

3-MARUZA: Atom tuzilishi, atomlardagi elektronlarning taqsimlanishi.

Reja:

1. Atomning tuzilishi
2. Atomning planetar modeli
3. **Plank doimiysi va kvantlar nazariyasi**
4. **Atom orbitallarida elektronlarning joylashish tartibi. Xund qoidasi**
5. **Elektronlarning atomdagi holatlari**

Rezerford nazariyasiga muvofiq, elektronlar yadro atrofida ma'lum traektoriya bilan aylanib turganida yadro bilan elektronlar orasidagi tortilish kuchi ($l \cdot l_1/r^2$), elektronlarning markazdan qochish kuchi (mv^2/r) bilan muvozanatda bo'ladi, ya'ni $mv^2/r = l \cdot l_1/r^2$ yoki $l = l_1$ bo'lgani uchun $mv^2/r = l^2/r^2$, bu erda m-elektron massasi, v-uning tezligi, e-uning zaryadi, l_1 -yadro zaryadi, r-yadro bilan elektron orasidagi masofa.

E.Rezerford nazariyasi yordamida elementlarning ko'pgina fizik va kimyoviy xossalari izohlab berish mumkin bo'ldi. Ammo klassik elektrodinamikaga muvofiq elektr zaryadiga ega bo'lgan biror jism harakat qilsa, u o'zidan elektromagnit nur chiqarishi lozim va buning natijasida uning energiyasi albatta kamayishi kerak va natijada elektron yadroga tushishi kerak. Demak, atom beqaror bo'lishi kerak edi. Undan tashqari, agar E.Rezerford nazariyasi qoniqarli nazariya bo'lganda edi, elementlarning atom spektrlari yoppa spektrlar bo'lishi kerak edi. Ammo, barcha elementlarning spektrlari ayrim-ayrim chiziqlardan iborat. E. Rezerford nazariyasidagi kamchiliklarni bartaraf qilish uchun klassik mexanika va elektrodinamikaning qonunlari atomlar ichida manfiy va musbat zaryadlarga ega bo'lgan kichik zarrachalar o'rtasidagi mavjud bo'ladigan protsesslarga qo'llanila olmaydi deb faraz qilish shart edi. Bu vazifani bajarishda birinchi bo'lib 1913 yilda daniyalik olim N.Bor kvantlar nazariyasiga (kvantlar mexanikasi) murojaat qildi. U E.Rezerford fikriga va Plankning kvantlar nazariyasiga asoslanib atom tuzilishi kvant nazariyasini yaratdi.

Plank doimiysi va kvantlar nazariyasi M.Plank 1900 yilda kvantlar nazariyasini maydonga tashladi. Kvant nazariyasiga muvofiq har qanday nur energiyasi uzluksiz oqim bo'lib emas, balki alohida portsiyalar (kvantlar) holida ajralib chiqadi va shu holda yutiladi. Kvant energiyasining kattaligi (E) nurning (tebranish soni) chastotasi (ν) ga to'g'ri proporsional, ya'ni kvant energiyaning kattaligi (E) Plank tenglamasi yordamida hisoblanadi: $E=h\nu$. Bu erda h-Plank doimiysi, u $6,6 \cdot 10^{-27}$ erg.sek. yoki $6,624 \cdot 10^{-34}$ j.sek. ga teng. $\nu=c/\lambda$; c-yorug'lik tezligi, λ -yorug'likning to'lqin uzunligi. Plank tenglamasiga muvofiq $E=h\nu = hc/\lambda$ Quyidagi tenglamalar asosida, ya'ni $E=mc^2$ va $E=h\nu=hc/\lambda$ asosida $mc^2=hc/\lambda$ ni hosil qilish mumkin. Bu tenglamadan λ ni topsak: $\lambda = hc/mc^2 = h/mc$ hosil bo'ladi. Bu tenglama foton impulsi (korpuskula) mc bilan nurning to'lqin uzunligi orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi. Shuning asosida 1924 yil de-Broyl fotonlar harakatining ikki yoqlama, ya'ni ham korpuskulyar, ham to'lqinsimon tabiatga ega ekanligi haqida har qanday zarracha harakati uchun ham qo'llash mumkin, degan xulosaga keldi, ya'ni $\lambda=h/mc=h/mv$.

Bu erda m-zarrachaning massasi, v-ularning tezligi, h-Plank domiyligi. Bu to'lqinlar

de-Broyl to'liqlari deyiladi. De-Broyl formulasi, olib borilgan tadqiqolar natijasida isbot etildi. P.S.Tartanovskiy elektronlarning difraktsiyaga uchrashi misolida de-Broyl formulasining to'g'ri ekanligi tasdiqlandi. Keyinchalik, neytron, proton, geliy atomi, vodorod molekulasini ham difraktsiya hodisasiga uchrashi kuzatildi. Hozirda mikroskoplar zarrachalarining to'liq xususiyatlaridan elektronografiya, neytronografiya va boshqa sohalarida keng foydalanilmoqda.

Nils Bor nazariyasi. Nils Bor 1913 yilda vodorod atomining tuzilishi nazariyasini taklif qildi. Nils Bor o'zining nazariyasini yaratishda E.Rezerford modeliga va Plankning kvantlar nazariyasiga asoslandi va vodorod atomining modelini nazariy jihatdan asosladi. Shuning natijasida o'zining quyidagi ikki postulatin yaratdi: 1-postulat. Elektron atom yadrosi atrofida ixtiyoriy orbitada emas, balki aniq, muayan orbita bo'yicha (ma'lum energiya darajasiga mos keladigan orbitalar bo'ylab) harakat qiladi. Elektronlar shu orbitalar bo'ylab harakatlanayotganda o'zidan energiya chiqarmaydi, demak, atom barqaror statsionar holatda harakatda bo'ladi.

Klassik mehanika nazariyasiga ko'ra, agar ma'lum bir markaz atrofida aylanma harakat qilayotgan jismning vaqt birligidagi harakat miqdori mvr bilan ifodalanadi. Bu erdagi m – harakatlanayotgan jism massasi, r -aylananing radiusi, v -harakat tezligi. Klassik mexanika qoidalariga ko'ra, bu formuladagi r va v uzluksiz qiymatga ega bo'lishi mumkin. Kvantlar mehanikasi qoidalariga ko'ra, harakatdagi ma'lum massaga ega bo'lgan (jism) zarracha zapas energiyaga ega bo'lib, bu sistemaning energiyasi va r, v kattaliklar faqat ma'lum miqdorlarga ega bo'lishi mumkin. Modomiki shunday ekan, harakatlanayotgan zarrachaning vaqt birligidagi harakat miqdori mvr ham faqat ma'lum kattaliklarga ega bo'lishi kerak. Kvantlar mexanikasi qoidasiga ko'ra harakatlanayotgan zarrachaning vaqt birligidagi harakat miqdori $h/2\pi$ bilan ifodalanadi. Zarrachaning harakat miqdori quyidagi qiymatlarga ega bo'lishi mumkin. $h/2\pi$ yoki $h/2\pi \cdot n$, bu erda $n=1,2,3,4... \infty$ bo'lishi mumkin. Demak, yozish mumkin

$$mvr = \frac{h}{2\pi} \cdot n$$

Bu matematik formula shuni ko'rsatadiki, atom yadrosi atrofida harakat qilayotgan elektronlar orbitalari kvantlanganligini ifodalaydi. Agar formuladagi $n=1$ bo'lsa, u holda, vodorod atomi normal holatda bo'ladi. Agar $n=2,3,4,5,...\infty$ bo'lsa, bunday holda, vodorod atomi g'alayonlangan holatda bo'ladi. (5 rasm). Normal holatdagi vodorod tashqi muhitdan qo'shimcha energiya qabul qilsa, g'alayonlangan holatga o'tadi. Bu holda vodorod atomidagi elektron birinchi orbitadan ($n=1$) boshqa, ya'ni yadrodan uzoqroq orbitalarning biriga ($n=2,3,...$) o'tib, o'sha orbita bo'ylab harakat qila boshlaydi. Demak, g'alayonlangan atomdagi elektron energiyasi g'alayonlanmagan atomdagi elektronning energiyasidan ortiq bo'ladi. Lekin, atomning g'alayonlangan holati nihoyatda qisqa muddatlidir: u sekundning yuz million ulushi qadar oz vaqt davom etadi. So'ngra, yadroga yaqin orbitalarning biriga va nihoyat birinchi orbitaga (yoki to'g'ridan-to'g'ri birinchi orbitaga qaytib o'tadi). Atomdagi elektronning harakatlanishdagi tezligi $-v$ va radiusi $-r$ qanday qiymatlarga ega bo'lishi mumkin? Bu savolga javob berish uchun

$$mvr = \frac{h}{2\pi} n$$

formuladan v ni qiymatini topib,

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{l \cdot l_1}{r^2}$$

(a) formulaga qo'yib echish natijisida quyidagi xulosalarga kelamiz:

$$mvr = \frac{h}{2\pi} n, \quad v = \frac{h}{mr2\pi} \cdot n$$

v ning qiymatini (a) formulaga qo'yamiz:

$$m \frac{\frac{h^2}{m^2 r^2 4\pi^2 \cdot n^2}}{r} = \frac{l \cdot l_1}{r^2} ; \quad \frac{m \cdot h^2 n^2}{m^2 r^3 \cdot 4\pi^2} = \frac{l \cdot l_1}{r^2} ; \quad \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 mr} = l \cdot l_1$$

$$h^2 n^2 = l \cdot l_1 4\pi^2 mr ; \quad r_n = \frac{h^2}{4\pi^2 m \cdot l \cdot l_1} \cdot n^2$$

bu erda $n=1,2,3...\infty$ h- Plank doimiyligi, ℓ -elektron zaryadi - $1,60206 \cdot 10^{-19}$ kulon. ℓ 1-atomning yadro zaryadi - $+1,60206 \cdot 10^{-19}$ kulon $4\pi^2$ -aylananing yuzi. Formulaning o'ng tomonidagi qiymatlarni qo'yib r ni hisoblansa, vodorod atomidagi orbitaning radiusi $0,53 A_0$ ga tengligini ko'ramiz. Ikkinchi orbitaning radiusi birinchi orbitaga qaraganda 4 marta, uchinchi orbitaniki esa 9 marta kattadir, binobarin $r_1 : r_2 : r_3 \dots = 1:4:9$ dir.

Endi

$$mvr = \frac{h}{2\pi} \cdot n$$

dan r ni topsak

$$r = \frac{h}{mv \cdot 2\pi} n$$

bo'ladi. r ning qiymatini

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{l \cdot l_1}{r^2}$$

ga qo'ysak,

$$\frac{\frac{mv^2}{h}}{mv2\pi} n = \frac{\frac{l \cdot l_1}{h^2}}{m^2 v^2 \cdot 4\pi^2} n^2 ; \quad \frac{mv^2 \cdot mv \cdot 2\pi}{h \cdot n} = \frac{l \cdot l_1 \cdot m^2 v^2 \cdot 4\pi^2}{h^2 \cdot n^2}$$

$$v \cdot h \cdot n = 2\pi \ell \cdot l_1, \quad v_n = \frac{2\pi \cdot l \cdot l_1}{h} \cdot \frac{1}{n}$$

Agar $n=1$ bo'lsa, formulani o'ng tomondagi qiymatlarni qo'yib v ni hisoblansa, vodorod atomidagi elektronning kvantlangan birinchi orbitadagi harakat tezligi - $v=2187$ km/sekundga teng bo'ladi. Ikkinchi kvantlangan orbitadagi elektronning tezligi ikki marta,

uchinchi orbitadagi elektronning tezligi uch marta kichikdir. Demak, $V_1:V_2:V_3:.....=1/1:1/2:1/3:....$. N.Borning ikkinchi postulati. Agar yadroga yaqin orbitalardan birida harakat qilayotgan elektron yadrodan uzoqroqdagi orbitalardan biriga o'tganda, u kvant energiya yutadi. Atom yadrosidan uzoqroq orbitalardan birida harakatlanayotgan elektron, yadroga yaqin orbitaga o'tganda, u kvant energiya chiqaradi. (5 rasm) Bu kvantning kattaligi dastlabki va oxirgi holatlarning energiyalari orasidagi ayrimaga tengdir: $\Delta E=E_2-E_1=h\nu$; $E_3-E_1=h\nu_2$ va xokazo.

$$\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

Bu erda berilmagan matematik usullar yordamida ushbu formulani o'zgartirsak, u Bor formulasiga aylanadi:

$$\nu = 3,3 \cdot 10^{15} \left[\frac{1}{n^2_{\text{якни}}} - \frac{1}{n^2_{\text{узоқ}}} \right] \text{сек}^{-1}$$

N.Bor vodorod spektrining hosil bo'lish mexanizmini quyidagicha tushuntirdi. Elektron birinchi statsionar orbitadan uzoqroqdagi biror orbitaga o'tishida energiya yutadi va uning oldingi orbitaga qaytishida nurlanish sodir bo'ladi, spektrda esa shunga muvofiq chiziqli hosil bo'ladi. Bu (Layman seriyasi) seriya spektrning oddiy ko'z bilan ko'rib bo'lmaydigan ultrabinafsha nurlariga to'g'ri keladi. Bu nazariya spektrlarda kuzatiladigan juda ko'p hodisalarni to'g'ri tushintirishda ojizlik qiladi.

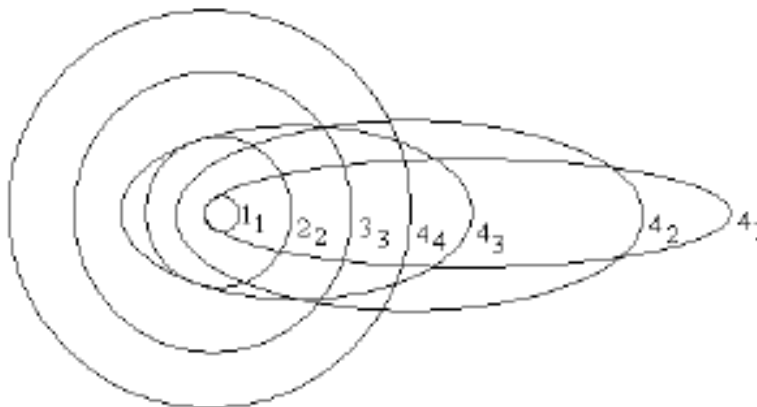
Bor nazariyasini mukammallashtirilishi Vodorod atomidagi elektron aylana bo'ylab harakat qiladi deb qaraldi. Aslida qaraganda vodorod atomining modelini E.Rezerford va N.Bor tomonidan planetar sistema deb qaralgan. Modomiki shunday ekan, Kepler qonuniga ko'ra elektron yadro atrofida ellips bo'ylab harakat qilishi kerak. Shuning uchun 1915 yili Zommerfeld N.Bor nazariyasini takomillashtirish uchun quyidagicha fikr yuritdi. Aylana shakldagi kvant orbitalarni xarakterlash uchun bitta kvant son kifoya qilsa, ellips shaklidagi kvant orbitalarni xarakterlash uchun bitta kvant son etarli emas. Aslida ellips uchun (av) va qisqa (vs) yarim o'qlar bilan belgilanadi. (7 rasm).

Klassik mexanikada ellips o'qlarining bir-biriga bo'lgan nisbati uzluksiz o'zgarsa, kvant mexanikasida esa bu nisbatlar ma'lum miqdorlarga teng bo'lishi mumkin. Boshqacha qilib aytganda, ma'lum portsiyalar bilan o'zgaradi - kvantlanadi. Uzun yarim o'q bosh kvant soni - n ni ifodalaydi, qisqa yarim o'q esa qo'shimcha kvant sonini ifodalaydi va u uzun o'qni muayyan bir qismiga teng bo'la olishi mumkin. Ular o'rtasidagi nisbat:

$$\frac{\text{Qisqa yarim o'q}}{\text{uzun yarim o'q}} = \frac{bc}{ab} = \frac{\text{qo'shimcha kvant soni}}{\text{bosh kvant soni}} = \frac{K}{n} \text{ bo'lishi kerak.}$$

Qo'shimcha kvant sonini Zommerfeld «K» harfi bilan belgiladi. «K» ni o'zgarishi 1 dan n gacha o'zgarishi mumkin. Vodorod atomi statsionar (normal) holatda bo'lganda, elektron birinchi kvant orbita bo'ylab, ya'ni aylana bo'ylab harakat qiladi. U holda $n=1$, $k=1$, ya'ni 1/1 yoki 11 deb yozish mumkin. Agar atom g'alayonlangan holatda bo'lsa, undagi 4chi

kvant orbitada harakat qilayotgan bo'lsa, u holda elektron ellips shaklidagi orbitada harakat qiladi. Bu ellips kvant orbitaning uzun yarim o'qi N.Bor modelidagi 4chi aylanma kvant orbitaning radiusiga teng bo'ladi: $0,529 \cdot 42 A_0$. Qisqa yarim o'q esa (K/n) faqatgina $1/4$, $2/4$, $3/4$ va $4/4$ bo'lishi mumkin. Agar $4/4$ bo'lsa, ellips aylanaga aylanadi.



Zommerfeld bo'yicha vodorod atomining modeli.

Atom tuzilishining hozirgi zamon nazariyasi kvant mexanikasiga tayanadi, bunga binoan elektron bir vaqtda zarracha xossasiga (uning harakati to'liq uzunlik, amplituda, chastota kabilar bilan xarakterlanadi) ega. Shuning uchun atomdagi elektron harakatini qandaydir elektron traektoriya (orbita) bo'ylab bo'ladi deyish mumkin emas. Faqat yadro atrofidagi fazoning u yoki bu sohasida elektron bo'lish ehtimolligi to'g'risida gapirish mumkin. Bunga bog'liq «orbita» tushunchasi o'zining ma'nosini yo'qotdi. Uning o'rniga «elektron bulut» va «orbital» tushunchalari kiritildi. Elektron bulut – bu kvant mexanika modeli, atomdagi elektronning holatini (harakatini) xarakterlaydi.

Agar, ma'lum vaqt oralig'ida atomning sohasida bo'lishi mumkin bulgan joylarni nuqtalar bilan belgilasak, bu nuqtalarning to'plami elektron bulutni anglatadi. Elektron bulut qat'iy chizilgan chegaraga ega emas va uning zichligi bir xil tekisda bo'lmaydi. Berilgan elektronni bo'lish ehtimolligi eng katta ($\sim 90\%$) bo'lgan atom yuzasining qismiga orbital deyiladi.

Hozirgi paytda atomdagi elektronning harakatini aniqlash uchun orbita termini o'rniga orbital termini ishlatiladi. Yadro atrofida fazoda elektronlar bo'lib turish ehtimolligini quyuk va siyrak sohalarga ega bo'lgan elektron bulut deb qabul qilsak, uning shakli orbital nomli maxsus funkstiyalar bilan tavsiflanadi va hozirgi paytda to'liq mexanikasi asosida elektronlarning harakati 4 ta kvant sonlari bilan harakterlanadi.

1. *Bosh kvant son* - n . Elektron energiyasining kattaligini va elektron bulutning o'lchamini ko'rsatadi. Bosh kvant sonning qiymati qanchalik katta bo'lsa, elektron energiyasi shunchalik katta va uning elektron bulutining o'lchami ham katta bo'ladi. Uning qiymatlari - 1, 2, 3, 4, -- ∞ ga teng butun sonlar bo'ladi. Yadrodan har xil masofalarda elektronlar joylashib elektron qavatni (energetik qavatni) hosil qiladilar. Har xil energetik qavatda turgan elektronlarga ma'lum energiya darajasi muvofiq keladi, shuning uchun elektron qavatlarga energetik daraja deb ham ataladi. Bosh kvant sonlari bir - biriga teng bo'lgan bir nechta elektron atomda elektron qavatni yoki elektron pag'onani hosil qiladi. Atom energetik pag'onalarini yadrodan boshlab lotin alfavitlari bosh harflari: K, L, M, N, O, P, Q bilan ham belgilanadi. Kimyoviy element atomidagi energetik

darajalar soni, ayni element joylashgan davr nomeriga teng bo'ladi. Yadroga eng yaqin joylashgan qavat - K qavat bo'lib uning uchun $n=1$, L qavat uchun $n=2$, M qavat uchun $n=3$, N qavat uchun esa $n=4$ uzoqlikda turadi va h.k. Ayni qavat elektronlari bir - biridan o'zlarining energiyalari bilan farq qiladi va har bir qavat bir yoki bir nechta orbitallarni yoki pog'onachalarni hosil qiladi. Bu orbitallar o'z shakllari bilan bir - biridan farq qiladi. Kvant mexanikasida qavat nomeri n - katta-lashgan sayin o'sha qavat orbitallarining xilma - xilligi ortadi va $E_{ps} = n^2$ formula bilan ifodalanadi. Bu erda E_{ps} -ayni energetik qavatdagi pog'onachalar soni. n - bosh kvant son. Bu formulaga muvofiq:

1 chi qavat 1 ta orbitalga

2 chi qavat 4 ta orbitalga

3 chi qavat 9 ta orbitalga

n chi qavat n^2 ta orbitalga tengdir.

Buni sxematik ravishda quyidagicha ko'rsatish mumkin:

bosh kvant son: $n = 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad n$

energetik pog'onadagi

pog'onachalar soni: $+ 1 \quad 4 \quad 9 \quad 16 \quad 25 \quad 30$

Energetik pog'onalar: $K \quad L \quad M \quad N \quad O \quad P \quad Q -$

Hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan hamma elementlar 7 ta davrda joylashganligi uchun, atomdagi energetik darajalar soni 7 tadan oshmaydi.

2. Elektron orbitalining shakli yoki elektron bulutining shakli, orbital (yonaki orbital) yoki azimutal kvant son ℓ bilan tavsiflanadi.

ℓ - ning qiymatlari $n - \ell$ gacha bo'lgan sonlarga teng bo'ladi, ya'ni bosh kvant sonning har bir qiymati uchun, orbital kvant soni 0 va $n-1$ qiymatlarga ega bo'ladi ya'ni $\ell = 0, 1, 2, 3, 4, \dots \infty$ ℓ -ning har bir qiymati uchun ma'lum bir pog'onacha to'g'ri keladi, ular o'zlarining shakllari va energiyalari bilan bir biridan farq qiladi.

Masalan: $\ell = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$

Pog'onacha belgisi: $s, p, d, f, g, \dots$ kabi belgilanadi.

Bosh kvant son bilan orbital kvant son orasida bog'liqlik quyidagicha ifodalanadi.

bosh kvant son- n	Orbital kvant son- ℓ	Orbital belgisi
1	0	1 s
2	0, 1	2 s, 2p
3	0, 1, 2	3s, 3p, 3d
4	0, 1, 2, 3	4s, 4p, 4d, 4f
5	0, 1, 2, 3, 4	5s, 5p, 5d, 5f, 5g

3. Elektron orbitallarning fazodagi vaziyatini xarakterlash uchun uchinchi kvant son m_ℓ magnit kvant soni kiritildi. Magnit kvant sonining qiymatlari: $-\ell, 0, +\ell$ gacha ya'ni: $m_\ell = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots \pm \ell$ bo'lishi mumkin. m_ℓ - ayni energetik pog'onachada necha xil orbital bor ekanligini va ularning shaklini ko'rsatadi. Pagonachalardagi orbitallar soni $2\ell + 1$ ga teng bo'ladi.

Mas: $P_{o,c} = 2\ell + 1$

Orbital kvant soni $-\ell$	Magnit kvant son - m_ℓ	Orbitallar soni
0	0,	1
1	-1, 0, 1	3
2	-2,-1, 0, +1, +2,	5
3	-3,-2,1-, 0, +1, +2, +3	7

Demak, s - holatda 1 ta orbital,

p - holatda 3 ta orbital,

d - holatda 5 ta orbital,

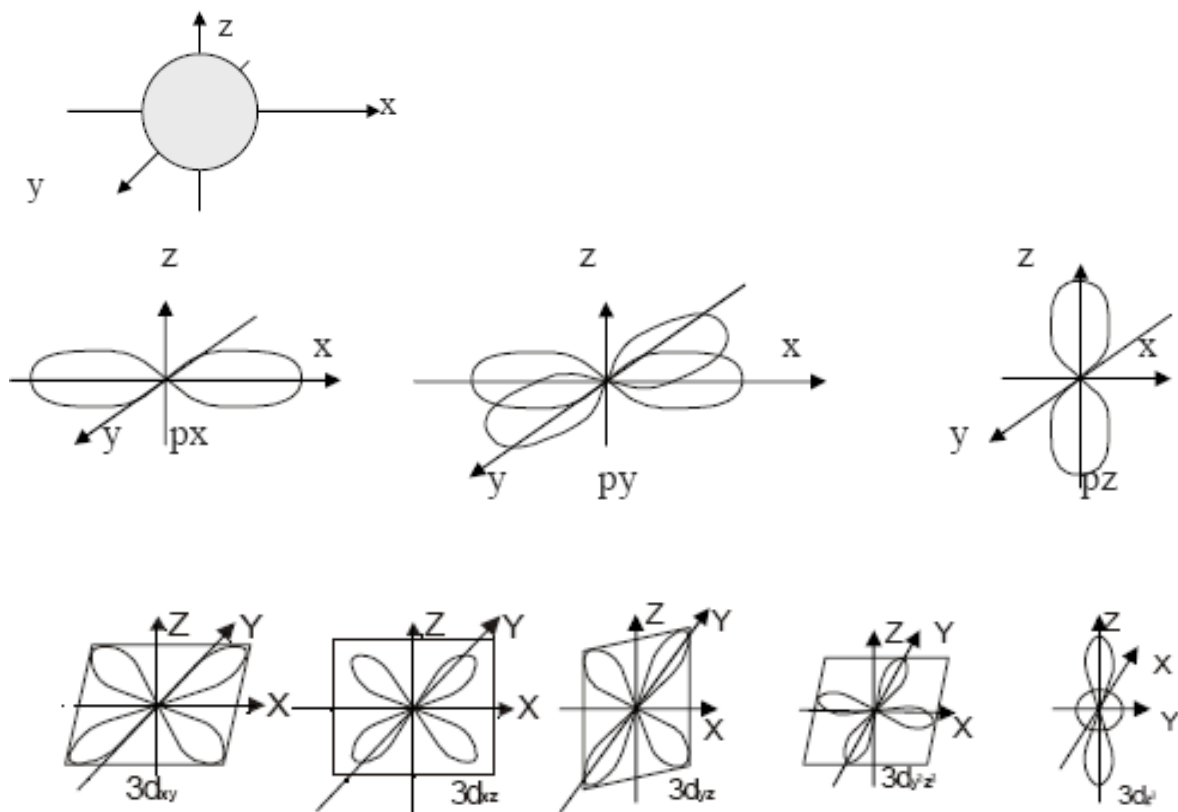
f - holatda 7 ta orbital,

g - holatda 9 ta orbital,

h - holatda 11 ta orbital bo'ladi va h.k.

(Ma'lum energetik qavatdagi orbitallar soni n^2 ga teng bo'ladi.). s, p, d- elektronlarning bulutlari (orbitallari) fazoda joylanishlari bilan farq qiladi. Kvant mexanik hisoblashlar asosida s-orbital shar shaklida, r-orbital gantel shaklida, d va f-orbitallar ancha murakkab shaklga ega ekanligi isbot qilindi.

Elektronning fazodagi holatini belgilash uchun, bosh kvant son orbital kvant sonning belgisi oldiga qo'yiladi. Mas: 4s-bo'lgan elektron $n=4$, va $\ell=0$ ya'ni shar shaklini, 2p- elektron esa $n=2$ va $\ell=1$ gantel shaklini bildiradi.



4. Atom spektrlarini tuzilishini o'rganish asosida, elektron bulutlari bir - biridan o'lchamlari va shakli bilan farq qilib qolmasdan, balki spinlari bilan ham farq qilishi aniqlandi. Elektronning o'z o'qi atrofida aylanishi uning spini deyiladi. Spin kvant sonini

xarakterlash uchun 4 - chi kvant son m_s - spin kvant soni qabul qilingan. Uning son qiymatlari $+1/2$ va $-1/2$ ga teng.

Xulosa: Orbitaldagi elektronning holatini 4 ta kvant son n , ℓ , m_ℓ , m_s lar yordamida to'liq xarakterlash mumkin. 4 ta kvant sonlar yadro atrofida bo'lish ehtimoli bo'lgan elektronni spinini, elektronning energiyasini va fazodagi shakl va holatini belgilaydi. Atom bir kvant holatidan 2 - chi kvant holatiga o'tganda, kvant sonlarining qiymati o'zgaradi va elektron buluti qayta tuziladi. Bu vaqtda atom kvant energiya yutadi yoki chiqaradi.

Pauli prinstipi: - 1925 yilda Pauli tomonidan ochildi. Uning mohiyati quyidagilardan iborat. Bir atomda to'rtala kvant sonlari bir - biriga teng bo'lgan ikkita elektron bo'la olmaydi. Boshqa so'z bilan aytganda n , ℓ , m_ℓ , m_s kvant sonlari bilan faqat bitta elektron xarakterlanadi. Atomdagi boshqa har qanday elektron uchun hech bo'lmaganda kvant sonlarining bittasi boshqa qiymatga ega bo'lishi kerak. Pauli prinstipidan, bitta orbitalda spin kvant soni $m_s = +1/2$, yoki $m_s = -1/2$ qiymatga ega bo'lgan faqat 2 ta elektron bo'lishi mumkin degan xulosa kelib chiqadi. Demak, s - holatida 1 ta orbital bo'lib, unda faqat 2 ta elektron bo'ladi, p - holatda 3 ta orbital bo'lib, unda 6 ta elektron, d - holatda 5 ta orbital bo'lib, 10 ta elektron, f - holatda 7 ta orbital bo'lib, 14 ta elektron bo'ladi. Energetik qavatdagi orbitallar soni n ga teng bo'lganligi uchun, energetik qavatdagi (elektron qavatdagi) elektronlar soni $N = 2n^2$ ga teng bo'ladi. Bunga ayni energetik qavatdagi elektronlarning maksimal sig'imi deyiladi. Qavatlarning sig'imi qavat yadrodan uzoqlashgan sari ortib boradi va: $n = 1 = 2$, $n = 2 = 8$, $n = 3 = 18$, $n = 4 = 32$ va h. k. tartibda bo'ladi.

Atom orbitallarida elektronlarning joylashish tartibi. Xund qoidasi. Atom tuzilishini hozirgi zamon nazariyasiga asosan hamma element atomlarining elektron strukturalarini tuzish imkoni yaratildi. Normal (g'alayonlanmagan) atomda orbitallarning elektronlar bilan to'lish tartibi quyidagicha: Dastlab eng kam energiyali orbital to'ladi, undan keyin energiyasi ko'prok bo'lgani, so'ngra energiyasi undan ko'prog'i va shu tartibda orbitallar to'lib boradi. Bundan 1 chi qavat energiyasi eng kam, 2 chi qavat energiyasi undan ko'proq, 3- chisniki esa 2 chisnikidan ko'proq, lekin 4 chi va undan keyingi qavatlarga o'tganda bu qoidadan chetga chiqiladi: 4s - orbitalning energiyasi 3d - orbitalning energiyasidan kam 5s, 5p va 6s orbitallarning energiyalari 4 f - orbital elektronlarining energiyasidan kam. 4 chi va undan keyingi qavatlarni elektronlar bilan to'lishini ko'rsatish uchun Klechkovski qoidasi yaratildi.

Klechkovski qoidasiga binoan berilgan 2 - holatdan qaysi biri uchun $\ell+n$ yig'indisi kichik bo'lsa, shu holatda turgan elektronning energiyasi minimal qiymatga ega bo'ladi, agar berilgan 2 holatlar uchun $\ell+n$ yig'indisi bir xil bo'lsa, bosh kvant soni kichik bo'lgan holat minimal qiymatga ega bo'ladi. Demak, Klechkovski qoidasiga muvofiq $\ell+n$ yig'indisi kichik bo'lgan orbital birinchi navbatda to'ladi. Mas: 3d-uchun $n+\ell$ yig'indisi $3+2=5$, 4s-orbital uchun $n+\ell$ yig'indisi $4+0=4$ bo'ladi, demak, birinchi navbatda 3d emas 4s orbital to'ladi. Yoki: 3d $n+\ell=3+2=5$ 4p $n+\ell=4+\ell=5$ birinchi navbatda 3d orbital to'ladi, chunki $p = 3$ dir. Atomda elektronlar pog'onachalarga joylashganda quyidagi 3 ta

asosiy qoidaga bo'ysinadi:

1. Har qaysi elektron minimal energiyaga muvofiq keladigan holatni olishga intiladi.

2. Elektronlarning joylashishi Pauli prinsipiga zid kelmasligi kerak.

3. Pog'onachadagi elektronlarning spin sonlari yig'indisi maksimum (ko'proq) bo'lishi kerak, yoki ayni pog'onachada turgan elektronlar mumkin qadar ko'proq orbitallarni band qilishga intiladi. (Xund qoidasi). Demak, normal (g'alayonlanmagan) atomda elektronlarning joylanishi quyidagi tartibga bo'ysinadi:

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 6d < 7p < \dots$$

Atom orbitallarining bitta pog'onachasida elektronlar bilan to'lishi Xund qoidasiga bo'ysinadi, unga muvofiq: Agar bitta pog'onachada joylashgan elektronlarning spin sonlari yig'indisi maksimum bo'lsa atom barqaror holatda bo'ladi.

Mas: p^3 holat uchun:

$\uparrow\uparrow\uparrow$ yoki $\downarrow\downarrow\downarrow$ kabi bo'ladi. $\uparrow\downarrow\uparrow$ yoki $\uparrow\downarrow\downarrow$ holatda bo'lmaydi. Chunki I – chi va II – chi holda spinlar yig'indisi $3/2$ III va IV holda spinlar yig'indisi $1/2$ ga teng. Elektronlarning energetikaviy pog'ona, pog'onacha va orbitallar bo'ylab joylashgan atom strukturasiga ayni elementning elektron konfiguratsiyasi deyiladi. Mas: 1 N - $1s^1$, 2 Ne - $1s^2$, 11 Na - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ va h. k. yoki kletka - orbital, strelka - elektron, strelkaning yo'nalishi - spinning yo'nalishini, bo'sh katakcha - bo'sh orbital mavjudligini bildiradi. H $n=1$ $1s^1$, He $1s^2$

Elektronlarning atomdagi holatlari 1927 yilda elektronning ikki xil tabiatli ekanligi, ya'ni uning zarracha va to'lqin xossalarga ega ekanligi tajribada tasdiqlangandan keyin atomlar tuzilishi haqida to'lqin mexanikasiga asoslangan yangi nazariya yaratildi. Bu nazariyaga ko'ra har qanday atomda harakatlanayotgan elektron - zarracha va to'lqin tabiatga ega deb qaraladi. Elektronning ikki xil tabiatli ekanligi uning quyidagi xossalari namoyon bo'ladi: birinchidan, elektron ma'lum kattalikdagi tinch massaga ega; ikkinchidan, elektron to'lqinimon harakatga ega, uni amplituda, to'lqin uzunlik, tebranish chastotasi kabi fizikaviy konstantalar bilan ifodalash mumkin. Shu sababli elektron harakatini aniq traektoriya bilan xarakterlash mumkin emas. Elektron atom hajmining har qaysi joyida bo'lishi mumkin; lekin elektronning yadro atrofidagi fazoning hamma joyida bo'lish ehtimolligi birdek emas. Normal holatdagi vodorod atomida yadrodan $0,53 \text{ \AA}$ masofada elektron atomning boshqa joylardagiga qaraganda bo'lish ehtimolligi kattadir. Vodorod atomi yadrosidan $0,53 \text{ \AA}$ uzoqlikdagi fazo, vodorod atomining birinchi energetik pog'onasi hisoblanadi. U sferik simmeriyaga ega. Demak, orbita elektron harakatlanadigan oddiy yo'l emas, balki elektronning bo'lib turish ehtimolligi eng yuqori bo'lgan fazoviy o'rnidir.

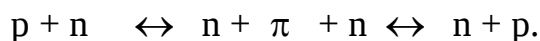
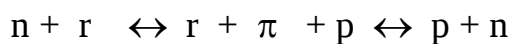
Atom yadrosi proton (P) va neytrondan (n) tuzilgan. Proton va neytronlar yadroning 2 xil holatdagi elementar zarrachalari bo'lib ularga nuklonlar yoki nuklidlar deyiladi. Yadroning zichligi juda katta (10^{14} g/sm^3), bo'lib bu juda katta kuchdan dalolat beradi va yadrodagi nuklonlarni ushlab turadi. Yadro kuchlari juda oz masofaga 10^{-13} sm ga ta'sir

etadi. ($1 \cdot 10^{-13}$ sm = 1 fermi).

1932 yilda $\rightarrow {}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^{12}_6\text{C}$

Rezerford 1911 yilda ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^{17}_8\text{O}$, (H - proton deb ataladi).

Yadroda doimo proton va neytronlar π - mezon hisobiga almashi- nish xossasiga ega. π - mezon - massasi elektron massasidan 270 marta ortiqcha bo'lgan zarrachadir. Ana shu almashinish tufayli proton neytronga, neytron esa protonga aylana oladi:



Demak, bir nuklon π - mezon chiqaradi, 2 chisi esa uni yutadi.

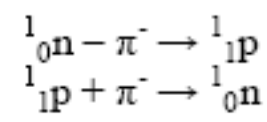
Yadro xossasi - uning tarkibidagi proton va neytronlar soni bilan xarakterlanadi. Yadrodagi protonlar uning zaryadini bildiradi. Yadroning boshqa muhim xarakteristikasi uning massa soni A bo'lib, proton ya'ni yadro zaryadi Z va neytronlarning umumiy soni N ga teng.

$A = Z + N$. $N = A - Z$, Na: $A - Z = 23 - 11 = 12$ N va h.k.

Proton va neytronlar soni har xil, nuklonlar soni (A) bir xil bo'lgan elementlarga izobarlar deyiladi. Yadro zaryadlari bir xil bo'lib, atom massasi bir - biridan farq qiladigan atomlarga shu elementlarning izotoplari deyiladi. Atomdagi neytronlar soni bir xil bo'lsa bunga izotonlar deyiladi.

Atomning elektron konfiguratsiyasi elektronlarning qavat va pag'onachalarga taqsimlanishini ko'rsatadi va elektron formula ko'rinishida yoziladi. Bunga kimyoviy element belgisi oldidan uning tartib nomeri (yadro zaryadi) yoziladi, keyin qavat nomeri son bilan ko'rsatiladi keyin s, p, d, f harflar bilan orbital kvant son ℓ qiymati ko'rsatiladi. Harflarning o'ngida yuqori qismida ayni pag'onachadagi elektronlar soni yoziladi.

Radiaktivlik. Har qanday atomning markaziy qismiga atom yadrosi joylashgan bo'ladi. Atom yadrosi juda kichik hajmni egallaydi, uning radiusi 10^{-10} sm gicha bo'ladi. Atomdagi musbat zaryadning hammasi va atom massasining asosiy qismi yadroda joylashgan. Hozirgi zamon tasavvuriga ko'ra, atom yadrosi proton va neytronlardan (nuklonlardan) tuzilgan. Protonning massasi taxminan bir uglerod birlikka, zaryadi +1 ga tengdir. Shuning uchun protonni ${}^1_1\text{P}$ deb ifodalanadi. Neytron elektroneytral zarracha bo'lib, uning massasi taxminan proton massasiga teng va uni ${}^1_0\text{n}$ bilan ifodalanadi. Proton va neytronning spini $1/2$ ga teng. Yadroda nuklonlar maxsus yadro kuchlari tufayli o'zaro bog'lanishda turadi. Yadrodagi kuchlar nihoyatda kichik masofadagina (10^{-13} sm) o'z ta'sirini ko'rsatadi. Har qaysi nuklon faqat o'ziga yaqin qo'shni bir necha nuklonlargagina ta'sir ko'rsatadi. Yadrodagi proton va neytron pi-mezon (π -mezon massasi elektron massasidan 270 marta ortiq bo'lgan zarracha) nomli zarrachalar bilan almashinish xossasiga ega. Ana shu almashinish tufayli proton neytronga, neytron esa protonga doimiy ravishda aylanib turadi:



Demak, bir nuklon ikkinchi nuklonga ta'sir etganda ularning biri π - mezon chiqaradi, ikkinchisi esa uni yutadi. Natijada π - mezonlar go'yo yadro ichida nuklonlarni bir-biriga bog'lovchi vositasini o'ynaydi. Har qaysi atom yadrosining xossasi yadroni tashkil qiluvchi neytronlar va protonlarning soniga bog'liq. Yadrodagi protonlar soni ayni atomning zaryadini belgilaydi. Atom yadrosini xarakterlovchi yana bir son massa sonidir –A. Massa soni shu yadroni tashkil qiluvchi protonlar - Z, va neytronlar – N sonining arifmetik yig'indisiga teng: $A=Z+N$ 76 Z- elementning davriy sistemadagi tartib nomeri - yadro zaryadi. $N=A-Z$ A-element atom massa soni, N- neytronlar soni. Masalan, alyuminiy atomining massasi 26,98 ga teng, ya'ni shu elementning atom yadrosininig massa soni 27; tartib nomeri 13, demak neytronlar soni $N=27-13=14$ ga tengdir.

Izotoplar. Turli elementlar atom yadrolarining massa va zaryadlarini o'rganish shuni ko'rsatdiki, yadro zaryadlari bir xil, ammo massalari bir-biridan farq qiladigan atomlar tabiatda mavjud ekan: uran rudalarida topilgan qo'rg'oshining atom massasi 206, toriy rudalarida uchraydigan qo'rg'oshinniki 208, aktiniy rudalaridagi qo'rg'oshinniki 207. Bu uchala qo'rg'oshinning yadro zaryadlari 82 ga teng, uchala qo'rg'oshinning atom yadrolari atrofida 82 tadan elektron harakatlanadi. Demak, qo'rg'oshin elementining 3 xil atom massasiga ega bo'lgan izotoplari mavjud. Ularning hammasi D. Mendelev davriy sistemasida bir katakka joylashadi.

Bir elementning yadro zaryadlari bir xil bo'lib, massalar soni bilan bir-biridan farqlanadigan atomlari shu elementning izotoplari deyiladi. Izotop hodisasi deyarli hamma elementlarda uchraydi. Ko'pchilik elementlar o'zlarining bir necha izotoplari aralashmasidan iborat: $^{40}_{20}\text{Ca}$ (20p,20n), $^{42}_{20}\text{Ca}$ (20p,22n), $^{43}_{20}\text{Ca}$ (20p,23n). D.Mendelev davriy sistemasi-dagi elementlarning atom massalari kasr sonlar bilan ifodalangan, chunki ayni elementning davriy sistemada keltirilgan atom massasi uni tashkil qilgan izotoplar aralashmasining o'rtacha atom massasiga teng bo'lib, bu izotoplarning qanday foizlarda aralashganiga bog'liq. Ayni elementlarning barcha izotoplari o'zlarining kimyoviy xossalari jihatidan bir-biriga juda yaqin bo'lgani uchun, ularni bir-biridan ajratish juda mushkuldir. Ularni bir-biridan ajratish uchun fraktsion haydash, qayta-qayta diffuziyalash, mass-spektrometr metodlaridan foydalanish mumkin. Vodorod izotoplarini ajratib olish, boshqa elementlarning izotoplarini bir-biridan ajratib olishga nisbatan ancha osondir. Chunki vodorod izotoplari o'zlarining massalari bilan bir-biridan katta farq qiladi: ^1_1H ; ^2_1H ; ^3_1H . Izotoplar kashf etilgandan keyin «kimyoviy element» tushunchasiga quyidagicha ta'rif beriladigan bo'ldi: «Yadrolarining zaryadlari bir xil bo'lgan atomlar turi kimyoviy elementdir». Hozirda 105 ta elementning 250 ta izotopi ma'lum (radioaktiv izotoplar bular jumlasiga kirmaydi). Atom massalari bir-biriga teng bo'lib, ammo yadro zaryadlari son jihatdan farq qilsa, bunday elementlar izobarlar deyiladi: $^{40}_{18}\text{Ar}$ (18p,22n); $^{40}_{19}\text{K}$ (19p,21n), $^{40}_{20}\text{Ca}$ (20p,20n). Bu uchala element tamomila boshqa-boshqa kimyoviy xossalarga ega. Agar har xil elementlar atomlarining tashkil qiluvchi neytronlar soni bir xil bo'lsa, bunday elementlar atomlari izotonlar deyiladi: $^{136}_{54}\text{Xe}$ (54p,82n); $^{138}_{56}\text{Ba}$ (56p,82n); $^{139}_{57}\text{La}$ (57p,82n) .

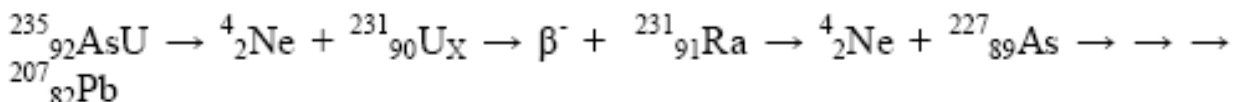
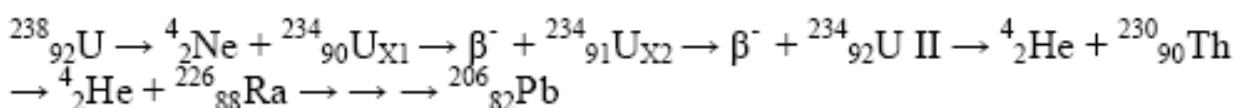
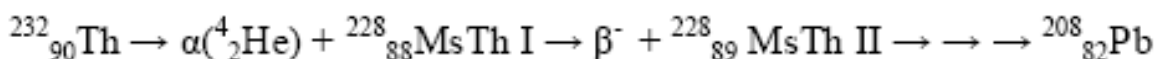
Radiaktivlik. Element atomlarining o'z-o'zidan nurlanib emirilish xodisasi radiaktivlik deyiladi va bu xossaga ega bo'lgan moddalar esa radiaktiv moddalar deyiladi. Tabiatda uchraydigan barcha radiaktiv emirilishlarni uch qatorga bo'lish mumkin:

1. Toriy qatori. Bu qator toriydan ($^{232}_{90}\text{Th}$) boshlanib, qo'rg'oshin izotopi $^{208}_{82}\text{Pb}$ bilan tugaydi.

2. Uran qatori. Bu qator uran ($^{238}_{92}\text{U}$) dan boshlanib, qo'rg'oshin izotopi $^{206}_{82}\text{Pb}$ bilan tugaydi.

3. Aktiniy qatori. Bu qator aktinouran ($^{235}_{92}\text{AsU}$) dan boshlanib, qo'rg'oshin izotopi $^{207}_{82}\text{Pb}$ bilan tugaydi.

Toriy, uran va aktiniylar qo'rg'oshin izotoplariga aylanishida α - va β - nurlar chiqishi bilan sodir bo'ladigan bir qancha o'zgarishlar ro'y beradi:



Radiaktiv emirilishdagi Soddi va Fayans qoidasi

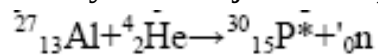
1. Radiaktiv atom yadrosi emirilish natijasida α nurlar [$2p, 2n$] chiqarsa va yangi atom yadrosi hosil bo'lsa, hosil bo'lgan yangi atom yadrosining tartib nomeri, massalar soni boshlang'ich radiaktiv yadrosining tartib nomeridan ikkita va massalar sonidan to'rtta kam bo'ladi. Demak yangi hosil bo'lgan atom yadrosi davriy sistemada tartib nomeri ikkiga kam bo'lgan element atom yadrosiga to'g'ri keladi.

2. Agar atom yadrosi emirilish natijasida β -(e^- - elektron) nurlar chiqarsa va yangi atom yadrosi hosil bo'lsa, bunday holda hosil bo'lgan yangi atom yadrosining massalar soni boshlang'ich radiaktiv atom yadrosini massalar soniga teng bo'ladi. Ammo tartib nomeri esa, boshlang'ich radiaktiv atom yadrosi tartib nomeridan bitta katta bo'ladi. Demak, yangi atom yadrosi davriy sistemada tartib nomeri boshlang'ich radiaktiv atom yadrosi tartib nomeridan bitta katta bo'lgan element atom yadrosiga to'g'ri keladi.

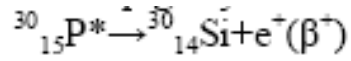
3. Agar atom yadrosi emirilish natijasida β^+ (ℓ^+ -pozitron) nurlar chiqarsa va yangi atom yadrosi hosil bo'lsa, hosil bo'lgan yangi atom yadrosining massalar soni boshlang'ich radiaktiv atom yadrosini massalar soniga teng bo'ladi. Ammo tartib nomeri esa, boshlang'ich radiaktiv atom yadrosi tartib nomeridan bitta kam bo'ladi, ya'ni yangi atom yadrosi davriy sistemada tartib nomeri boshlang'ich radiaktiv atom yadrosi tartib nomeridan bitta kam bo'lgan element atom yadrosiga to'g'ri keladi.

Radiaktiv emirilish mexanizmi. Iren va Fredrik Jolio Kyuriylar 1934 yilda juda ajoyib kashfiyot yaratdilar. Bu kashfiyot pozitronlar (e^+ yoki β^+) ajralib chiqadigan sun'iy radiaktivlik xodisasi edi. Agar alyuminiy, magniy yoki bo'rga α -nurlar yog'dirilganda pozitronlar ajralib chiqishi (α -nurlar manbai olib qo'yilganda ham) darrov to'xtab qolmaydi va ularning ajralib chiqish intensivligi tabiiy radiaktiv elementlarning emirilish

qonuniga muvofiq ravishda kamayib boradi. Bu xodisa quyidagicha izohlanada: avval alyuminiyga α -nurlar ta'sir etilganda radiaktiv fosfor hosil bo'ladi va hosil bo'lgan suniy radiaktiv element fosfor - $^{30}_{15}\text{P}^*$ neytronlar ajratib chiqaradi:



Hosil bo'lgan beqaror sun'iy radiaktiv fosfor pozitron chiqarish bilan emirilib silitsiyning barqaror izotopiga aylanadi:



Endilikda bunday reaksiyalarning soni mingdan ortdi. Ularning yordamida elementlarning sun'iy radiaktiv izotoplari hosil qilinadigan bo'ldi. Sun'iy radiaktiv izotoplar halq xo'jaligida, ilm-fan sohasida keng qo'llanilmoqda.

Mavzuni yorituvchi nazorat sovellari.

1. *Orbital deb nimaga aytiladi?*
2. *Kvant sonlari nima? Ular qanday qiymatlarga ega bo'ladi?*
3. *Energetik qavat, pog'ona va orbitallar nimani bildiradi?*
4. *Pauli prinsipining mohiyati nimadan iborat?*
5. *Xund qoidasi. Klechkovskiy qoidasi. Orbitallarning elektronlar bilan to'lish tartibini ko'rsating?*
6. *Elementlarning elektron konfigurastiyasi deb nimaga aytiladi? s-, p-, d- va f-elementlarning elektron konfigurastiyalariga misollar keltiring?*