

34-Mavzu: Atomning Bor modeli. Bor postulatları.

Reja:

1. Atomning Bor modeli.
2. Bor postulatları.
3. Statsionar holat.
4. G'alayonlangan holat.

1903-yilda ingliz fizigi J. J. Tomson atomning tuzilishi haqidagi birinchi modelni taklif qildi. Tomson modeliga muvofiq, atom – massasi tekis taqsimlangan 10^{-10} m kattaligidagi musbat zaryadlardan iborat shar sifatida tasavvur qilinadi. Uning ichida esa, o'z muvozanat vaziyatlari atrofida tebranma harakat qiluvchi manfiy zaryadlar (elektronlar) mavjud bo'lib (bunda 152 atomni tarvuzga o'xshatish va elektron tarvuzning urug'lari singari joylashgan deyish mumkin), musbat va manfiy zaryadlarning yig'indisi o'zaro teng.

Boshqa ingliz fizigi D. Rezerford 1911-yilda o'z tajribalariga asosan Tomson modelini inkor etib, atomning yadroviy (planetar) modelini taklif qildi. Ushbu modelga ko'ra atom jajjigina quyosh sistemasidek tasavvur qilinadi. Elektronlar yadro atrofida (yopiq) orbitalar – atomning elektron qobig'i bo'ylab harakatlanadi va ularning zaryadi yadrodagi musbat zaryadga teng.

Atomning o'lchamlari juda kichik bo'lgani uchun ($\approx 10^{-10}$ m) uning tuzilishini bevosita o'rganish juda qiyin. Shuning uchun uning tuzilishini bilvosita, ya'ni ichki tuzilishi haqida ma'lumot beruvchi xarakteristikalar yordamida o'rganish maqsadga muvofiqdir. Shunday xarakteristikalardan biri – atomning nurlanish spektri. Atomning nurlanish spektri, ya'ni atom elektromagnit nurlar chiqarishida (yoki yutishida) hosil bo'ladigan optik spektrlar ancha batafsil o'rganilgan.

Shveysariyalik fizik I. Balmer 1885-yilda tajriba natijalariga tayanib vodorod spektri chiziqlari chastotalari uchun quyidagi formulani topdi. Bu yerda: $R=3,29 \cdot 10^{15}$ Hz – Ridberg doimiysi, m va n doimiy sonlar, ular mos holda $m=1, 2, 3, 4, \dots$ qiymatlarni, n esa butun ($m+1$ dan boshlab) qiymatlarni qabul qiladi. Ushbu formulaga muvofiq vodorod spektri uzlukli chiziqlardan iboratdir. Rezerfordning yadroviy modeli atomning spektral qonuniyatlarini tushuntirib bera olmadi. Bundan tashqari, bu model klassik mexanika va elektrodinamika qonunlariga zid bo'lib chiqdi.

Birinchidan, elektronning yadro atrofidagi orbita bo'ylab harakati egri chiziqli, ya'ni tezlanish bilan ro'y beradigan harakatdir. Bu harakatda elektronning energiyasi kamayadi, uning aylanish orbitasi kichrayadi va u yadroga yaqinlasha boradi. Boshqacha aytganda, ma'lum vaqtdan keyin elektron yadroga qulab, atom yo'qolishi kerak. Bu Rezerford modeliga muvofiq, atom nostabil sistema bo'lishini ko'rsatadi. Amalda esa atomlar juda mustahkam sistema hisoblanadi.

Ikkinchidan, elektron atomga yaqinlashgan sari orbitasining radiusi kichraya boradi ($R \rightarrow 0$), tezligi esa o'zgarmaydi ($v = \text{const}$). Natijada tezlanishi v^2 ortishi bilan elektronning nurlanish chastotasi ham uzluksiz ravishda ortishi va demak, uzluksiz nurlanish spektri kuzatilishi kerak. Tajribalar va ular bilan mos keluvchi Balmer formulasi esa atomning nurlanish spektri uzlukli (chiziqli) ekanligini ko'rsatganini bildik.

1913-yilda Rezerfordning yadroviy modeliga kvant nazariyasi tatbiq etilib, tajriba natijalarini to'la tushuntirib bera oladigan vodorod atomi nazariyasi yaratildi. Bor nazariyasining asosini quyidagi ikkita postulat tashkil qiladi. Bu postulatlardan har biri yuqorida qayd etilgan Rezerford modelining ikkita kamchiligini bartaraf etishga qaratilgan.

1. *Statsionar (turg'un) holatlar haqidagi postulat: atomda statsionar holatlar mavjud bo'lib, bu holatlarga elektronlarning statsionar orbitalari mos keladi. Elektronlar faqat shu statsionar orbitalarda bo'lib, hattoki tezlanish bilan harakatlanganida ham nurlanmaydi.*

Statsionar orbitadagi elektronning harakat nuqdori momenti (impuls momenti) kvantlangan bo'lib, quyidagi shart bilan aniqlanadi: $m_e \cdot v_n \cdot r_n = n \cdot \hbar$ (7-2) Bu yerda: m_e – elektronning massasi; r_n – n-orbitaning radiusi; v_n – elektronning shu orbitadagi tezligi; $m_e \cdot v_n \cdot r_n$ – elektronning shu orbitadagi impuls momenti; n – nolga teng bo'lmagan butun son, unga bosh kvant soni deyiladi; $\hbar = h / 2\pi$ (h – Plank doimiysi).

Demak, Borning birinchi postulatiga ko'ra, atomdagi elektron istalgan orbita bo'ylab emas, balki statsionar orbita deb ataluvchi ma'lum orbitalar bo'ylab harakatlanishi mumkin. Bu harakat davomida nurlanmaydi, ya'ni energiyasi kamaymaydi. Energiyasi kamaymasa, yadroga tushmaydi va atom yo'qolmaydi. Shunday qilib, ushbu postulat Rezerford modelining birinchi kamchiligini bartaraf qiladi.

2. Chastotalar haqidagi postulat: elektron bir statsionar orbitadan ikkinchisiga o'tgandagina, energiyasi shu statsionar holatlardagi energiyalarining farqiga teng bo'lgan bitta foton chiqaradi (yoki yutadi): $h\nu = E_n - E_m$, (7-3) bu yerda: E_n va E_m – mos ravishda elektronning n- va m- statsionar orbitalardagi energiyalari. Agar $E_n > E_m$ bo'lsa, foton chiqariladi. Bunda, elektron katta energiyali holatdan kichikroq energiyali holatga, ya'ni yadrodan uzoqroqda bo'lgan statsionar orbitadan yadroga yaqinroq bo'lgan statsionar orbitaga o'tadi. Agar $E_n < E_m$ holatlar esa, **g'alayonlangan (uyg'ongan) holatlar** deyiladi va ulardagi atomning energiyasi kamroq bo'lib, bunday holatdagi atomni ionlashtirish uchun kamroq energiya sarflanadi. Borning ikkinchi postulatiga ko'ra, elektron bir energetik sathdan ikkinchisiga o'tganida energiyali foton chiqariladi yoki yutiladi. Agar elektron ikkinchi orbitadan ($n_2=2$) birinchisiga o'tsa ($n_1=1$), foton chiqariladi (7.1- rasm).

Teskari holda – yutiladi. Elektronni $n_1=1$ orbitadan $n_2 \rightarrow \infty$ ga o'tkazish uchun, boshqacha aytganda, elektronni atom yadrosidan ajratib olish (atomni ionlashtirish) uchun eng katta energiya sarflanadi. Bu energiyaning qiymati 13,6 eV ga teng bo'lib, vodorod atomini ionlashtirish energiyasidir. Demak, vodorod atomining asosiy holatidagi elektronning energiyasi –13,6 eV ga teng. Yuqorida ta'kidlaganimizdek, energiyaning manfiyligi elektronning bog'langan holatda ekanligini ko'rsatadi. Erkin holatdagi elektronning energiyasi nolga teng deb qabul qilingan. (7-7) ifoda yordamida chiqariladigan yoki yutiladigan fotonning chastotasini yoki to'lqin uzunligini aniqlash mumkin. Bu Balmer formulasi bo'lib, ϵ – Ridberg doimiysidir.

Mavzu yuzasidan savollar:

1. Rezerford modelining kamchiliklari nimalardan iborat edi?
2. Bor o‘z nazariyasini qanday g‘oyaga asoslanib yaratdi?
3. Statsionar holatlar haqidagi postulat nimadan iborat?
4. Borning birinchi postulati Rezerford modelining qanday kamchiligini bartaraf qiladi?