwlerden anauǵırlıq artıq ekenligi dáliylengen [2:18].

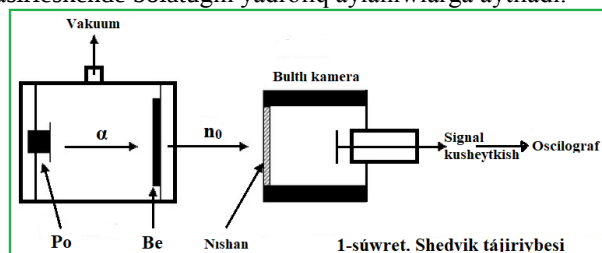
Ne ushın bir ximiyalıq elementtiń izotopları hár qıylı massaǵa iye?

Bul sorawǵa atom yadrosı qanday bólekshelerden turatıǵınıń hám hár qaysı yadroda olardıń sanın bilip juwap beriwge boladı. Rezerford óziniń tájriybesinde atomnıń barlıq oń zaryadı atom yadrosında toplanǵanını anıqladı. Yadrodaǵı oń zaryadqa iye bólekshelerdiń sanı (olar protonlar degen atamanı aldı) Mendeleev kestesindeǵı elementtiń tártiplik sanına teń. Yadrodaǵı protonlar sanı onıń zaryad sanın (Z) anıqlaytuǵını kórinedi. 1919-jılı Rezerford birinshi márte yadrolardıń bir birine aylanıwın ámelge asırdı. Onıń járdeminde ol tájiriyyede atom yadrosı quramına shınında da protonlar kiretuǵınıń dáliylledi. Ol

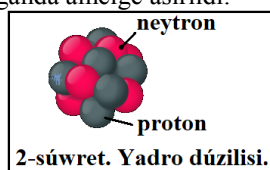
joqarı energiyalı α - bóleksheleri menen azot $^{14}_7\text{N}$ yadroların bombaladı. Rezerford ótkizgen yadroliq reakciyanıń sxeması minaday:



Bunda: ${}^{17}_8\text{O}$ - kislodor izotopı, ${}^1_1\text{P}$ - proton. Yadrolıq reakciyalar dep atom yadrolarınıń basqa atom yadroları menen yamasa elementar bóleksheler menen óz-ara tásirleskende bolatuǵın yadrolıq aylanıwlarǵa aytıladı.



Keyin proton bólinip shıǵatuǵın yadrolıq reakciyalardı α - bóleksheler menen alyuminiy hám ftor atomları yadroların atqılaǵanda ámelge asırıldı.



Proton, zaryadı $q = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ hám massası $m_p = 1,6724 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ bolǵan, oń zaryadlangan elementar bóleksheler. ${}^1_1\text{H}$ - vodorod yadrosınıń izotopı bir protonnan turadı (sebebi $A=Z=1$). Vodorodtıń basqa izotoplarınń – deyeriy ${}^2_1\text{D}$ hám tritiy ${}^3_1\text{T}$ -diń zaryadlıq sanları da birge teń, yaǵnıy bul yadronıń hár biriniń quramına tek ǵana bir proton kiredi. Ne ushın onda deyeriydiń massalıq sanı ekige, al tritiydiń massalıq sanı úshke teń? Buni atom yadrolarınıń quramına protonnan basqa neytronlar dep atalǵan zaryadlanbaǵan bóleksheler kiredi degen boljaw menen túsindiriwge boladı. Neytronlardıń massası protonlar massasına jaqın. Bunday boljaw birinshi márte 1932-jılı Rezerford tárepinen ayılǵan. Kóp waqıt dawamında neytronlardı ashıwǵa arnalǵan baslamalar sátsiz boldı. Eń sońında 1932-jılı Rezerford laboratoriyasınıń xızmetkeri Chedvik atom yadrolarınıń quramına shınında da neytronlar ketuǵınlıǵın dáliylewshi tájiriye arqalı yadrolıq reakciyanı ámelge asırdı (1-súwret). α -bóleksheler menen ${}^9_6\text{Be}$ yadroların bombalap, ol, ${}^9_6\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$, reakciyanı ámelge asırdı, bunda, ${}^{12}_6\text{C}$ - uglerodtıń izotopı,

${}^1_0\text{n}$ - neytron. Neytron massası $m_n = 1,6748 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ zaryadlanbaǵan neytral bóleksheler. 1932-jılı rus fizigi İvanenko hám nemis fizigi Geyzenberg bir-birinen ǵárezsiz izotoplardıń bar bolıwın túsindiretuǵın atom yadrosınıń proton-neytron modelin usındı. Bul modelge muwapıq atom yadrosı protonlar hám neytronlardan turadı (olardı ulıwıma bir atama – nuklonga biriktiredi) [4:17].

Joqarıda aytıp ketkendey yadrodaǵı protonlar sanı Z , yadrodaǵı neytronlar sanın N menen belgileydi. (2-súwret). Proton hám neytronlardıń massaları bir-birinen az parıqlanǵanı sebepli, onda massalıq san A nuklonlardıń ulıwıma sanın belgileydi, ol proton hám neytronlar sanınıń qosındısı boladı: $A=Z+N$. Buni İvanenko-Geyzenberg formulası dep ataldı. Yadronıń proton – neytronlıq modeline muwapıq, izotoplar – birdey sandaǵı protonlarǵa, biraqta, hár qıylı sandaǵı neytronlarǵa iye yadrolar esaplanadı. İvanenko-Geyzenberg formulasına muwapıq atom yadrosındaǵı nuklonlardıń ulıwıma sanı $A=Z+N$, bunda Z -protonlar sanı, N - bul yadrodaǵı neytronlardıń sanı. Birinshi kóz-qarastan bul yadroǵa kiriwshi protonlar

hám neytronlardıń tınıshlıq massalar qosındısı yaǵnıy, $Zm_p + Nm_n$ - bul yadronıń tınıshlıq massası M ge teń bolatuǵında kórinedi. Biraqta Mass-spektrometrler járdeminde atom yadroları massalarınń ólshewleri yadronıń tınıshlıq massası hár dayım onıń quramına kiriwshi nuklonlardıń tınıshlıq massası qosındısınan massa defekti dep atalatuǵın bazı bir shamaǵa kishi bolatuǵının kórsetti. Demek, $\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - M$. bólek nuklonlar

atom yadrosına birikken waqıtta massa defektiniń payda bolıw sebebin anıqlaw ushın yadronıń baylanıs energiyası túsiningin kiritiw zárurlıǵı payda boldı.

Yadro bólek nuklonlardan payda bolǵanda baylanıs energiyası menen birgelikte massanıń belgili muǵdarı alıp ketilgendey boladı. Buni mına formada jazıw mumkin

$$\Delta E = [(Zm_p + Nm_n) - M]c^2, \text{ -bul formula atom}$$

yadrosınıń baylanıs energiyasını anıqlaydı. Baylanıs energiyasına usınday etip anıqlama beriw mumkin. «Yadronı sol yadro quramındaǵı proton hám neytronlarǵa ıdıratıp jiberiw ushın gerek bolǵan energiya» baylanıs energiyası delinedi. Mısalı, qozǵalıwshı bir geliy atomı yadrosın 4 nuklonga ajratıw ushın $28,4 \cdot 10^7 \text{ eV}$ energiya zárúr yamasa normal jaǵdayda 1 sm^3 kólemde bolǵan $2,7 \cdot 10^{19}$ dana geliy atomı yadrosın ıdıratıw ushın $1,2 \cdot 10^9 \text{ Dj}$ energiya zárúr.

Radioaktiv zatlar nurlanıwlarınń biologiyalıq tásirinde tiri toqımalar atom hám molekulaların buzǵan halǵa ótkeriwge ionlastırıw jeterli boladı. Zaryadlı bóleksheler, dene atomlarınń elektronları menen tásirlesedi. Nátiyjede dene atomları ionlasadı yamasa qozǵan halǵa ótedi.

Yadrolıq kúshlerdiń qásiyetlerine toqtayıq. Yadrolıq kúshlerdiń tiykarǵı qásiyetlerin atap keteyik: 1) yadrolıq kúshler tartısıw kúshleri boladı; 2) yadrolıq kúshleri qısqa tásir etiwshi boladı – olardıń táhiri shama menen 10^{-15} m qashılıqlarda bilinedi. Nuklonlar arasındaǵı qashılıq artqanda yadrolıq kúshler 0 ge shekem tez kemeyedi. Al olardı tásir etiw radiusınan júdá kishi qashılıqlarda elektr kúshlerinen bir neshe ese úlken boladı (tap sol qashılıqta tásir etiwshi protonlar kúshlerinen); 3) yadrolıq kúshlerge zaryadlıq kúshler tán-eki protonlar yamasa eki neytronlar, yamasa proton hám neytron arasındaǵı tásir etiwshi yadrolıq kúshler shama jaǵınan birdey. Bunnan yadrolıq kúshler elektr tábiyatqa iye emes ekenligi kelip shıǵadı; 4) yadrolıq kúshlerge toynıw qásiyeti tán, yaǵnıy yadrodaǵı hár bir nuklon oǵan eń jaqın nuklonlardıń sheklengen sanı menen óz-ara tásirlesedi; 5) yadrolıq kúshler óz-ara tásirlesiwshi nuklonlardıń spinleriniń óz-ara orientaciylarınan ǵárezli. Máselen, proton hám neytron tek olardıń spinleri parallel orientaciyalanǵan shártinde deytrondı (${}^2_1\text{H}$ -yadrosı) payda etedi; 6) yadrolıq kúshler oraylıq emes, yaǵnıy olar óz-ara tásirlesiwshi nuklonlardı orayların tutastırıwshi sızıq boyınsha tásir etpeydi [3:34].

Yadronı payda etiwshi bóleksheler neytron hám protonlar arasındaǵı óz-ara tásirlesiw yadrolıq kúshler dep atalawshı kúshler arqalı payda boladı. Nuklonlardıń zaryadlıq halın xarakterlew ushın Geyzenberg tárepinen izotoplıq spin kvant sanı kiritildi. Izotoplıq spin T qandayda bir izotoplıq fazada dep qaraladı. Bul kvant sanı da orbital hám kvant sanları sıyaqlı $N=2T+1$ mániske iye boladı. Izotoplıq fazada bóleksheler hámme waqıt koordinata basında, bólekshelerge aylanıwı mumkin, biraq ozıp hárket etpeydi. Bóleksheler impuls hám orbital momentke iye emes, spinge uqsas hárket muǵdarı momentine iye. Bul momentke (hesh qanday ápiwayı momentke qatnası joq) izotoplıq spin delinedi. Izotoplıq spin kvantlasıwı, spin kvantlasıwı sıyaqlı izotoplıq spin T pütün hám yarım pütün mánislerdi qabıl etiwı mumkin $T=0, 1/2, 3/2, \dots$ Izotoplıq fazadaǵı $T+1$ proekciyaǵa iye boladı. Bul tap birdey bóleksheler hár qıylı zaryad halları sanın xarakterleydi. Izotoplıq spinniń qálegen ξ - kósherge proekciyası hár qıylı zaryadlı bólekshelerge

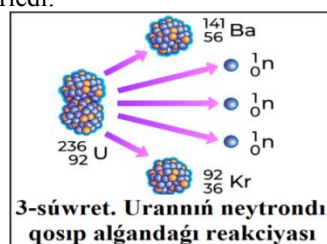
sáykes keledi. Izotoplıq spin $T=0$ bolsa, bir zaryadlıq hal-singlet, $T=1/2$ bolsa $N=2 \cdot 1/2 + 1 = 2$ – dublet, $T=1$ bolsa 3 zaryad halı – triplet hallar boladı. Izotoplıq spin ushın 1-keste.

Tásirle-siw túri	Z	T_ξ	T	R	$U_0^{\min}$	ΔW (MeV)	a_0 (Fermi)	Baylanıs qan halı
n-n	0	$-1/2 - 1/2 = -1$	1	$3,2 \pm 1,6$	$< U_0$	-0,15	$-17,6 \pm 1,5$	Joq
p-p	+2	$+1/2 = 1$	1	$2,83 \pm 0,03$	$< U_0$	-0,15	-17 ± 2	Joq
n-p	+1	$-1/2 + 1/2 = 0$	1	$2,76 \pm 0,07$	$< U_0$	-0,07	$-23,7 \pm 0,01$	Joq
n-p	+1	$-1/2 + 1/2 = 0$	0	1,75	$> U_0$	2,26		Bar

1-kesteде kórinip turǵanıday, nuklonlar tásirlesiwinde izotoplıq spin mánislerinde birdey nátiyjege erisilmekte. Bul da, óz nábvetinde nuklonlar arasındaǵı tásirlesiw izotoplıq spin vektorı T, absolyut mánisine baylanıslı bolıp, onıń proekciyasına baylanıslı emesligin kórsetedi. Izotoplıq spinniń kishi mánisine úlken baylanıs energiyası tuwrı keledi. Buǵan kóplep aynalı yadrolar mısál boladı.

Izotoplıq spin proekciyası nuklonlar sanı (barion sanı-B) hám elektr zaryadı menen tómendegishe baylanısqa: $Z = T_\xi + B/2$. Elektromagnitlik tásirlesiwde zaryad hám nuklonlar sanı saqlanadı. Soǵan muwapıq izotoplıq spin proekciyası da saqlanıwı kerek. İzotoplıq spin kushli tásirlesiwde ǵana saqlanadı, proekciyası bolsa kushli hám elektromagnit tásirlesiwde saqlanadı [4:54].

Yadrolıq energetika rawajlanıwın mektep fizikasında ótkenimizde tariyxqa názer taslasaq XX ásirdeń 40-jıllarında yadrolardıń bóliniw reakciyası ámelge asırılǵan hám onnan shama menen 15 jıl keyin yadrolardıń birigiw reakciyası ámelge asırılǵan. Tariyxıy izbe-izlikke ámel etip, ádetde dáslep uran yadrolardıń bóliniw reakciyası qarap shıǵıldı. Uran yadrolardıń bóliniwı nemec ilimpazları O. Gan hám F. Shtrassman tárepinen 1938-jılı ashılǵan edi. Olar urandı neytronlar menen bombardirovkalanganda dáwirli sistema orta bóleindegi Bariy, Krypton hám basqa elementlerdiń payda bolatuǵınlıǵın taptı. Biraq bul fakttı ózine neytronı qosıp alǵan Uran yadrosınıń bóliniwı retinde dúris túsindiriw Angliya fizigi O. Frish hám Avstriya fizigi A. Mitner tárepinen 1949-jılǵıń basında berildi (3-súwret). Yadronı bóleklew múmkinligi, awır yadronıń tınıshlıq massası bóliniwinde payda bolatuǵın bóleklerdiń tınıshlıq massalarınıń qosındısınan úlkenligi menen túsindiriledi.



Sonıń saldarınan bóliniwı menen birge ótetuǵın tınıshlıq massasınıń azayıwına ekvivalent bolǵan energiya bólinip shıǵadı. Bul yaqıtta tolıq massa saqlanadı, sebebi úlkin tezlik penen qozǵalıwshı bóleksheler tınıshlıq massaǵa iye boladı. Awır yadrolardıń bóliniw reakciyası yadrolardı qozdırw halında ǵana payda bolıwın, bunıń ushın yadronı qanday da bóleksheler menen atqılawımız kerek. Bul maqsette neytronı paydalanıw ne ushın qolaylı ekenligin bilip alamız. Neytron elektr zaryadına iye emesligi, onıń yadro ishine kirip barıwın ańsatlastıradı hám artıqsha energiya beredi. 1940-jılı K. A. Perjak hám G. N. Flerovlar uran yadrolarınıń óz-ózinen bóliniwın anıqladı. Bul hádiyse júdá kem ushırasadı. Bir gramm uranda bir saatta 25 ke jaqın bóliniw bolıp ótedi. Negizinde, bir gramm uranda $N = 6,029 \cdot 10^{23} / 238 = 2,59 \cdot 10^{23}$ yadro bolǵanı ushın urannıń óz-ózinen bóliniw itimalı $\lambda = 20^{-20}$ saat⁻¹ ge teń, yarım ıdıraw dáwiri bolsa, $T_{1/2} = 89 \cdot 10^5$ jılǵa teń boladı. Salıstırmalı baylanıs energiyası grafigin analizlegende uran yadrosınıń shama menen eki teń bólekke bóliniwinde hár bir nuklon esabınan 1 MeV ke, al hár bir yadro esabınan 200 MeV ke jaqın energiya ajralıp shıǵadı. Bul energiyanı janılıǵı

$T=1/2$, $N=2T+1=2$ eki zaryad halda bolıwı mumkin. T nıń ξ - kósherge proekciyalrı $T_\xi = +1/2$ protonǵa sáykes keledi, $T_\xi = -1/2$ bolsa neytronǵa sáykes keledi.

janganda ajralıp shıǵatuǵın energiya menen salıstıramız. 1 kg uran – 235 tiń bóliniwinde

$$\Delta E_{\text{yad}} = \frac{200 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{0,235} \text{ Mev} = \frac{200 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1,6 \cdot 10^3}{0,235} \text{ Dj} = 8,2 \cdot 10^{13} \text{ Dj}$$

energiya ajralıp shıǵadı. 1 kg kómir janganda bolsa $2,9 \cdot 10^5$ Dj, yaǵnıy 28 mln márte kem energiya ajralıp shıǵadı. Mine bul maǵlıwmat yadrolıq energetikasınıń abzalılıǵın kórsetedi [3:61].

Termoyadrolıq sintez reakciyası temasın ótkende.

Salıstırma baylanıs energiyasınıń massa sanına baylanıslıǵınan belgili, jeńil yadrolardıń qosılıwı nátiyjesinde júz beretuǵın sintez reakciya ekzotermikalıq bolıp, bul reakciyalardan bir ǵana nuklonga tuwrı keliwshi ajralǵan energiya awır yadrolardıń bóliniwinde ajralǵan energiyadan biraz úlken boladı. Jeńil yadrolardıń qosılıp sintez reakciyasın ámelge asırıwı ushın oń zaryadlı eki atom yadrosın bir-birine jaqınlastırıw, olar arasındaǵı kulon iyterilisiw kúshin jeńiw lazım. Zaryadları Z_1 e hám $+Z_2$ e bolǵan eki yadro arasındaǵı kulon tosıǵı biyikligi

$$U_{\text{kul}} = \frac{Z_1 Z_2 e^2}{4\pi E_0 R_{12}} = \frac{Z_1 Z_2 e^2}{4\pi E_0 r_0 A^{1/3}} = 1,2 \frac{Z_1 Z_2}{A^{1/3}} \text{ MeV}$$

ne teń boladı. $R_{12} = R_1 + R_2$ - yadrolar arasındaǵı aralıq, R_1 , R_2 – birinshi hám ekinshi yadro radiusı. Kulon potencial tosıǵın jeńiwge jeterli energiyaǵa iye bolıwı zárúr. Solay etip, kinetikalıq energiyası jeterli dárejede úlken bolǵan yadrolar ǵana sintez reakciyasın payda etedi. Bunday yadrolardı (reagentlerdi) júdá joqarı temperaturaǵa shekem qızdırw esabınan alıw múmkin. Eger kerekli temperaturada sintez reakciyası procesi payda bolatuǵın bolsa, ol halda reakciya óz-ózin támiyinleytuǵın boladı. Ulıwma alǵanda, kúshli qızdırw házirshe belgili bolǵan tek bir ǵana metod esaplanadı. Sonıń ushın bul metod nátiyjesinde qılınatuǵın sintez reakciyalrı termoyadro reakciyalrı dep ataladı. Bóleksheniń kinetikalıq energiyası menen temperatura arasında tómendegishe baylanıs bar: $T(\text{grad}) = 1,16 \cdot 10^4 E(\text{eV})$.

Termoyadrolıq sintezdi ıssılıq metodı arqalı payda etiw múmkin emestey kórinedi. Biraq tómendegi eki kerekli jaǵdaydı esapqa alsaq: birinshiden bólekshelerdiń energiya boyınsha bólistiriliwi Maksvell nızamına boysınadı, yaǵnıy berilgen temperaturada yadrolardıń belgili bólegi ortasha energiyadan úlkenirek energiyaǵa iye boladı, ekinshiden, kulon potencial tosıǵınan energiyası kishi $E < U_{\text{kul}}$ bolǵan yadrolar da tunnel effekti esabına kulon tosıǵınan ótip reakciyaǵa kiriswi mumkin. Sonıń ushın tábiyatta termoyadro reakciyalrı intensiv júz beredi hám quyash hám basqa juldızlardaǵı energiya deregi boladı. Sintez reakciyasın reakciyada qatnasatuǵın yadrolardı tezletkishler oramında tezlestirip keyin óz-ara soqlıǵıstırıw jolı menen ámelge asırıw kútilgen nátiyjelardi bermedi. Bunda tezletkish ushın jumsalǵan energiya sintez nátiyjesinde ajralıp shıǵatuǵın energiyadan úlken, onnan basqa, sintez reakciyalrıń kesimi ionizaciya kesiminen 8-9 tártipke kishi. Sonıń ushın tezletilgen jeńil yadrolardıń eń kóp bólegi, sintez reakciyasına emes bálki, nishan atomların

