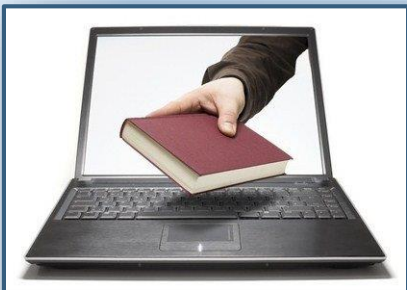




FIZIKA KAFEDRASI



Fizika II

2019

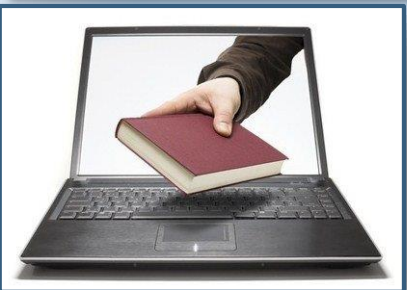
OPTIKA. KVANT MEXANIKANING ASOSLARI

10 – ma'ruza

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



**TÁBIYIY HÁM
ANÍQ PÁNLER
KAFEDRASÍ**



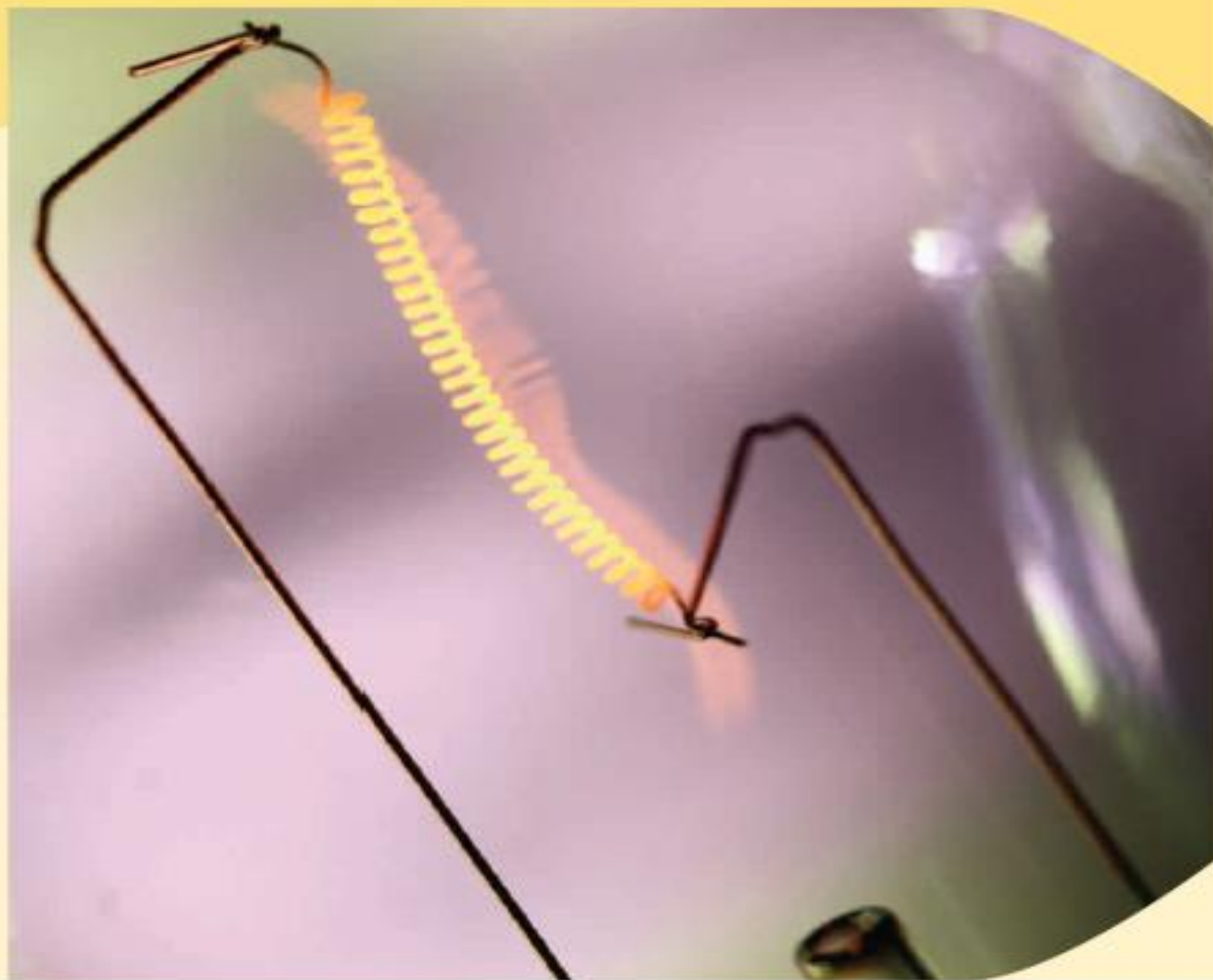
Fizika II

2023

OPTIKA. KVANT MEXANIKANÍŇ TIYKARLARÍ

**10 – lekciya. AtomlardíŇ sızıqlı
spektrleri.**

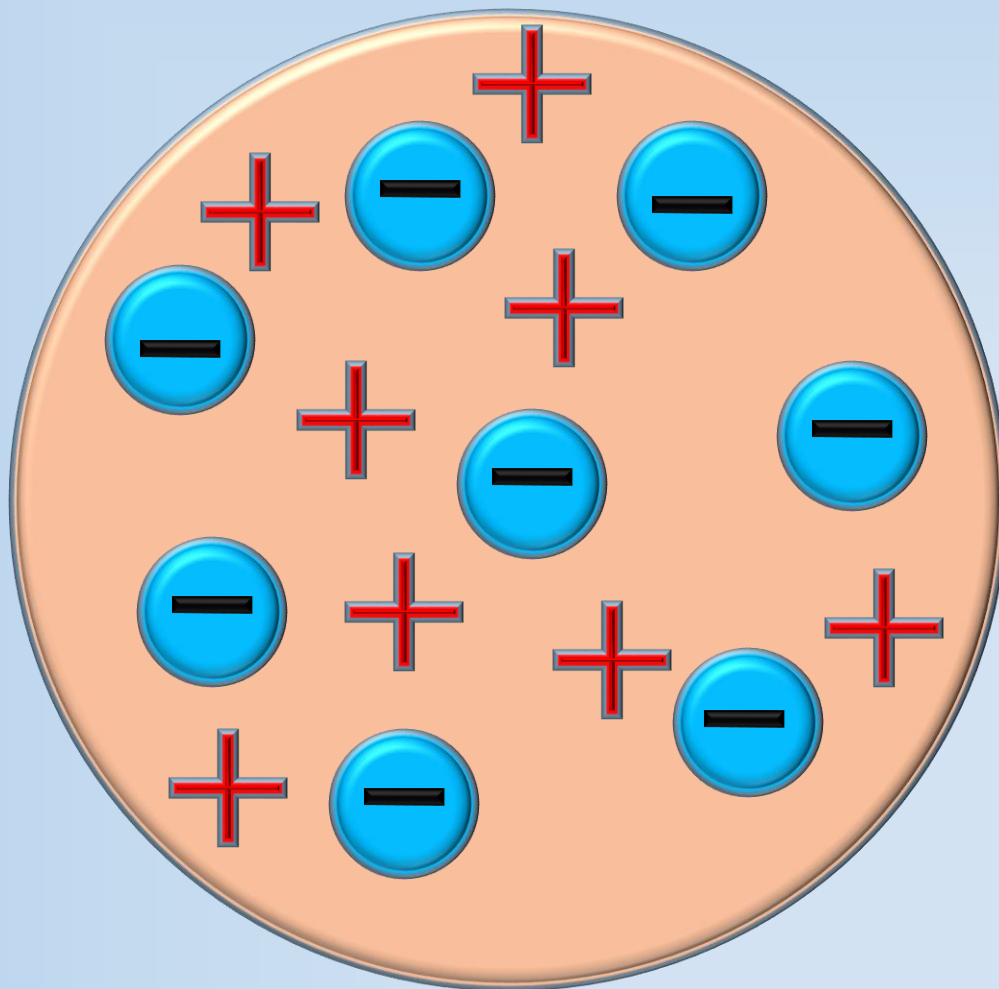
**Qaraqalpaq tiline awdarmalaǵan
S.G. Kaypnazarov**



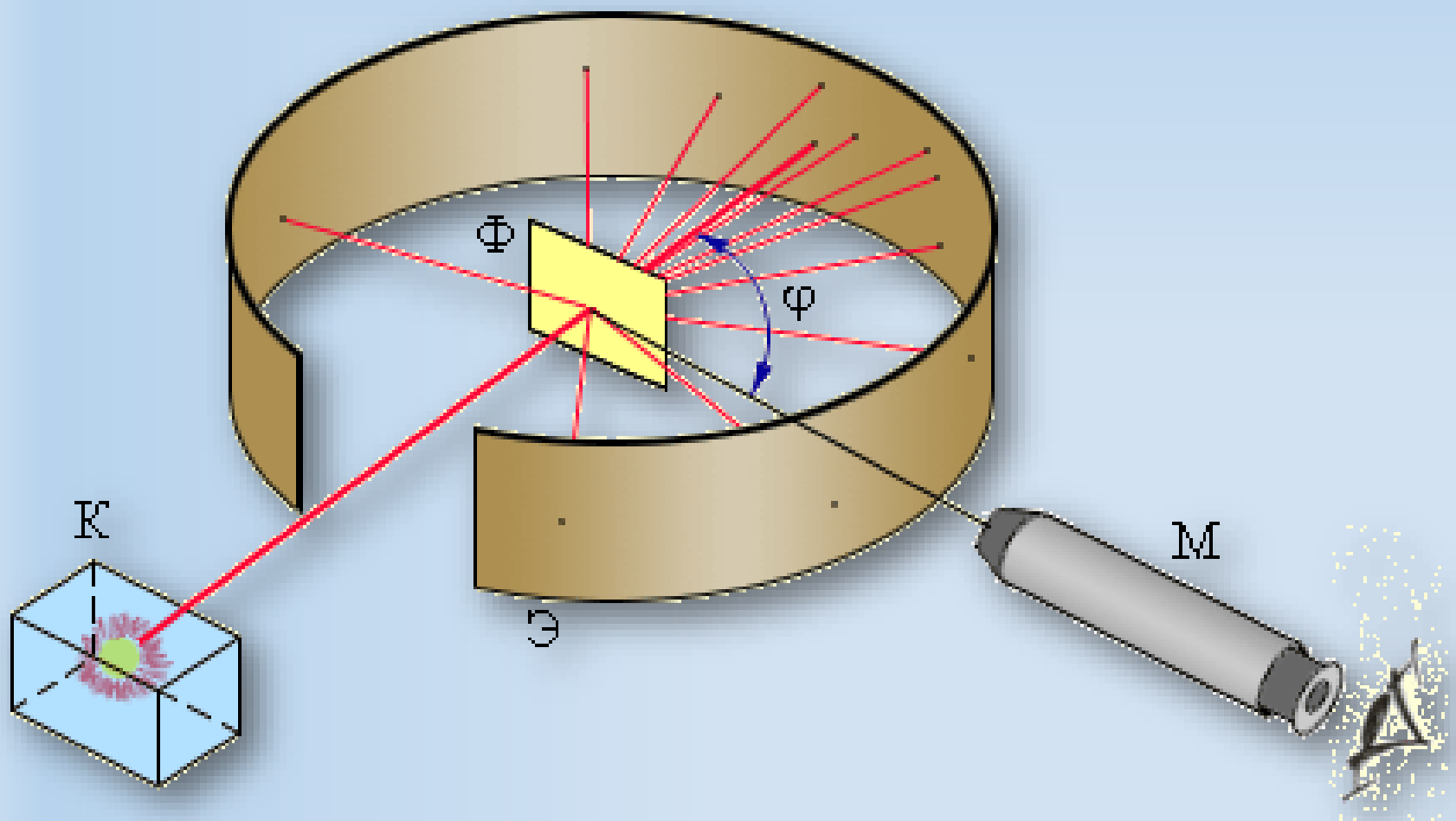
Lekciya rejesi

- Energetikalıq qáddiler.
- Bor postulatlari.
- Vodorod atomı.
- Kvant sanlar.
- Pauli principi.
- Mendeleevtiń elementler dáwirli sisteması.

Tomsonniń atom modeli

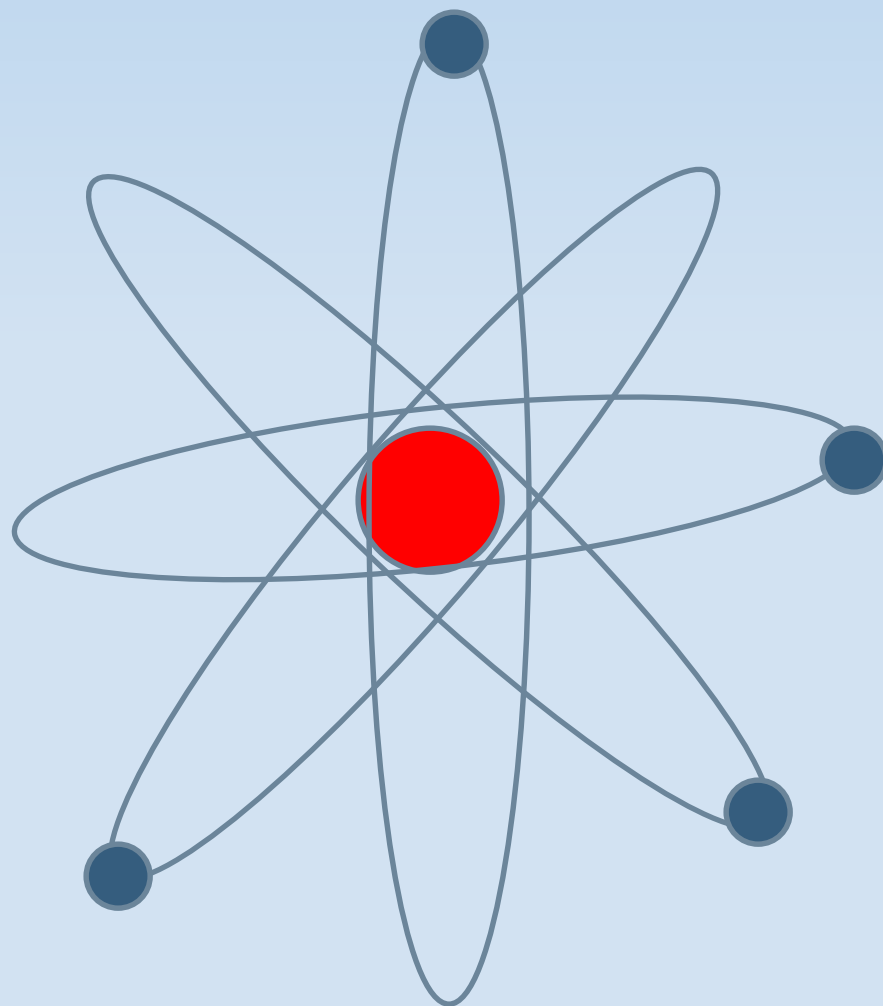


Rezerford tájiriybesi

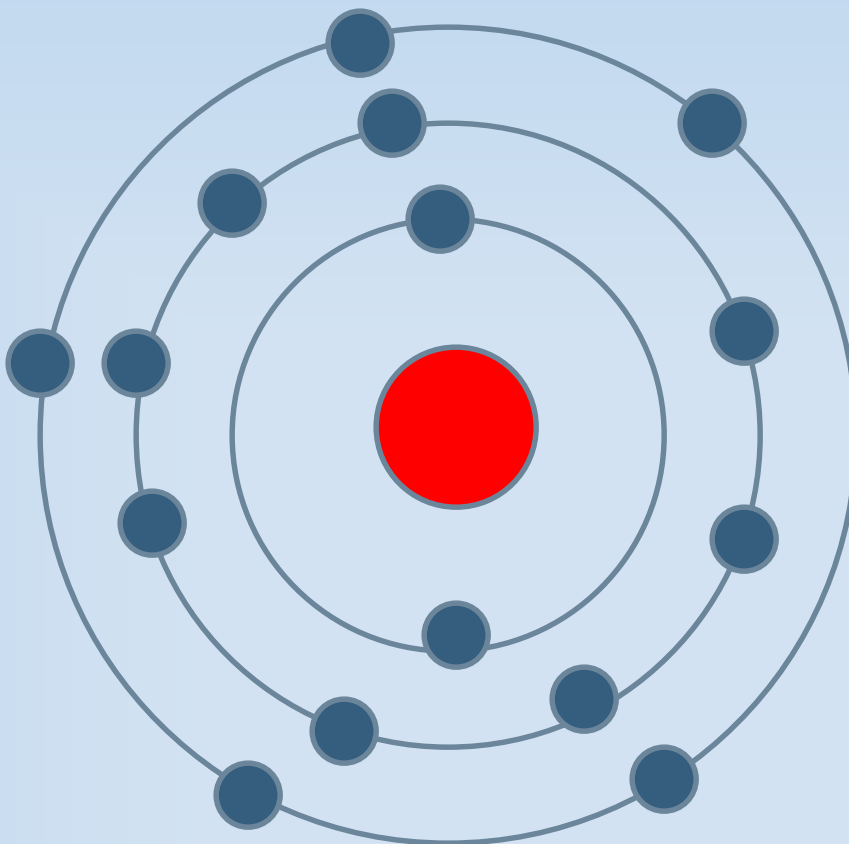
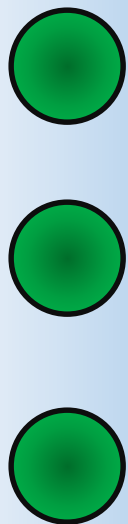


Rezerfordtiń atom planetar modeli

Atomniń pútkil massası
jıynalǵan orayında oń
zaryadlangan yadro jaylasqan.
Ulıwma alǵanda atom neytral
boladı. Yadro átirapında,
planetalarǵa uqsas, yadronıń
Kulon kúshleri tásirinde
elektronlar aylanadı.



Yadrolarda α – bólekshelerdiń shashırawı



Vodorod atomınıń sızıqlı spektri

Sızıqlı spektr bólekshelerdi yadro, atom, molekula átirapındaǵı energetikalıq halatlardıń birinshisinen ekinshisine ótiwinde, radiojiyilik hám gamma nurları diapazonında bolǵan, anıq jiyliktegi elektromagnit nurlanıwlardı shıǵarıw yaqı jutiw tásirinde payda boladı.

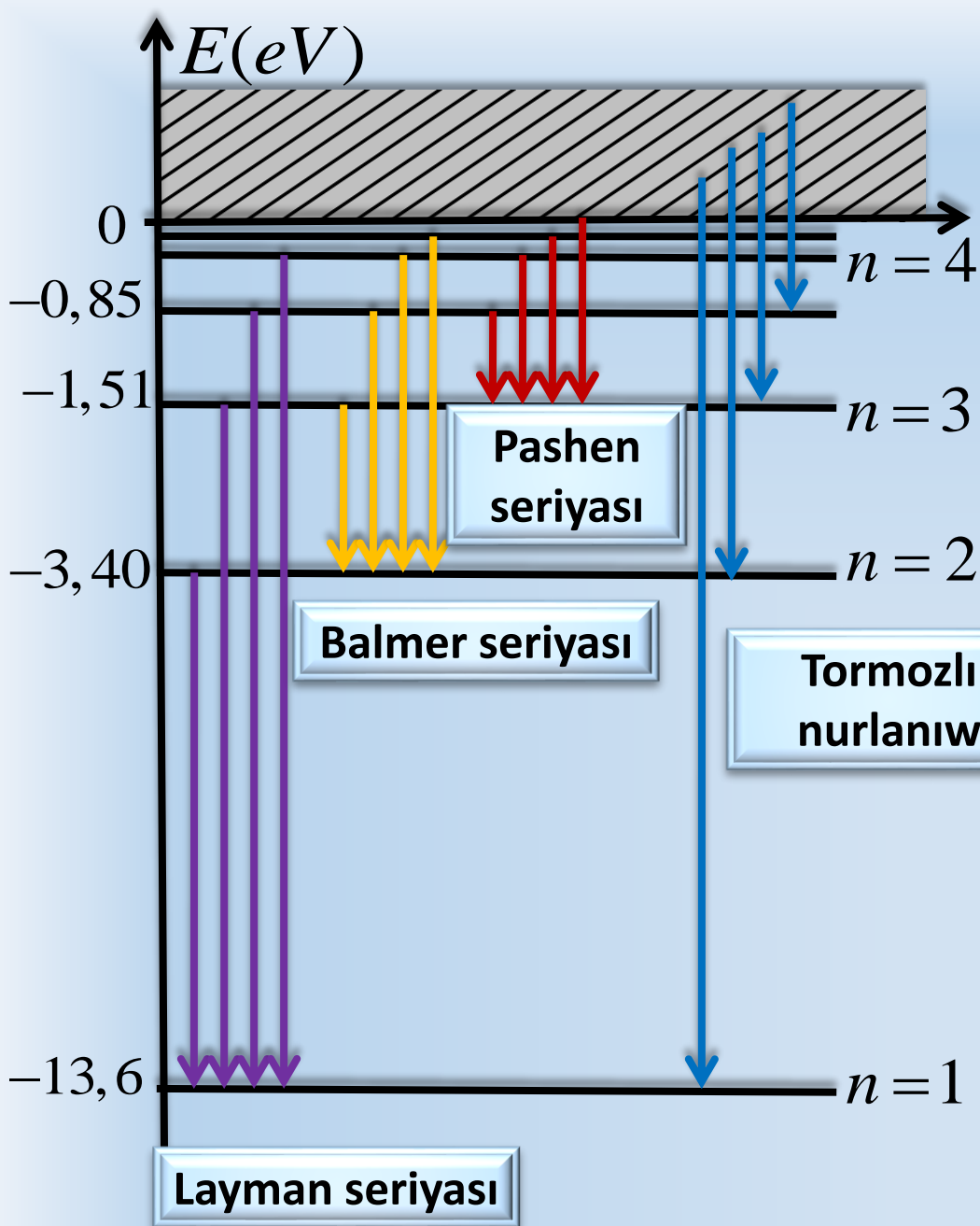
Balmerdiń ulıwmalasqan ańlatpası

$$\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = R' \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad (n = 3, 4, 5 \dots)$$

$$R' = 1,1 \cdot 10^7 \frac{1}{\text{m}}, \quad R = R' \cdot c = 3,29 \cdot 10^{15} \frac{1}{\text{s}}$$

Ridberg turaqlısı



**$n=1$ – Layman seriyası
(ultrafiolet nurlanıw)**

$$\nu = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$(n = 2, 3, 4, 5 \dots)$

**$n=2$ – Balmer seriyası
(aq nur)**

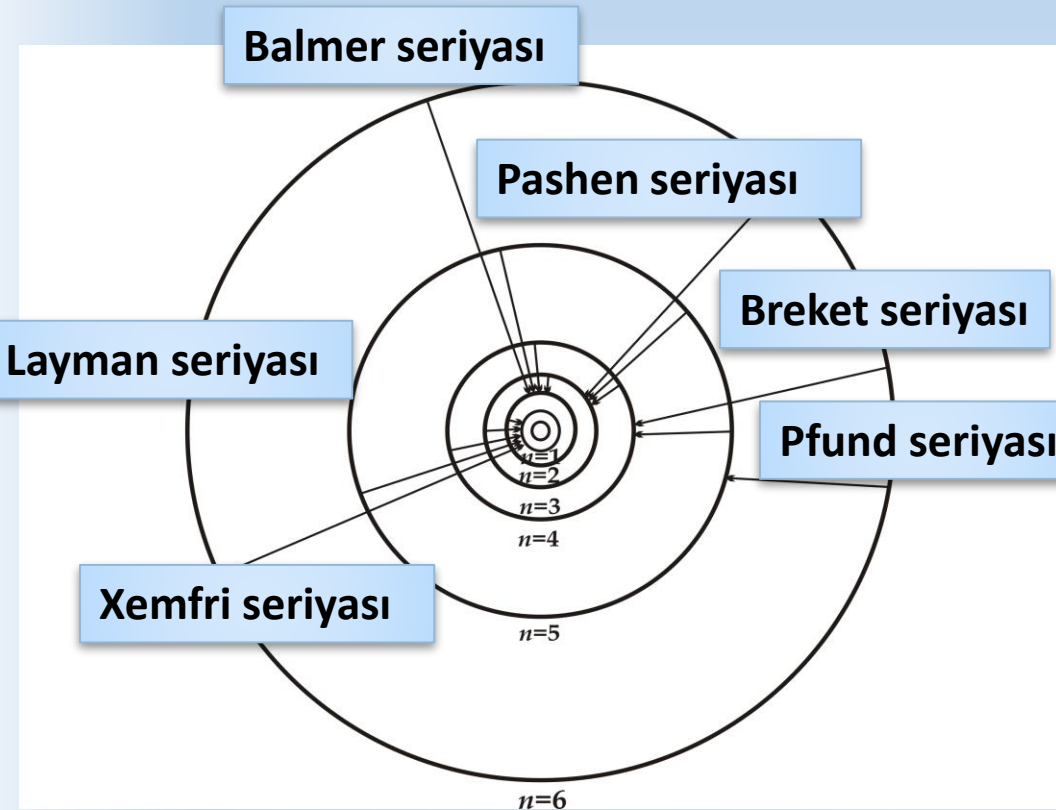
$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$(n = 3, 4, 5 \dots)$

**$n=3$ – Pashen seriyası
(infraqızıl nurlanıw)**

$$\nu = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$(n = 4, 5, 6 \dots)$



**$n=4$ – Breket seriyası
(infragızıl nurlanıw)**

$$\nu = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$(n = 5, 6, 7 \dots)$

**$n=5$ – Pfund seriyası
(infragızıl nurlanıw)**

$$\nu = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$(n = 6, 7, 8 \dots)$

**$n=6$ – Xemfri seriyası
(infragızıl nurlanıw)**

$$\nu = R \left(\frac{1}{6^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$(n = 7, 8, 9 \dots)$

Bor postulatları

Borun 1 – postulatı (stasionar halatlar postulatı):
stasionar halatlarda atom enerjisinin nurlanmadı.

Borun 2 - postulatı (jiyilikler qádesi):
atom bir halattan ekinshisine ótkende tómendegi energiyalı bir foton shıǵaradı yaki jutadı.

Tıyisli stasionar halatlar energiaları ayırması

$$h\nu = E_n - E_m$$
$$\hbar\omega = E_n - E_m$$

Bordiń 3 – postuladı (orbitalardıń kvantlanıw qádesi):
Atomnıń stacionar halatlarında, aylanbalı orbitalarda elektron hâreketlenip, impuls momentiniń kvantlanğan mánislerine iye boladı.

$$m_e V_n r_n = n\hbar \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

m_e – elektron massası, V_n – n - orbitadağı elektronnıń tezligi,
 r_n – n - orbita radiusı

Elektronnıń n – stacionar orbitası radiusı



$$r_n = n^2 \frac{\hbar^2 4\pi\epsilon_0}{m_e e^2}, \quad r_n = r_1 n^2$$

$(n = 1, 2, 3, \dots)$

Bordiń birinshi radiusı



$$r_1 = 5,28 \cdot 10^{-11} m$$

**1- hám n- stacionar orbitalardaǵı
elektronnıń háreket tezligi**

$$v_n = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar n} \quad v_n = \frac{v_1}{n}$$

$$v_1 = 2,2 \cdot 10^6 \text{ m / s}$$

**Vodorod atomı sistemasında
elektronnıń tolıq energiyası**

$$E_n = T_n + U_n$$

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{Z^2 m_e e^4}{32\pi^2 \hbar^2 \epsilon_0^2}$$

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

Vodorod atomınıń minimal energiyası

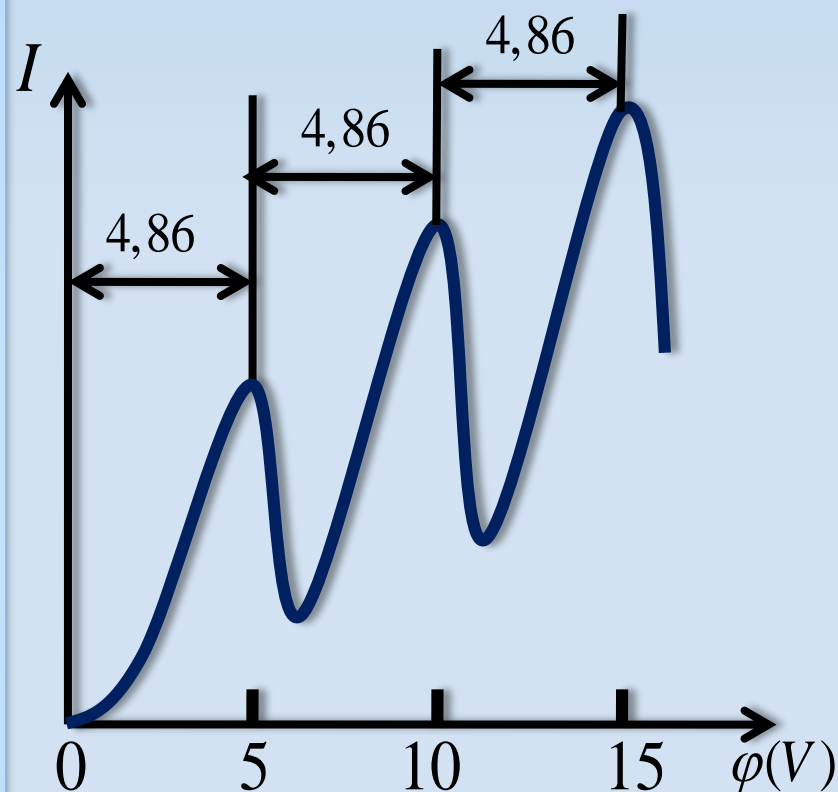
$$E_n = -13,6 \text{ eV}$$

Frank-Gerc tájiriybesi

Frank hám Gerc atomda stacionar halatlar barlıgın tájiriybede tastıyıqlağan.

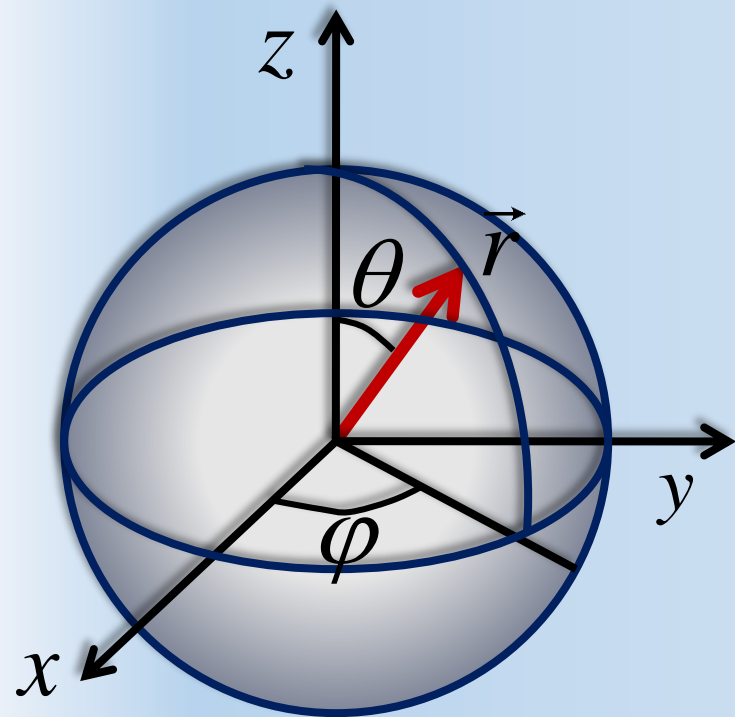
Sınap atomınıń birinshi qozdırılğan halatına 4,86 eV energiya tuwrı keledi. φ tezletiwshi potencial 4,86 V qa asırılǵanda elektronlar atomlar menen noelastikalıq soqlıǵıadı: elektron kinetikalıq energiyasın atomǵa uzatadı, tiykargı energitikalıq halat birinshi qozdırılğan halatqa ótiwdi ámelge asıradı.

φ kúsheytiwshi potencialdıń keyinshellı ósiwi, toktıń joqarıdaǵı sıyaqlı ósiwi hár 4,86 eV ta baqlanadı.



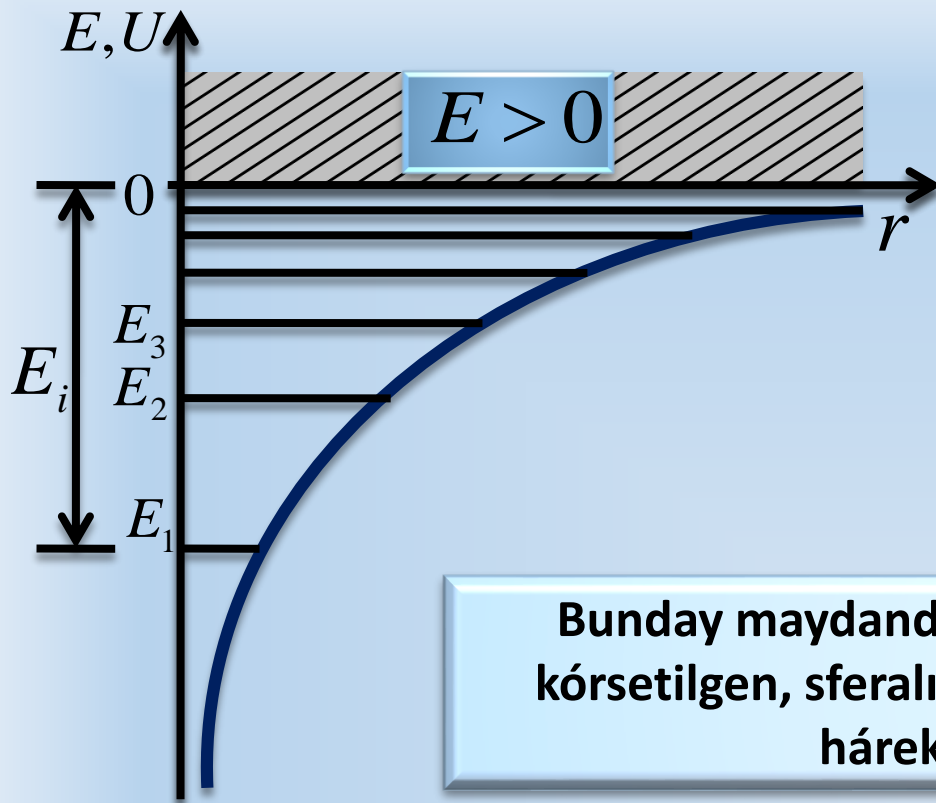
Kvant mexanikasında vodorod atomı

Háreketlenip atırğan elektronnıń de-Broyl tolqın uzınlıǵın atom ólshemleri menen salıstırsa boladı. Bul halda, elektronnıń tolqın qásiyetin klassikalıq fizika nızamları menen ańlatıw múmkin emes. Sol sebepli, atom sistemaları, fizika pániniń áhmiyetli ob'ekti sıpatında kórinedi hám olardı ańlatıw ushın kvant mexanikası nızamlarınan paydalanıwǵa tuwrı keledi.



Vodorod atomınıń maydanı – oraylıq maydan mısalı, bunday maydanda sferalıq koordinata sistemasınan paydalanıw qolay:

$$r, \theta, \varphi$$



Yadroniń elektr maydanındaǵı elektronniń potencial energiyası tómendegi ańlatpa menen anıqlanadı

$$U(r) = -\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

Bunday maydandaǵı elektronniń háreketin, súwrette kórsetilgen, sferalıq potencial shuqırılıqtaǵı elektronniń háreketi dep qaraw múmkin.

Elektron ushın Shredingerdiń stacionar teńlemesi

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\psi = 0$$

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}\right)\psi = 0$$

Atomdaǵı elektronniń energetikalıq spektri

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{Z^2 m_e e^4}{32\pi^2 \hbar^2 \epsilon_0^2}$$

Kvant sanlar

$$\psi = \psi_{nlm}(r, \theta, \varphi)$$

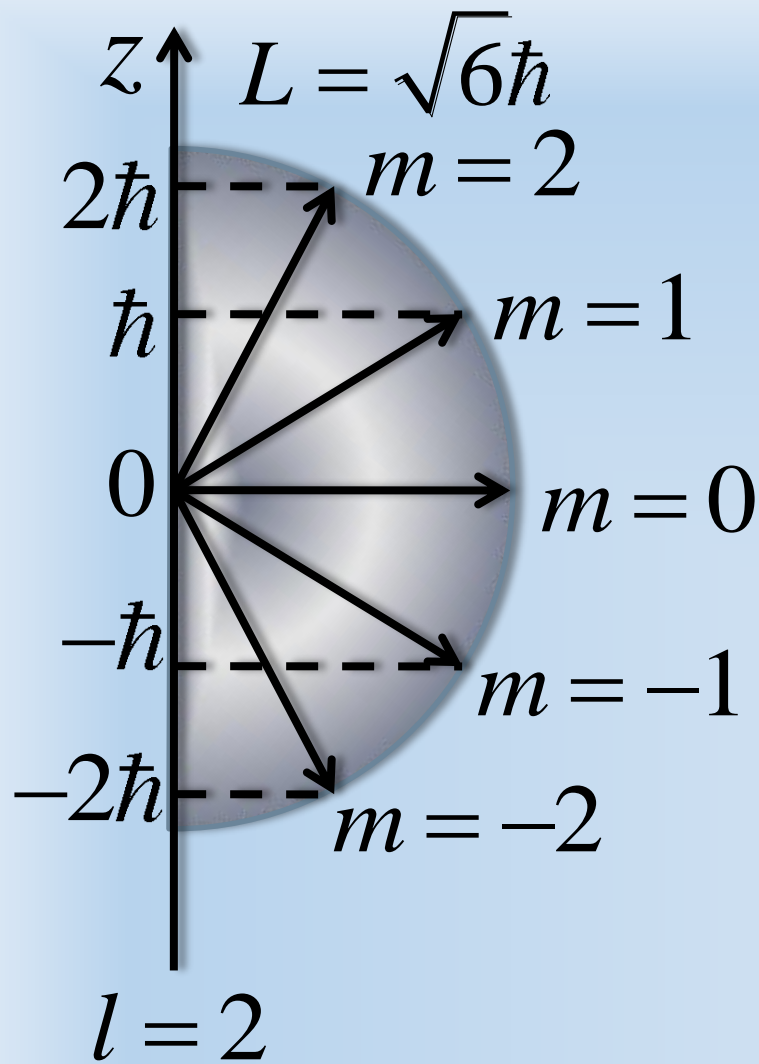
Menshikli funkciyalar

n – bas, l – orbital hám m –magnit kvant sanları menen anıqlanadı.

n - bas kvant sanı atomdağı elektronniń energetikalıq qáddilerin belgileydi: $n = 1, 2, 3, \dots$

l –orbital kvant sanı berilgen n tómendegi mánislerdi qabıl qıladı: $l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$ hám atomdağı elektronniń *impuls momentin* anıqlaydı.

$$|L| = \hbar \sqrt{l(l+1)}$$



Magnit kvant sanı m berilgen
 l tómendegi mánislerdi qabıl qıladı:

$$m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots \pm l$$

hám berilgen bağıtta L impuls momenti
muǵdarın belgileydi.

L elektronńıń orbital impuls momenti
keńislikte sonday orientaciyalardı qabıl
qıladı, bunda sırtqı maydan bağıtında
 L vektordıń proekciyası tek \hbar qa eseli
bolǵan kvantlanǵan sanlardı qabıl qıladı
(keńisliktegi kvantlanıw).

Impuls momenti proekciyanıń tek
 $2l+1$ mánislerin qabıl qıladı

$$L_z = \hbar m \quad \text{bul jerde}$$

$$m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots \pm l$$

n hám l kvant sanları elektron bultınıń forma hám ólshemlerin xarakterleydi, m kvant sanı bolsa keńisliktegi elektron bultınıń orientaciyasını xarakterleydi.

Orbital kvant sanınıń hár qıylı mánislerine sáykes keletuǵın halatlar impuls momentiniń mánisleri menen parqlanadı. Atom fizikasında l diń hár qıylı mánislerine tuwrı keletuǵın elektron halatları tómendegishe belgilenedi:

$l = 0$, halat bolatuǵın elektron S – elektron (S – halatındaǵı) dep ataladı,

$l = 1$, P – halat

$l = 2$, D – halat

$l = 3$, f – halat, hám t.b.

Elektron spini

Elektron keńisliktegi háreketine baylanıslı bolmaǵan, impulstıń menshikli mexanikalıq momentine – (S) spinge iye.

Spin, mexanikalıq momentke uqsas, tómendegishe *kvantlanadı*:

$$L_S = \hbar \sqrt{s(s+1)}$$

Z belgilengen baǵıt ushın *menshikli moment* proekciyaları

$$L_{S_z} = \hbar m_s$$

m_s —*magnit spin kvant sanı* tómendegi eki mániske iye

$$m_s = \pm \frac{1}{2}$$

Pauli principi

Kvant mexanikasınıń tiykargı nızamlarınan biri bolǵan Pauli principine tiykarlanıp, berilgen atomda n, l, m, s bir qıylı kvant sanları kompleksine iye bolǵan eki elektron bar bolmaydı.

Kvant fizikasında massa, elektr zaryadı, spin hám b. sıyaqlı bir qıylı qásiyetke iye bolǵan bóleksheler *uqsas bóleksheler* esaplanadı.

Uqsas bólekshelerdi parq etip bolmaw principini:
tájiriybede olardı bir-birinen parq ete almaw.

Yarım spinli bóleksheler (elektronlar, protonlar, hám neytronlar) anti-simmetriyalıq tolqın funkciyalar menen ańlatıladı hám Fermi-Dirak statistikasına boysınadı: bunday bóleksheler *fermionlar* dep ataladı.

Nol yaki pútin sanlı spinli bóleksheler (π -mezonlar, fotonlar) simmetriyalıq tolqın funkciyalar menen ańlatıladı hám Boze-Eynshteyn statistikasına boysınadı: bunday bóleksheler *bozonlar* dep ataladı.

PAYDALANÍLGAN ÁDEBIYATLAR

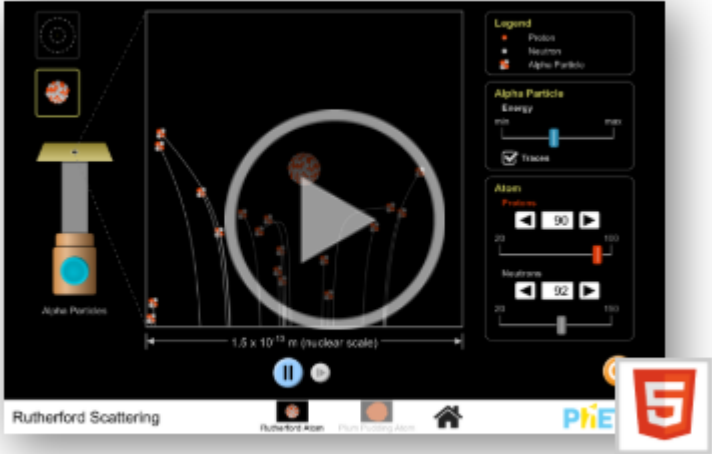
1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. "Aloqachi nashriyoti". 2018 y. O'zR OO'MTV 2017.24.08 dagi "603"-sonli buyrug'i.
2. B.A.Ibragimov, G.Q.Atajanova. "FIZIKA". Oqıwlıq. Tashkent. 2018 j.
3. Q.P.Abduraxmanov, O'.Egamov. "FIZIKA". Darslik. Toshkent. O'quv-ta'lim metodika" 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 multimedialı ma'ruzalar to'plamı". 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/rutherford-scattering>

Rutherford Scattering



Alpha Particles

1.5 x 10⁻¹³ m (nuclear scale)

Legend

- Proton
- Neutron
- Alpha Particle

Alpha Particle Energy

min max

Traces

Atom

Protons

Neutrons

90 92

Rutherford Scattering

PhET

5


DOWNLOAD

EMBED

- Atomic Nuclei
- Atomic Structure
- Quantum Mechanics


DONATE

PhET is supported by



Promethean[™]

and educators like you.



PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/hydrogen-atom>

Models of the Hydrogen Atom



- Quantum Mechanics
- Hydrogen Atom
- Bohr Model



DONATE

PhET is supported by



and educators like you.

↓ DOWNLOAD

</> EMBED