**10-lekciya. Аtоmlardıń sızıqlı spеktrleri.**

**Reje:**

1. Bоr pоstulаtları.
2. Vоdоrоd аtоmı. Kvant sanlar.
3. Pаulı principi. Аtоmlardа elеktrоnlardıń enеrgеtikalıq qáddiler boyınsha bólisdiriliwi.

**1. Bor postulatları**

1913 jılı Daniyalı fizik N.Bor atomǵa baylanıslı ózgesheliklerdi túsinip jetiwge urınıp kóredi. Ol sızıqlı spektrlerdiń empirik nızamlıqların, Rezerfordtıń atom yadrolıq modelin hám jaqtılıqtıń nurlanıwı hám jutılıwınıń kvant xarakterin bir pútin etip baylanısdirıwǵa háreket etken. Bor teoriyası tiykarǵı eki postulattan ibarat.

**Bordıń birinshi postulatı:** stacionar jaǵdaylarda atom energiyanı nurlatpaydı. Bunda , elektron sheńber orbitasında háreketlenip, tómendegi shartti qanaatlandırıwshı impuls momentiniń diskret – kvantlanǵan mánislerine iye boladı:

 , (1.1)

Bul jerde *m*–elektron sáykessası, *υ* – radius *rd*, bolǵan *n* shi orbitadaǵı elektronnıń tezligi,.

**Bordıń ekinshi postulatı:** atomnıń energiyanı jutıwı hám nurlanıwı bir stacionar jaǵdaydan ekinshisine ótiwi júz beredi.

 , (1.2)

Bul jerde, *hν* – nurlanǵan yamasa jutılǵan energiyası, *En* >*Em*, bolǵanda kvant nurlanıwı júz beredi.

*En* <*Em* bolǵanda kvant jutıladı.

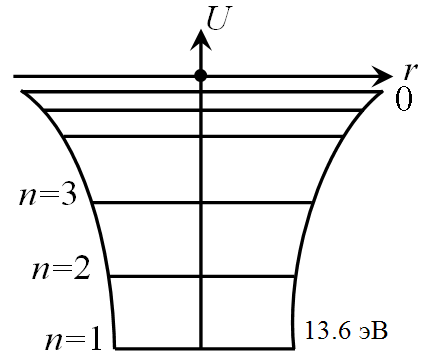
**2. Vdorod atomı. Kvant sanlar**

Eń apiwayı bolǵan vodorod atomın kóremiz (1 - súwret). Vdorod atomınıń potencial shuqırlıǵında elektron teris energiyaǵa iye:

 , (2.1)

*r*→0 bolǵanda elektron anergiyası sheksiz mániske umtıladı.

*U* → -∞, *r* → -∞ bolǵanda elektron energiyası nolge qaray baradı.



**1 - súwret. Vodorod atomınıń energetik diagramsáykesı**

Vodorod atomınıń stacionar jaǵdayları ushın Shredinger teńlemesi tómendegi kóriniske iye boladı:

 , (2.2)

Bul teńlemeniń sheshimi tómendegi nátiyjelerge alıp keledi.

1) Vodorod atomında elektron diskret energetik spektrge iye boladı. Energiyanıń jeke mánisleri tómendegi mánis penen ańlatıladı.

 , (2.3)

Bul jerde -universal turaqlı.

*n* artıw menen energiya qáddileri *U* = 0 ge háreketlenedi hám bir-birine jaqınlasadı, áste-aqırınlıq penen tolıǵı menen spektrge ótedi.

1 - súwrette vodorod atomınıń potencial shuqırlıǵındaǵı energetik qáddilerdiń jaylasıwı keldirilgen;

2) Shredinger teńlemesiniń sferik koordinatalarındaǵı sheshimi, atomındaǵı elektronnıń jaǵdayı, *L* impulsiniń orbital momenti menen xarakterleniwin kórsetedi.

Implustiń orbital momentde bir qatar diskret mánislerdi qabıllaydı.

 , (2.4)

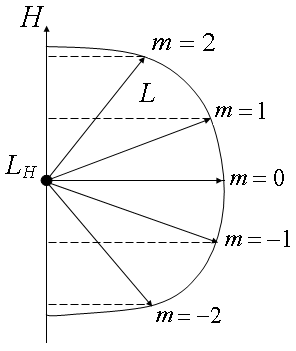
Bul jerde  - orbital kvant sanı dep ataladı hám ol tómendegi mánislerdi qabıllaydı:

 ;

3) Implustiń orbital moment magnit maydanınıń saylanǵan baǵıtına qarap burıladı hám onıń sol baǵıtqa proekciyası diskret mánislerge iye boladı (2 - súwret).

 , (2.5)

*m* – magnit kvant sanı dep ataladı hám ol bárshe pútin sanlardı qabıl etedi.



**2 –súwret. Magnit kvant sanınıń kvantlanıwı**



Ulıwma aytqanda, magnit kvant sanı mánislerin qabıl etiwi múmkin.

4) Elektron impulsiniń jeke momentine – spinge iye. Spin – sáykessa hám zaryadqa uqsas, elektronnıń birlemshi ózgeshelikleriniń biri. Spin mánisi kvant mexanikasınıń ulıwmalıq nızamları menen anıqladı.

 , (2.6)

*S* – spin kvant sanlardan biri.

Spinniń belgilengen magnit maydanı baǵıtında proekciyası kvantlanǵan.

 , (2.7)

Spin kvant sanı hám *ms* tekǵana eki mánisti qabıl etadı.



(2.2) –teńlemeniń sheshimi bolǵan tolqın funkciyası *n*, , *m* úsh parametrdi óz ishine aladı. Spin spektral sızıqlardıń názik strukturasın túsindiriw ushın qabıl etilgen.

Elektronnıń energiyası tek *n* – bas kvant sanına baylanıslı bolǵanı hám , *m* ge baylanıslı bolmaǵanı ushın, *En* enegriyanıń berilgen mánisine birǵana emes *n*, , *m* kvant sanları menen parqlanatuǵın bir neshe energetik jaǵdaylar tuwrı keledi. Bunday energetik jaǵdaylar **buzılǵan jaǵdaylar** dep ataladı.

Buzılǵan energetik jaǵdaylar sanı *En* energetik qáddiniń buzılǵanlıq tártibin belgileydi.

Mısalı,  kvant sanına , *m* kvant sanınıńmánisleri tuwrı keledi. *n* kvant sanına kvant sanınıń mánisleri tuwrı keledi. Demek, berilgen *n* bas kvant sanına

 , (2.8)

mánisler tuwrı keledi.

* Orbital kvant sanınıń hár qıylı mánislerine sáykes keletuǵın jaǵdaylar impuls momentiniń mánisleri menen parqlanadı. Atom fizikasında diń hár qıylı mánislerine tuwrı keletuǵın elektron jaǵdayları tómendegishe belgilengen:

 jaǵdayda bolǵan elektron *S* – elektron (*S* – jaǵdaydaǵı ) dep ataladı,

 – *P* –jaǵday

 – *D* – jaǵday

 – *ƒ* – jaǵday

hám t.b. elektronnıń tómendegi jaǵdayları bar bolıwı múmkin:

1*s*, 2*s*, 2*p*, 3*s*, 3*p*, 3*d*, 4*s*, 4*p*, 4*d*, 4*f*  hám basqalar.

Jaqtılıqtıń nurlanıwı yamasa jutılıwı elektrondı joqarında kórsetilgen bir qáddiden ekinshisine ótiwinde júzege keledi.

Solay etip, Layman seriyaları *np* → 1*s* (*n* = 2, 3, 4,……) ótiwinde, Balmer seriyaları *ns* → 2*p* (*n* = 3, 4, 5,……) ótiwinde kóriledi

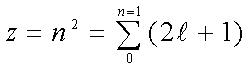
**3.  Pauli principi. Аtоmlardа elеktrоnlardıń enеrgеtikalıq qáddiler boyınsha bólisdiriliwi.**

Vodorod atomınan ayrıqsha,  kóp elektronlı atomlarda da hár bir elektronnıń awhalı sol 4 dana kvant sanları menen sapası súwretlenedi. Elektronlar arasındaǵı óz-ara tásirler bar ekenligi olar energiyasınıń aynıǵanlıǵın joqqa shıǵaradı.

Atomnıń ádetdegi qózǵalmaǵan jaǵdayında elektronlar eń tómen eergetik qáddide jaylasqan boladı. Usınıń sebebinen,  qálegen atomlardan ádetdegi jaǵdayda barlıq elektronlar,  tap 1s   (n= 1,  clip_image002 = 0)  jaǵdayda bolıwı zárúr sıyaqlı kórinedi.

Biraq tájiriybede bul jaǵday baqlanbaydı. Sebebi kvant mexanikasınıń tiykarǵı nızamlarlanıp biri bolǵan Pauli principine tiykarlanıp berilgen atomda n,  clip_image002,  m,  s birdey kvant sanları kompleksine iye bolǵan eki elektron bar bolmaydı. Basqasha etip aytqanda,  bir energetik jaǵdayda bir waqıtta eki birdey elektron bola almaydı.

Usınıń sebebinen,  berilgen n nıń mánislerine clip_image002 va m mánisleri menen parıqlanıwshı n2 halatlar sáykes keledi,  yaǵnıy energetik jaǵdaynıń aynıǵanlıq dárejesi tómendegiden ibarat boladı:



S kvant sanı tek eki clip_image007 mánisti qabıl etedi. Usınıń sebebinen berilgen n mánislerine tiyisli jaǵdaylarda atomda 2n2elektronlar boladı.

Mısal ushın: n = 1 bolsa,  (clip_image002 = 0  S-jaǵdayda)  atomda eki elektron boladı.

n = 2 bolsa,  (clip_image002 = 0 2s jaǵdayda 2 elektron,  2r-jaǵdayda 6 elektron)  jámi 8 dana elektron boladı.

n = 3  bólsa,  (3s-jaǵdayda eki elektron,  3r-jaǵdayda 6 elektron,  3d jaǵdayda 10  elektron)  jámi 18 dana elektronlar boladı.

n kvant sanınıń birdey mánislerine tuwrı keliwshi elektronlar kompleksi elektron qabıǵın quraydı. Sol qabıq clip_image008 kvant sanınıń mánislerine sáykes qabıqdıń bir bóleklengen bólegin quraydı. Atomnıń elektron qabıqları tómendegishe belgilenedi:

**n          1    2    3    4    5**

**qabıqlar    K    L   M   N   0**

Pauli principi atom qásiyetleriniń udayı tákirarlanatuǵınlıq qaytarılıwın ańsatǵana túsindiredi.

Mendeleevtiń elementler udayı tákirarlanatuǵın sisteması dúzilisin qaray shıǵamız.

Vodorod atomı bir elektronǵa iye. Náwbettegi atom aldınǵısınan bir elektronǵa parıq etedi,  yaǵnıy yadro zaryadın tek bir zaryad birligine asıra aladı.

Vodoroddan keyingi geliy atomında 2 dana elektron bar hám K qabıǵı tolǵan boladı.

Geliy atomında eki elektron K  qabıǵındaǵı S-jaǵdayda bir-birine antiparallel spinlerge iye bolǵan halda jaylasadı. 1s2  1s-jaǵdayda 2 dana elektron bar ekenin ańlatadı

Litiy atomı 3 dana elektronnan ibarat. 1s -jaǵdayda 2 dana elektron,   2s-jaǵdayda 1 dana elektron jaylasqan.

         Tórtinshi element Berilliyda 2s jaǵday elektronlar menen tolǵan bolıp,  jámi 4 dana elektronǵa iye boladı hám taǵı basqa.

**Tekseriw ushın sorawlar**

1.        L.De-Broyl teoriyası,  tolqın uzınlıǵı zat bóleksheleriniń korpuskulyar-tolqın dualizm túsindiriń.

2.        Jermer-Devissen tájiriybelerin túsindirip beriń.

3.        Geyzenberg anıq emeslikler qatnası neni túsindiredi?

4.        Tolqın funkciyası ne? Mánisin túsindiriń.

5.        Mikrobólekshelerdiń halatı kvant mexanikasında qanday teńleme menen anıqlanadı.

6.        Tolqın funkciyasına qoyılatuǵın shártlerdi birme-bir aytıp beriń?

7.        Stacionar halat ushın Shredinger teńlemesi qanday kóriniste boladı?

8.        Shredinger teńlemesin qaptal sheksiz bolǵan potencial shuqırda turǵan bólekshege nátiyjeni ámelde qollanıp kórsetiń?

9.        Tunnel effekti ne?

10.     Siyreklestirilgen gazlardıń  sızıqlı spektrleri haqqında túsinik beriń.

11.     Atom yadrosı. Vodorod atomı ushın N.Bor teoriyası. Energiyanıń kvantlanıwın túsindiriń.

12.     Vodorod atomı ushın Shredinger teńlemesin qollań? Energiya,  impul's hám impul's momentleri kvantlanıwı ne? Kvant sanların túsindiriń. Spin ne?

13.     Bólekshelerdiń energetik qáddide bóliniwin kórsetiń?

14.     Pauli principi ne?