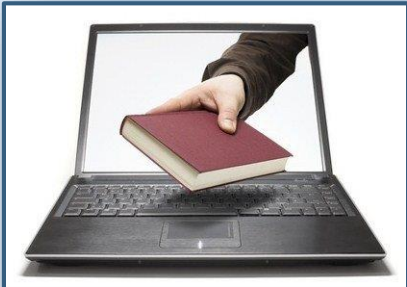




FIZIKA KAFEDRASI



Fizika II

2019

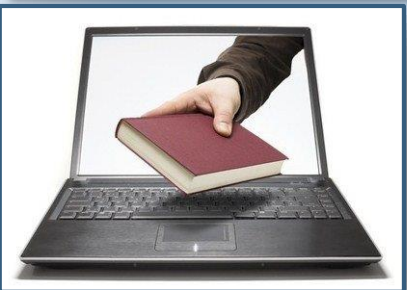
ATOM VA ATOM YADROSISI FIZIKASI

15 – ma'ruza

**K.P.Abduraxmanov,
V.S.Xamidov, M.F.Raxmatullaeva**



**TÁBIYIY HÁM
ANÍQ PÁNLER
KAFEDRASÍ**



Fizika II

2023

ATOM HÁM ATOM YADROSÍ FIZIKASÍ

15 – lekciya. Atom yadrosı fizikası.

**Qaraqalpaq tiline awdarmalağan
S.G. Kaypnazarov**



Geneva, Switzerland

5 CMS
Compact Muon Solenoid

8 The LHCb Detector

1 The
Atlas
Detector

2 Alice
A Large Ion Collider Experiment

3

4

6

7

Lekciya rejesi

Atom dúzilisi.

Atom yadrosınıń dúzilisi.

Yadronıń zaryadı, ólshemi hám massası.

Nuklonlardıń ózara tásiiri.

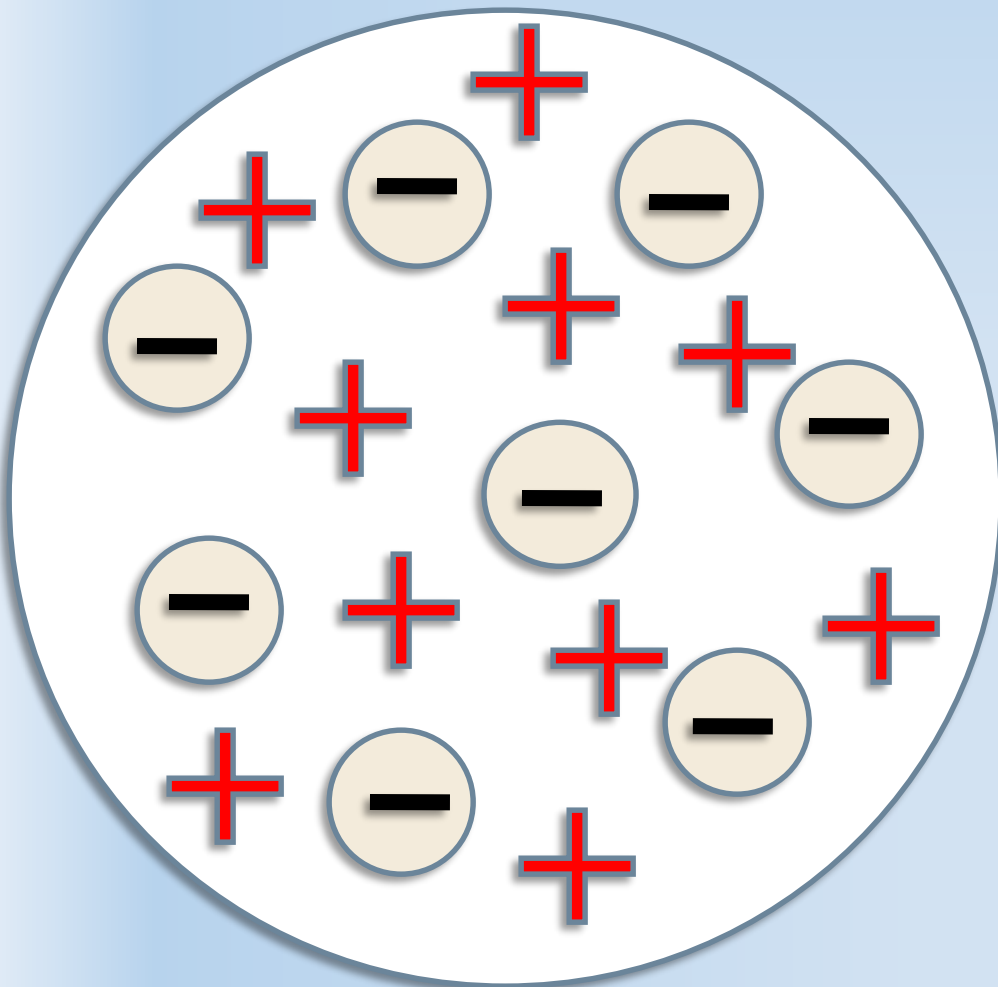
Massa defekti, baylanıs energiyası.

Yadrolıq kúshler.

Yadronıń ıdıraw reakciyası hám sintezi. Radioaktivlik.

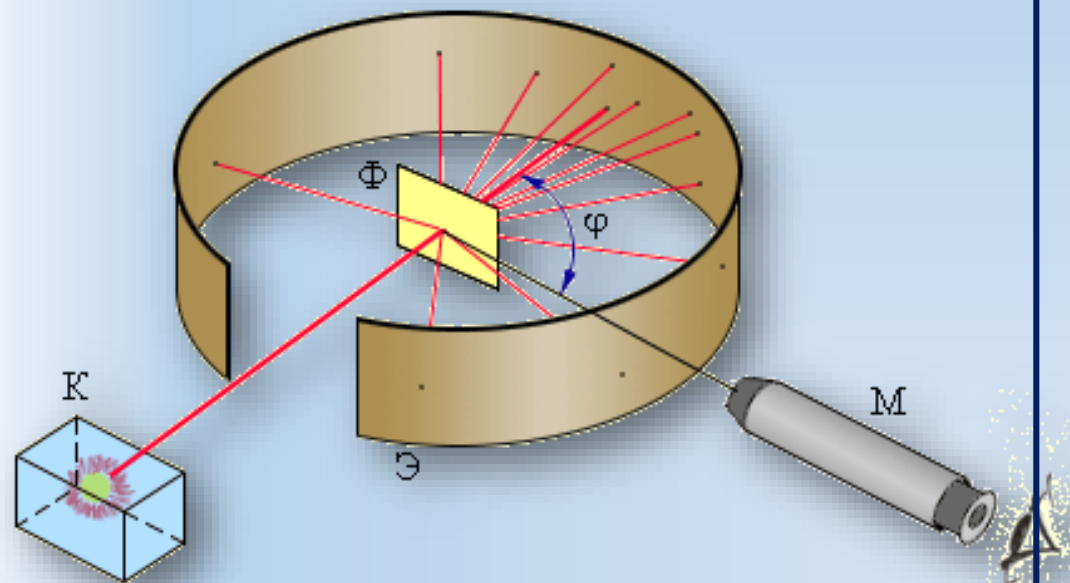
α , β hám γ - nurlanıwlar.

Tomsonniń atom modeli «Kishmishli keks» (1903 j)



Atom, radiusı shama menen $10^{-10} m$ bolǵan shar tárizli kórinistegi elektr neytral sistemanı oylaydı. Atomnıń oń zaryadı shar kólemi boyınsha bir tegis bólistirilgen, teris zaryadlar bolsa oń zaryadlar aralıǵında jaylasqan boladı.

Rezerford tájiriybesi



Rezerford tájiriybesinde, α - bóleksheler shashırawın baqlaw, bóleksheler dástesiniń baslangısh bağıtına salıstırǵanda φ hár qıylı múyesh astında ótkiziw imkanı bar edi.

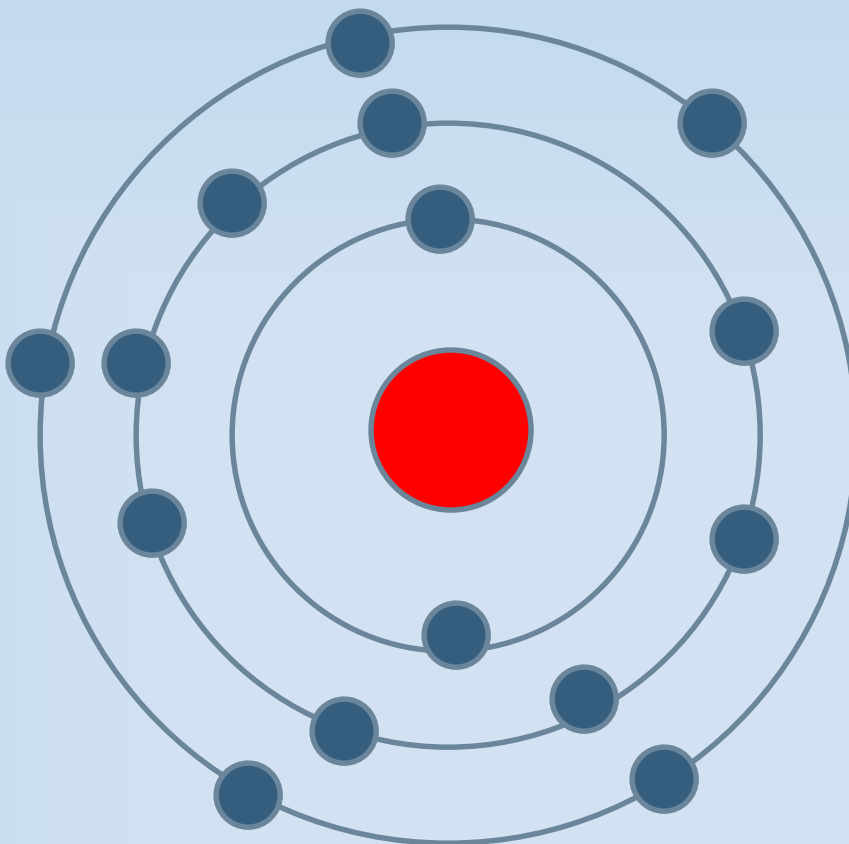
K qorgásın konteyneri ishine ornatılǵan radioaktiv derekten

α – bóleksheler Φ juqa metall qaǵaz (folga) ǵa baǵıtladırlıǵan.

Shashıraǵan bóleksheler, úlken tezliktegi zaryadlangan bóleksheler urılıwında jaqtırılatuǵın, sulfid kadmiy kristall qatlamı menen qaplangan

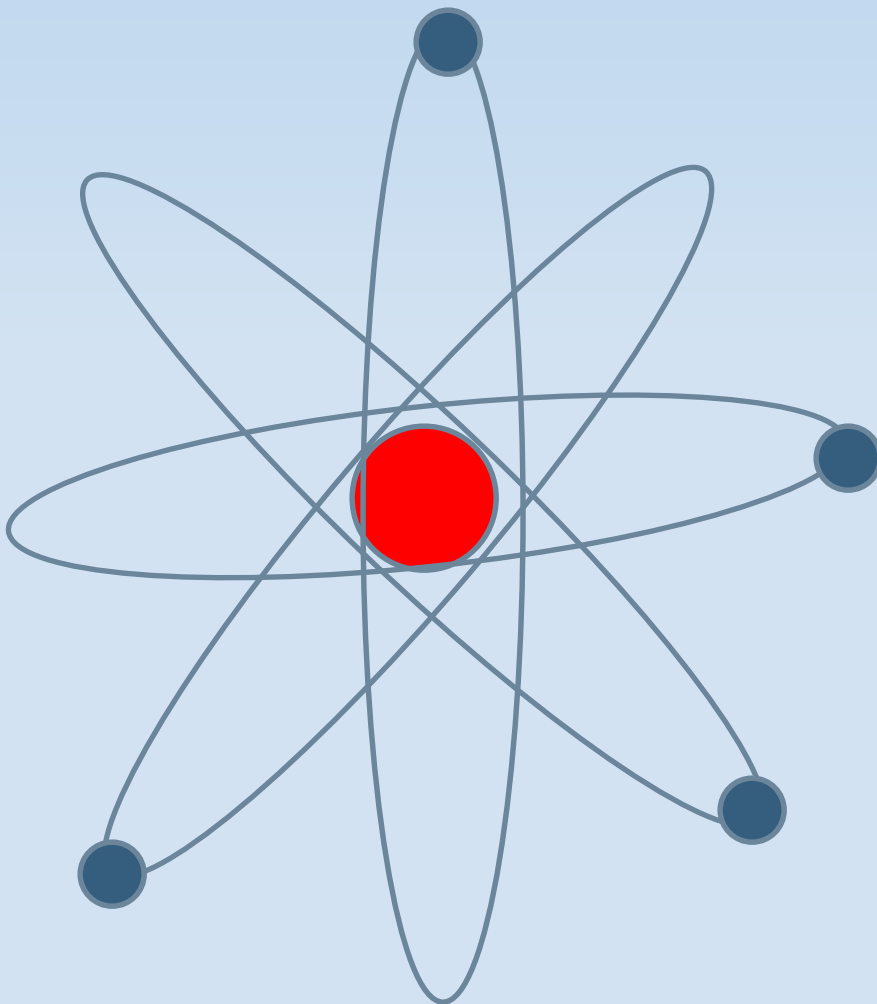
Ξ ekrangá kelip túsedı. Ekrandaǵı jaqtılıq ushqını *M* mikroskop arqalı kóz benen baqlangán.

Yadrolarda α –bólekshelerdiń shashırawı



Rezerfordtın atom planetar modeli

1. Atomınıń oraylarında atomnıń derlik bárshe massası jıynalǵan, oń zaryadlanǵan yadrosı jaylasqan.
2. Ulıwma atom elektro neytral esaplanadı.
3. Yadro átirapında, planetalarǵa uqsas, yadronıń Kulon kúshi tásirinde, elektronlar aylanbalı háreketlenedi.

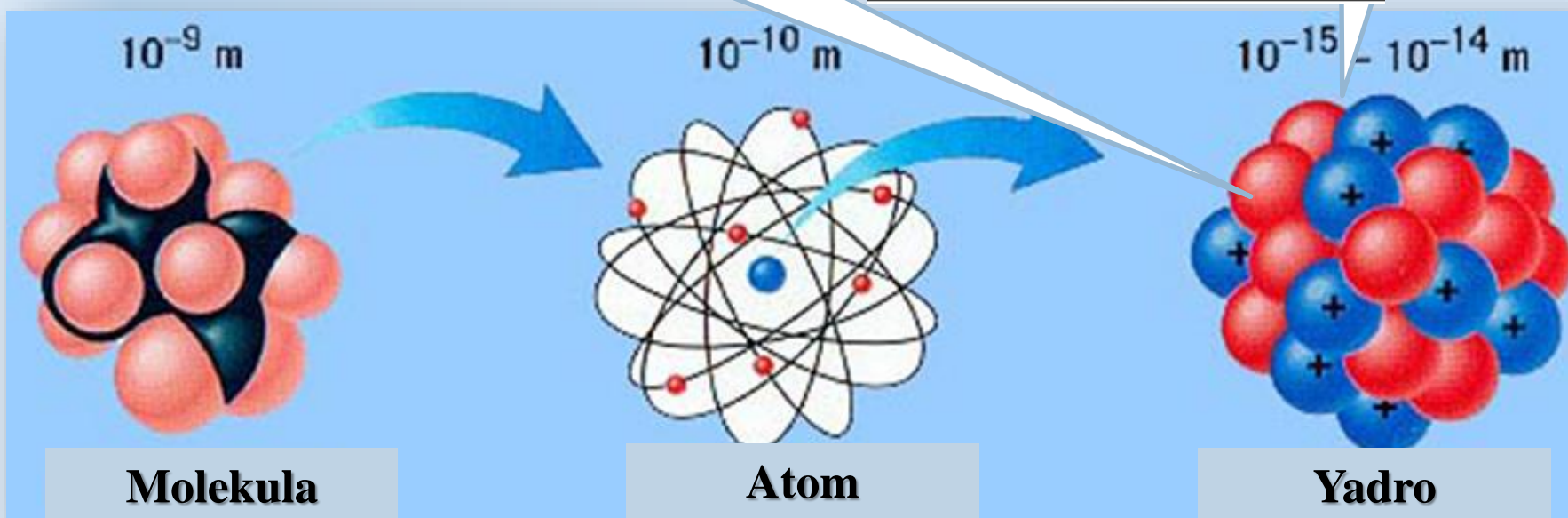
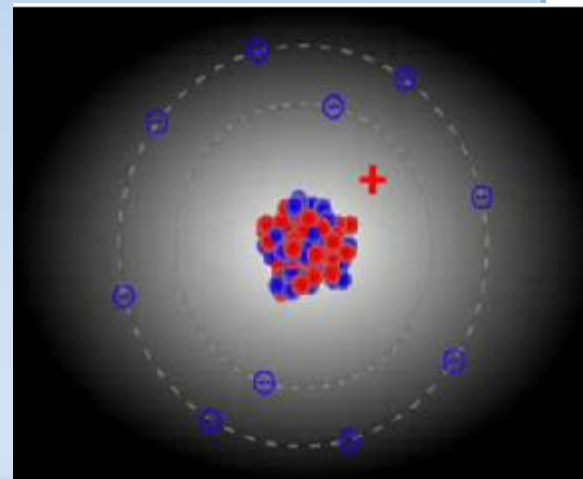


Atom yadrosınıń dúzilisi

Atomnıń oraylıq bóimi *yadro* dep ataladı, onda atomnıń derlik bárshe massası hám oń zaryadı jıynalǵan esaplanadı.

Hár qıylı elementlerdiń atom yadroları *proton* hám *neytron* dep atalatuǵın eki bólekshelerden ibarat.

Atom yadrosı proton hám neytron – *nuklon* dep atalatuǵın eki zaryad halatına iye bolǵan bólekshelerden ibarat.



Proton – birden-bir elektronnan azat eilgen vodorod atomı esaplanadı.

Belgileniwi 1_1H

Zaryadı $e = +1,60217733 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Massası $m_p = 1,67262 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$m_p = 1,007276 \text{ a. m.b.}$

$m_p = 938,272331 \text{ meV}$

Spini $S=1/2$

Magnit momenti

$$\mu_p = +2,79 \mu_N$$

—***yadro magnetoni*** dep atalatuğın magnit momenti birligi.

$$\mu_N = \frac{e\hbar}{2m_p} = 5,05 \cdot 10^{-27} \text{ J / Tl}$$

***Neytron* – bul elektr neytral bolğan elementar bólekshe.**

Belgileniwi ${}_0^1n$

Zaryadı 0

Massası $m_n = 1,67493 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$m_n = 1,008665 \text{ a. m. b.}$

$m_n = 939,56563 \text{ MeV}$

Spini $S=1/2$

Magnit momenti $\mu_n = -1,91 \mu_J$

Ximiyalıq elementler yadroları X – ximiyalıq simvol menen belgilenedi.



Z –atom yadrosı quramına kırıwshi protonlar sanı – ***zaryad sanı yaki atomnıń tártip nomeri*** dep ataladı (Mendeleev dáwirli kestesinde elementlerdiń tártip nomeri)

Yadro zaryadı ***Ze ge teń***, bul jerde ***e*** – elementar zaryad.

N – neytronlar sanı.

A –nuklonlardıń ulıwma sanı (yaǵnıy protonlar hám neytronlar)- ***massa sanı*** dep ataladı

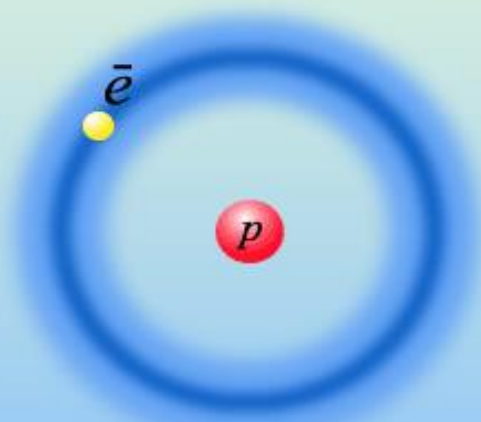
$$A = Z + N.$$

Izotop dep ximiyaliq elementtiń ***N*** neytronlar sanı menen parq etetuǵın yadrosına aytıladı.

Izotoplar – ***Z*** zaryad sanı menen parq etiwshi nuklidlerge aytıladı.

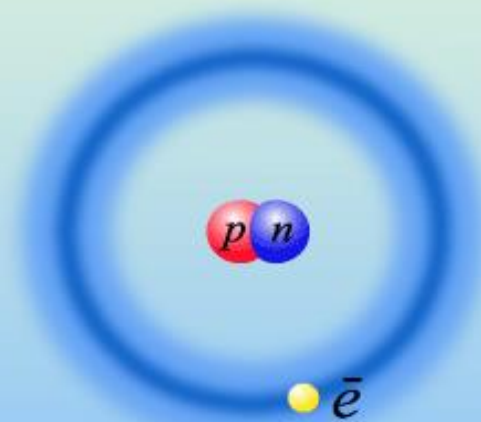
protiy

${}^1_1\text{H}$



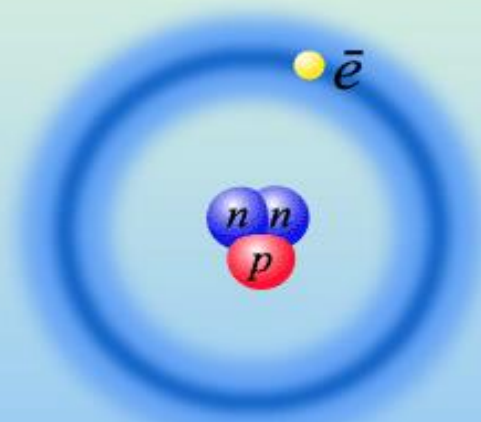
deyteriy

${}^2_1\text{H}$

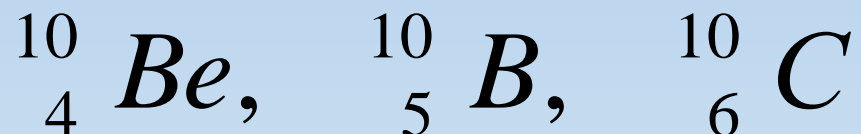


tritiy

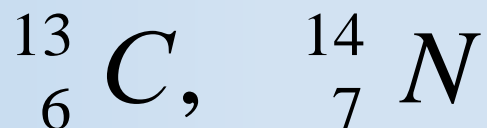
${}^3_1\text{H}$



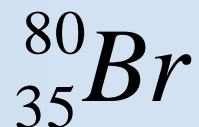
Izobarlar – A massa sanları birdey, Z zaryad sanları hár qıylı bolğan nuklidler.



Izotonlar – N ($N = A - Z$) neytronlar sanı birdey bolğan nuklidler.



Izomerler – Z zaryad hám A massa sanları birdey bolğan, biraq yarım ıdıraw dáwiri menen parqlanatuğın yadrolar.



Yadroniń baylanıs energiyası

Massalardıń ayırması ***massa defekti*** dep ataladı:

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_{\text{Я}}$$

Yadroniń massası onıń quramındağı proton hám neytronlardıń massaları jıyındısınan kishi

$$M_{\text{Я}} < Zm_p + Nm_n$$

sebebi, nuklonlardıń qosılıwında yadroda nuklonlardıń ózara baylanıs energiyası ajralıp shıǵadı.

Yadroniń baylanıs energiyası

Yadroniń baylanıs energiyası yadronı bólek bólekshelerge tolıq ıdıratıwǵa sarplanǵan minimal energiyaǵa teń.

Baylanıs energiyası massa defektiniń Eynshteyn ańlatpası arqalı anıqlanadı:

$$\Delta E = \Delta mc^2 = (Zm_p + Nm_n)c^2$$

$$\Delta E = \Delta m \cdot 931,5 \text{ MeV}$$

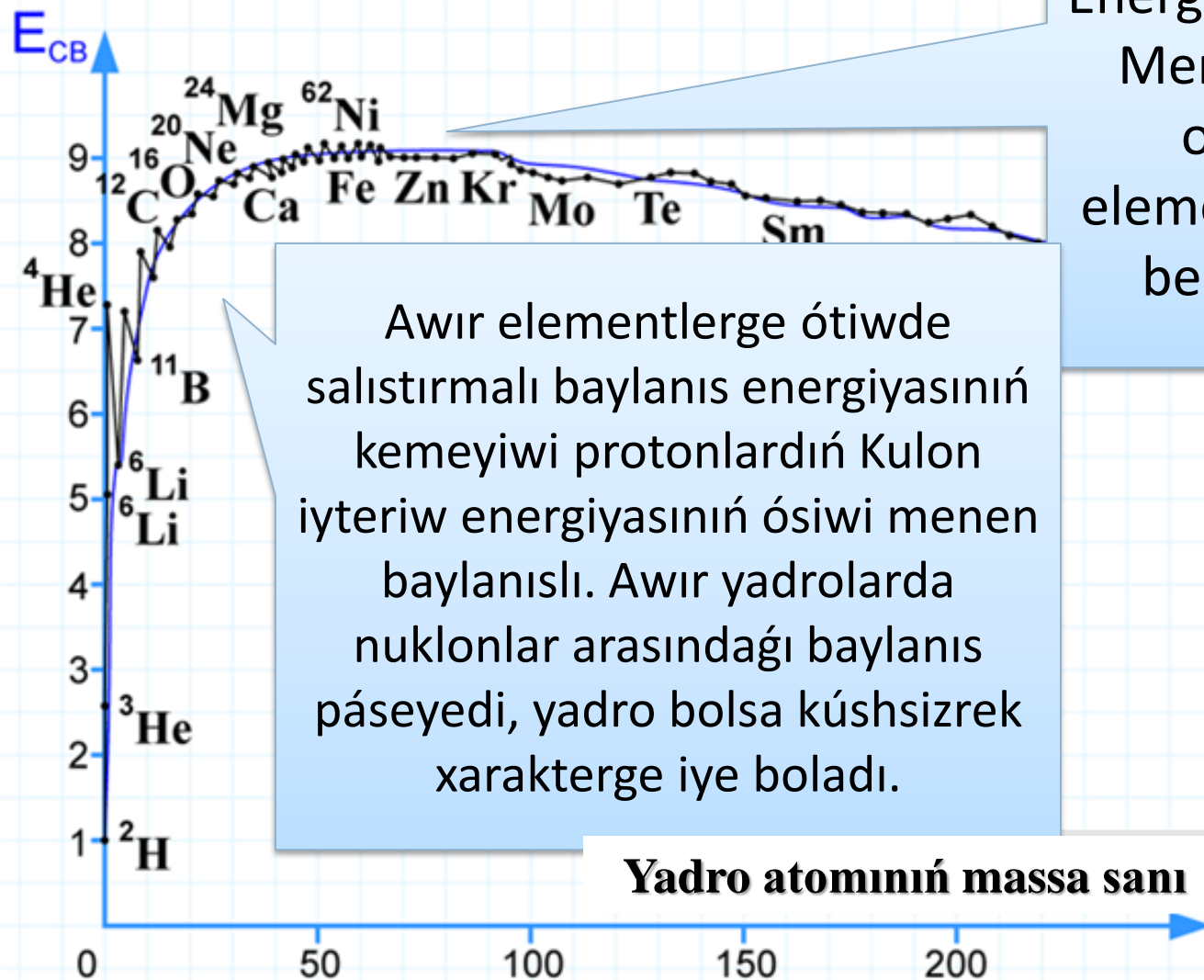
bul energiya γ -kvantları nurlanıwı kórinisinde ajraladı. Yadroniń baylanıs energiyası elektronlardıń atom menen baylanıs energiyasınan bir neshe tártipte úlken.

Salıstırmalı baylanıs energiyası – bul bir nuklonga tuwrı kelgen baylanıs energiyası.

$$\delta E_{bay} = \frac{E_{bay}}{A}$$

ZAT	Salıstırmalı baylanıs energiyası
DEYTERİY	1,1 meV/nuklon
GELİY	7,1 meV/nuklon
TEMİR	8,7 meV/nuklon
URAN	7,6 meV/nuklon

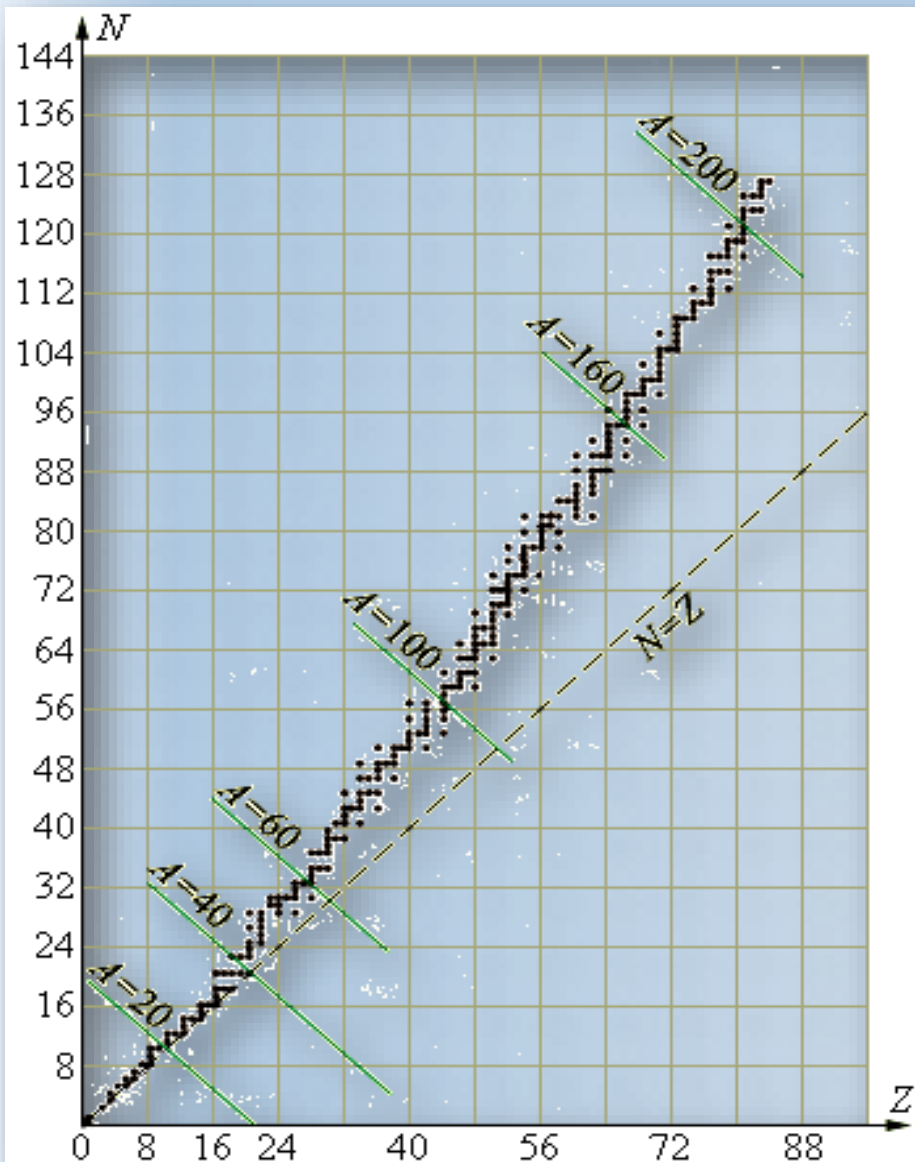
Salıstırmalı baylanıs energiyasınıń A massa sanına baylanıslı sıızılması



Awır elementlerge ótiwde salıstırmalı baylanıs energiyasınıń kemeyiwı protonlardıń Kulon iyteriw energiyasınıń ósiwı menen baylanıslı. Awır yadrolarda nuklonlar arasındaqı baylanıs páseyledi, yadro bolsa kúshsizrek xarakterge iye boladı.

Energetikalıq kóz qarastan Mendeleev kestesiniń orta bólimindegi elementlerdiń yadrosı eń bekkem esaplanadı.

Bekkem yadrolardağı proton hám neytronlar sanı



Turğın jeńil yadrolar mısasında Kulon ózara tásiri sezilerli emes, proton hám neytronlardıń sanı hám zaryadları birdey boladı.

Awır yadrolar kóp protonlarǵa iye bolǵanı ushın, protonlardıń ózara Kulon hám olardıń turǵınlıǵı ushın qosımsha neytronlar zárúr boladı.

Yadro kúshleri

Yadroda nuklonlardı uslap turıwshı kúshler *yadro kúshleri* dep ataladı.

Ózara tásir túrleri

Ózara tásir túrleri	Ózara tásir turaqlısı	Ózara tásir waqtı, s
Kúshli (yadrolıq)	1	10^{-23}
Elektromagnitlik	$\sim 10^{-2}$	10^{-21}
Kúshsiz	10^{-14}	10^{-9}
(jemiriliwde)	10^{-39}	10^{16} (10^9 jıl)
Gravitaciyalıq		

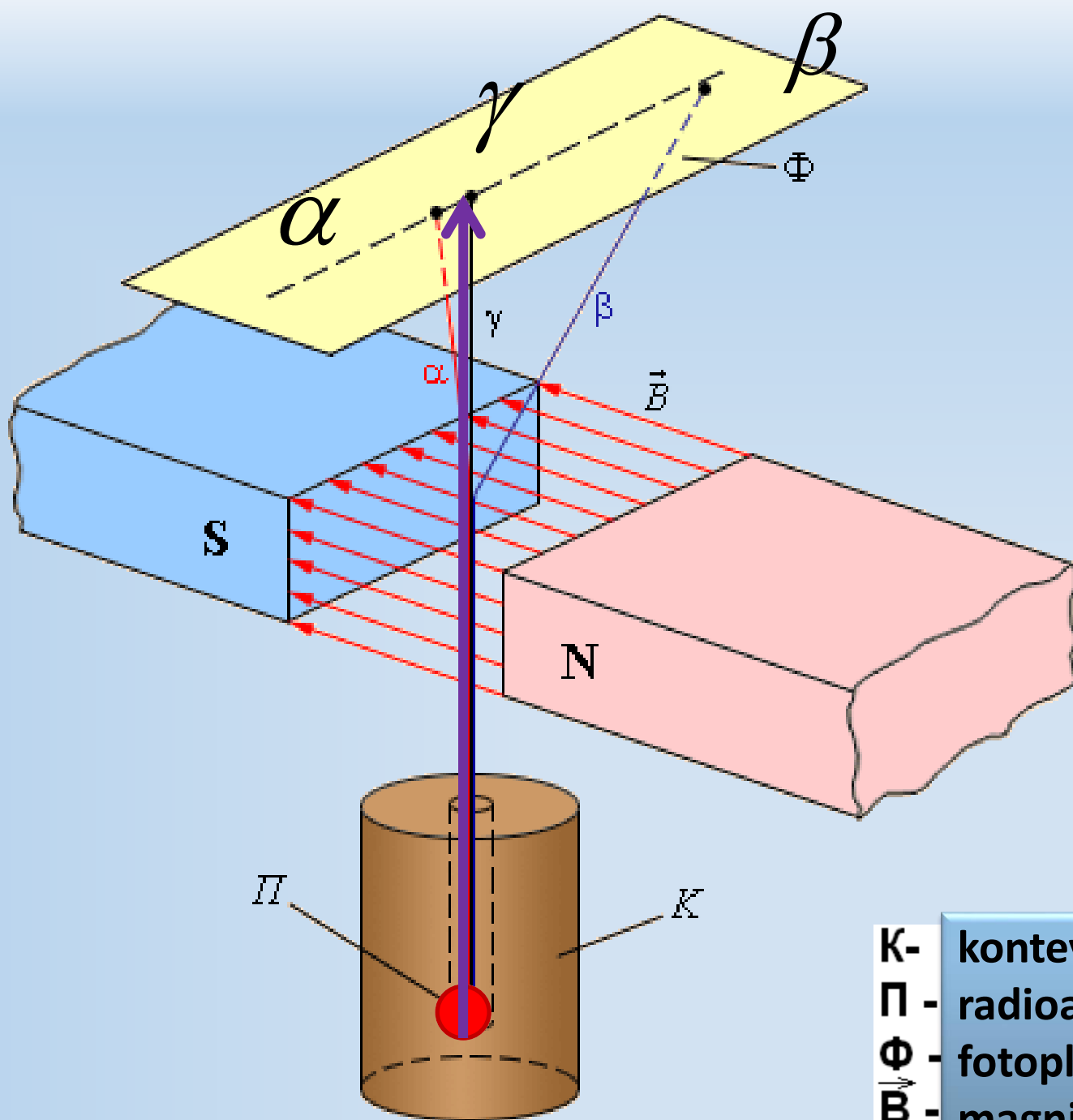
Yadro kúshleriniń qásiyetleri

1. Yadro kúshleri kishi aralıqta (shama menen $10^{-15} m$) tásir etiwshi kúshler.
2. Yadro kúshleri zaryadqa baylanıslı bolmağan kúshler.
3. Yadro kúshleri nuklonlar spinleriniń ózara jaylasıwına baylanıslı kúshler.
4. Yadro kúshleri oraylıq kúshler emes.
5. Yadro kúshleri, yadrodağı hár bir nuklon shegaralangán sandağı nuklonlar menen ózara tásirde bolğanı ushın, toyınıw qásiyetine iye.

Atom yadrolarınıń, bóleksheler shıǵarıw arqalı, óz-ózinen basqa túrdegi yadrolarǵa aylanıw qásiyeti *radioaktivlik* dep ataladı.

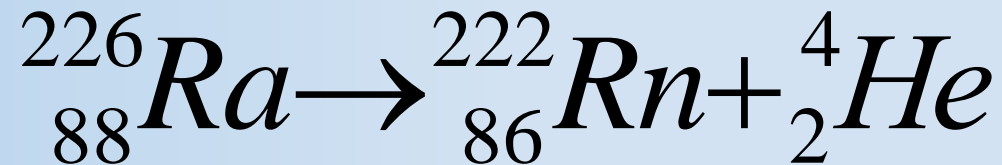
2500 málim bolǵan atom yadrolarınıń 90% turǵın bolmaǵanı ushın radioaktiv esaplanadı. Úlken yadrolarda, nuklonlardı yadro kúshleri tartıwı hám protonlardıń iyteriw kúshleri arasındaqı básekisi sebepli, turǵın bolmawı baqlanadı.

Zaryad sanı $Z > 83$ hám massa sanı $A > 209$ dan artıq bolǵan turǵın yadrolar bar emes.



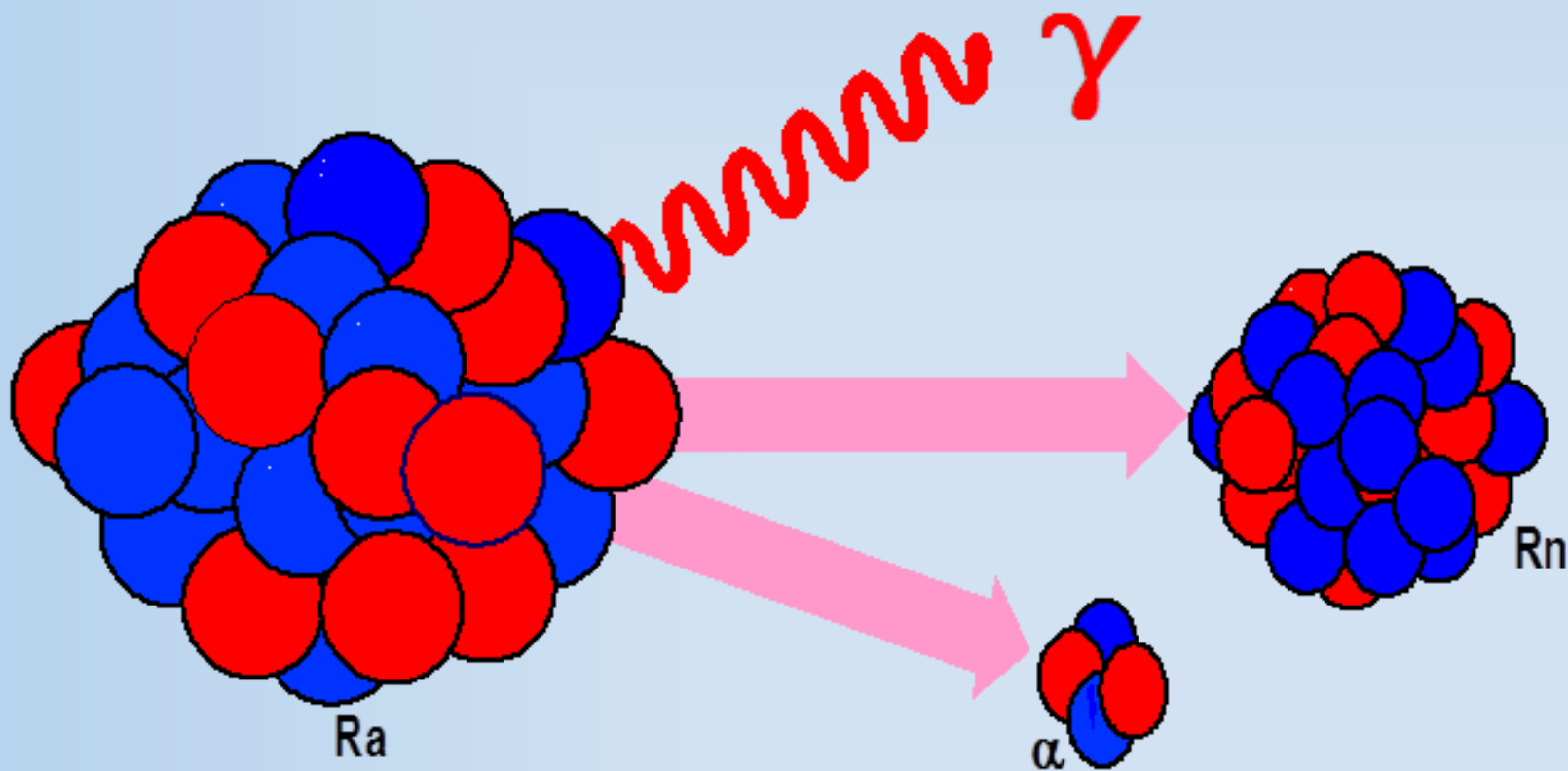
- | | |
|-------------|----------------|
| K- | konteyner |
| Π - | radioaktiv zat |
| Φ - | fotoplastinka |
| \vec{B} - | magnit maydan |

Alfa - ıdıraw

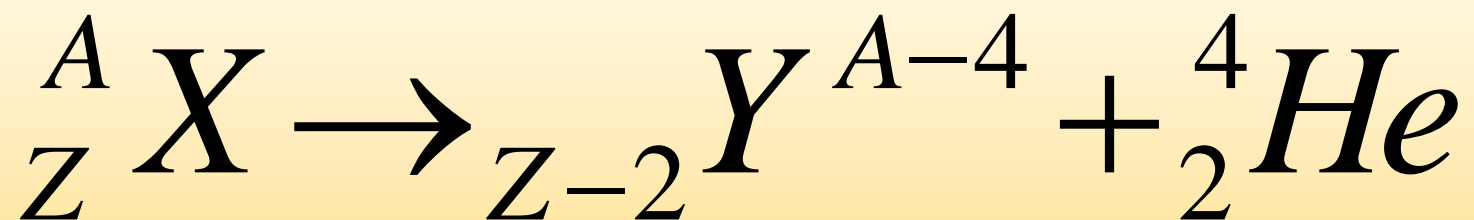


Radiy yadrosiniń α bólekshelerge idirawı

Radiy yadrosı α bólekshe shıǵarǵanda 4 nuklon joǵaltıp radioaktiv radonǵa ótedi.

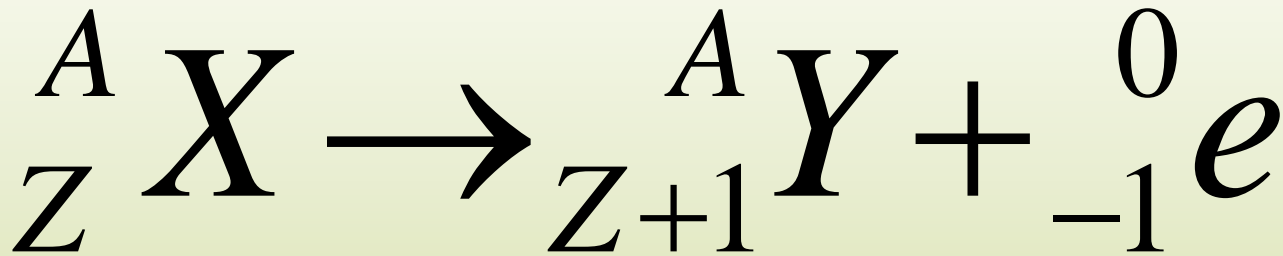


Alfa - ıdıraw



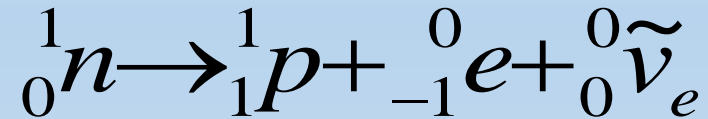
α –ıdıraw nátiyjesinde element dáwirli sistemanıń baslanıwı taman eki ketekshege jıljıydı.

Betta - ıdıraw

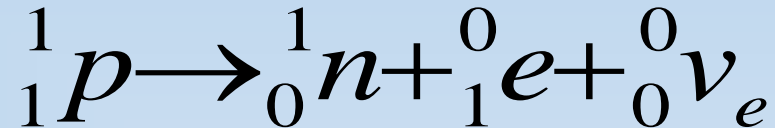


**β –ıdıraw nátiyjesinde element dáwirli sistemanıń aqırı
taman bir ketekshege jıljıydı.**

Neytron ıdırawı



Protonnıń neytronǵa aylanıw reakciyası



${}^0_0\tilde{\nu}_e$ - elektronlı neytrino - neytron ıdırawında ajralıp shıǵatuǵın bólekshe.

${}^0_0\nu_e$ - elektronlı antineytrino,

${}^0_{+1}e$ - pozitron – elektronnıń antibólekshesi.

Gamma - ıdıraw

Yadrolardıń α - hám β – ıdırawına salıstırǵanda γ – ıdırawda yadronıń ishki dúzilisi ózgeriwine baylanıslı bolmaydı, zaryad yaki massa sanları ózgeriwi júz bermeydi.

α - hám β – ıdırawlarda payda bolǵan jańa yadro qandayda bir qozdırılǵan halatta bolıp, artıqsha energiyaǵa iye boladı.

Yadronıń qozdırılǵan halattan tiykargı halatqa ótiwi, energiyaları bir neshe *MeV* bolǵan bir yaki bir neshe γ -kvantlardı shıǵarıw menen júz beredi.

Radioaktiv ıdıraw nızamı

Berilgen t waqıt momentine shekem ıdıramağan yadrolar muǵdarınıń kemeyiw nızamı $N(t)$ statistikalıq xarakterge iye.

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$\lambda - \Delta t = 1$ s waqıt arasında yadrolardıń ıdıraw itimallıǵın xarakterlewshi **radioaktiv ıdıraw turaqlısı**.

$\tau = 1 / \lambda$ waqıt aralıǵında ıdıramağan yadrolar muǵdarı $e \approx 2,7$ márte kemeyedi.

τ - shama radioaktiv zattıń **ortasha jasaw waqtı** dep ataladı.

$A = \lambda N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ - **radioaktiv zattıń jedelligi** –birlik waqıtta radioaktiv zatta júz beretuǵın ıdıraw sanı.

Yarım ıdıraw dáwiri

Yarım ıdıraw dáwiri - radioaktiv yadrolar baslangısh muǵdarınıń yarımı ıdırawı ushın sarp bolǵan waqıt.

T hám τ shamalar tómendegishe baylanısqa iye.

$$T = \frac{1}{\lambda} \ln 2 = \tau \ln 2 = 0,693\tau$$

Yarım ıdıraw dáwiri – radioaktiv ıdıraw tezligin xarakterlewshi tiykargı shama.

Yadro reaksiyalari

Yadro reaksiyasi – bul yadro qurami ham dúzilisiniń ózgeriwi ham ekilemshi bólekshelerdiń (γ –kvantlar) ajralıp shıǵıwı menen júz beretuǵın, atom yadrosınıń basqa yadro yaki elementar bólekshe menen ózara tásiiri.



yaki



X ham Y - baslanǵısh ham aqırǵı yadrolar,
 a ham b —yadro reaksiyasında atqılawshı ham nurlanıwshı bóleksheler.

Yadro reaksiyasında ajralatúğın enerjiya

Yadro reaksiyasında ajralatúğın enerjiya tómendegige teń:

$$Q = (M_A + M_B - M_C - M_D)c^2 = \Delta Mc^2$$

M_A hám M_B –baslangısh ónimlerdiń massaları,
 M_C hám M_D –reaksiyanıń juwmaqlawshı ónimler massaları.

Yadro reaksiyalarında enerjiya shıǵıwı tómendegishe keshedi – ekzotermik($Q > 0$) yaki enerjiya jutılıwı - endotermik($Q < 0$).

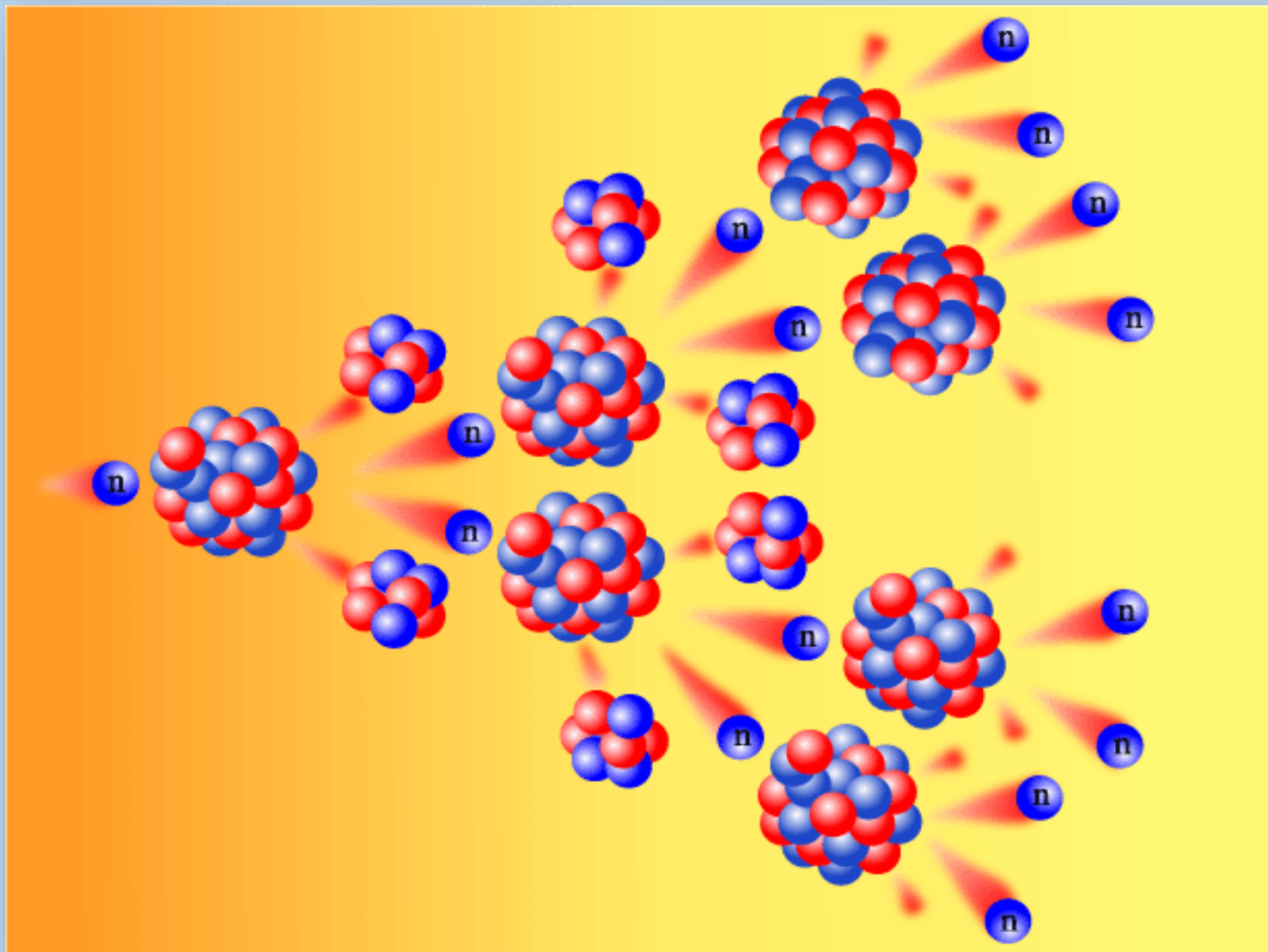
Shinjirli yadro reakciyası

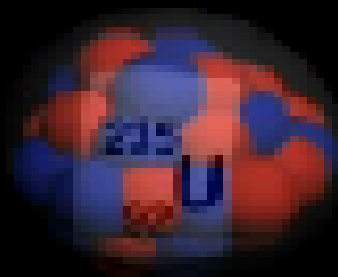
*Qandayda bir anıq reakciya, keyinshelli tap sonday reakciyanı keltirip shıǵarıw procesi shinjirli yadro reakciyası dep ataladı. Shinjirli reakciyanı ámelge asırıwda ajralıp shıǵıp atırǵan zattıń minimal massası **kritikalıq massa** dep ataladı.*

Shinjirli yadro reakciyasınıń júz beriw shartleri

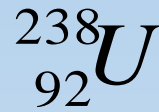
- 1) Yadro reakciyasınıń júz beriwı ushın neytron tezlikleri jetkilikli bolıwı kerek.
- 2) Neytronlardı jutatuǵın kirispe atomları joq bolıwı kerek.
- 3) Shinjirli reakciyanı ámelge asırıw ushın kritikalıq massaǵa iye bolǵan minimal muǵdardaǵı zattıń bar bolıwı.

Uran ıdırawında júz beretuǵın shınjırılı yadro reakciyası

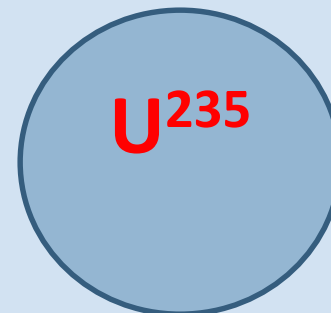
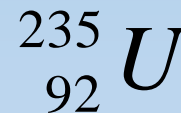




Kishi tezliktegi neytonlar
jutilganda, tábiyatta
99,3% - ıdıramaydı.

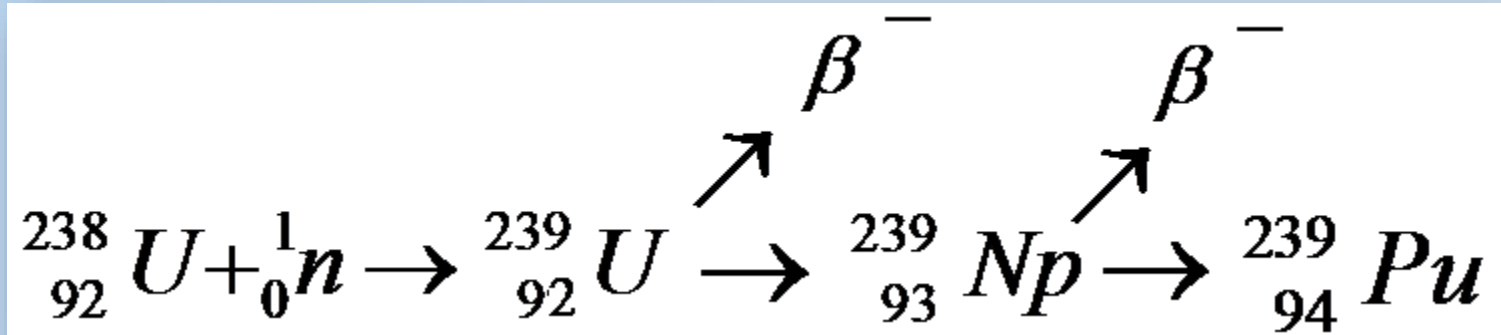


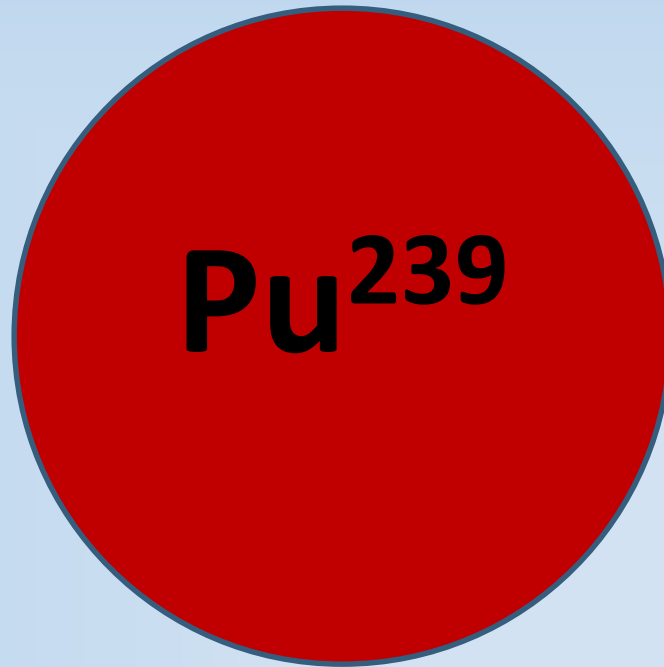
Kishi tezliktegi neytonlar
jutilganda 0,7% ıdıraydı.



Úlken tezliktegi neytronlarda ($v=10^7$ m/s) yadro reakciyası

Úlken tezliktegi neytonlarǵa tiykarlangan reaktorlar islewinde *238-uran yadrosı* neytonlardı jutadı hám eki izbe-iz β^- - ıdıraw arqalı plutoniy yadrosına aylanadı. Plutoniy yadrosı keyinshelli yadro janılıǵısı sıpatında isletiledi:





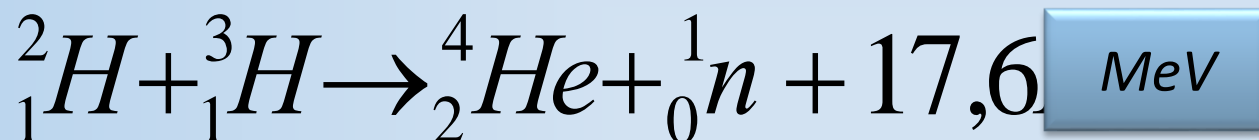
Basqarılatusın yadro ıdıraw reakciyasın táminleytuğın qurılma *yadro (atom) reaktori* dep ataladı.

Yadro reaktorınıń tiykarǵı elementleri:

1. Qorǵaw qabıǵı: temir, beton.
2. Yadro janılǵısı.
3. Issılıq uzatıwshılar: suw, suyıq natriy.
4. Neytronlardı shashıratıwshı zatlar: berilliy.
5. Neytronlar tezligin kemeytiriwshı zatlar: awır D_2O , grafit.
6. Neytronlardı jutıwshı zatlar: kadmiy, bor.

Termoyadro reaksiyalari

Termoyadro reaksiyalari –
bul úlken tempereturalarda (shama menen 10^8 – 10^9 K)
jeńil yadrolardıń qosılıwı.



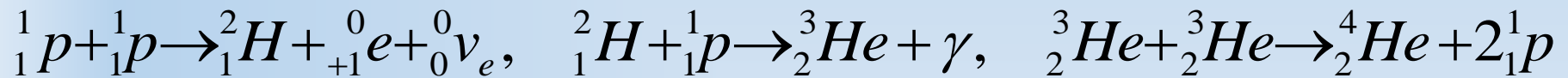
1 gr geliydi (sintez) ajratıwda $4,2 \cdot 10^{11}$ J, 10 tonna dizel
janılǵısın jaǵıwda ajralıp shıǵatuǵın energiyaǵa
ekvivalent energiya ajraladı.

Termoyadro reaksiyası

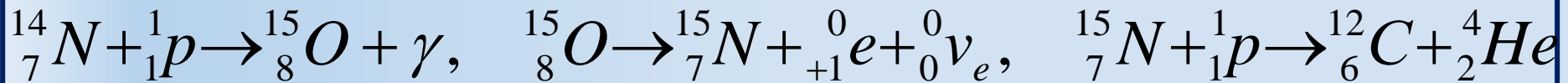
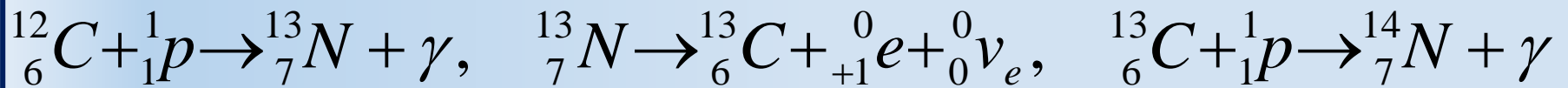


Quyashta termoyadro reakciyalari, shama menen, eki termoyadro cikllarınan biri kórinisinde keshedi:

Proton-protonlı cikl kórinisinde.



Uglerod – azotlı cikl.





Ft. WPEO Archive

Периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева

З	Группы															
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
1	H	Период											He			
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
3	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se
5	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se
6	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te
7	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te
8	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
9	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
10	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Lu
Период																
Группы																
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV

PAYDALANÍLGAN ÁDEBIYATLAR

1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. "Aloqachi nashriyoti". 2018 y. O'zR OO'MTV 2017.24.08 dagi "603"-sonli buyrug'i.
2. B.A.Ibragimov, G.Q.Atajanova. "FIZIKA". Oqiwliq. Tashkent. 2018 j.
3. Q.P.Abduraxmanov, O'.Egamov. "FIZIKA". Darslik. Toshkent. O'quv-ta'lim metodika" bosmaxonasi. 2015 y. O'zROO'MTV 2009.26.02. dagi "51"-sonli buyrug'i.
4. Douglas C. Giancoli. Physics. Principles with Applicathions. 2004 USA ISBN-13 978-0-321-62592-2.
5. Physics for Scientists and Engineers, Raymond A. Serway, John W. Jewett. 9th Edition, 2012.
6. S.G. Kaypnazarov. "Fizika I kursı boyınsha prezentaciyalıq multimedialı shınıǵıwlar toplamı". Elektron oqıw qollanba. Nókis. 2022 j. O'zR OO'MTV 2021.31.05 dagi "237"-sonli buyrug'i.
7. "Fizika-1 kursı bo'yicha taqdimot multimediali ma'ruzalar to'plami". Elektron o'quv qo'llanma. Toshkent. 2019 y. O'zR OO'MTV 2019.04.10 dagi "892"-sonli buyrug'i.



PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/alpha-decay>

Alpha Decay



- Alpha Decay
- Half Life
- Radiation

DONATE

PhET is supported by



and educators like you.

Facebook, Twitter, and Pinterest icons are also present.

PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/beta-decay>

Beta Decay



- Nuclear Decay
- Beta Decay
- Nuclear Physics

DONATE

PHET is supported by



and educators like you

PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/nuclear-fission>

Nuclear Fission



- Fission
- Chain Reaction
- Atomic Nuclei

DONATE

PhET is supported by



and educators like you.

Facebook, Twitter, and Pinterest icons are also present.