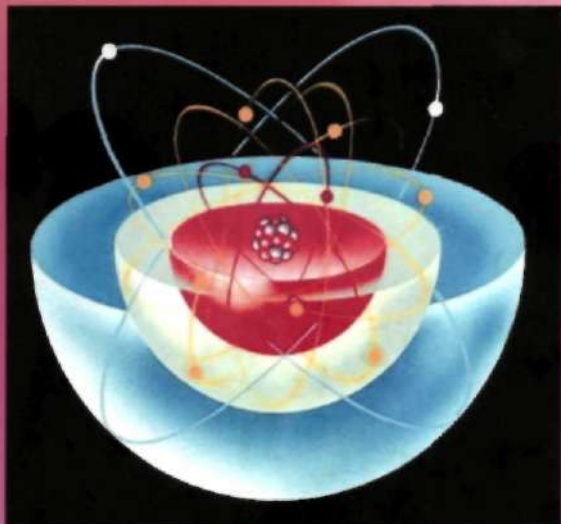


Yzd. 2
54
U-92

G.A.IXTIYAROVA, A.A.YULCHIBAYEV

MODDA TUZILISHI



ga

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI**

G.A.IXTIYAROVA, A.A.YULCHIBAYEV

MODDA TUZILISHI

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi Oliy
o‘quv yurtlarining 5140500 - kimyo yo‘nalishi talabalari uchun
o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etgan*

Toshkent
“Turon zamin ziyo”
2015

UO'K:546.79

KBK 34.33

I-34

Ixtiyarova, G.A.

I-34 Modda tuzilishi: o'quv qo'llanma / G.A. Ixtiyarova, A.A. Yulchibayev.
– Toshkent: "Turon zamin ziyo", 2015. – 168 b.

ISBN 978-9943-4476-6-0

UO'K: 546.79

KBK 34.33

Kimyo fanini hozirgi zamon talabi darajasida o'qitishni atom-molekulalarning hamda kimyoviy bog'larning tabiati haqidagi tasavvurlardan keng foydalanmay turib amalga oshirib bo'lmaydi. Ma'lumki, hozirgi zamon kimyoviy fanlarning asosiy vazifasi, moddalarning ichki tuzilishini va ular asosida yaratilayotgan yangidan-yangi materiallarning oldindan aytib berilgan xossalarga ega bo'lishini ta'minlash, xohish-istaklarimizga javob bera oladigan modda va materiallar yaratishdan iboratdir.

Moddalar tuzilishi haqidagi ma'lumot hozirgi zamon tabiatshunosligining, ehtimol, eng qiyin xossasi bo'lsa kerak, chunki u fizika, matematika kristollografiya, kristollokimyo, kvant mexanika va kvant kimyo fanlarining qariyb barcha yutuqlaridan foydalanadi.

Qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan namunaviy dastur asosida tayyorlangan. Bu qo'llanma 5140500 – kimyo ta'limi yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan.

Qo'llanma modda tuzilishi bo'yicha 12 ta bobdan iborat bo'lib, unda modda tuzilishi fanining maqsad va vazifalari, atom va molekulalarning tuzilishi, ular tuzilishini o'rganishning fizikaviy usullari, atom va molekulalarning o'zaro ta'sir kuchlari, moddalarning elektr xususiyatlari, magnitlanuvchanligi, qutblanuvchanligi, molekulalarning optik xususiyatlari: aylanma, tebranna va elektron spektrlari haqida chuqur tahlil qilingan va to'liq ma'lumotlar berilgan.

Qo'llanmaning ilova qismida test topshiriqlar: hamda eng muhim sanalar ro'yxati keltirilgan.

TAQRIZCHILAR:

M.G.Muxamediyev, O'zbekiston Milliy universiteti "Polimerlar kimyosi" kafedrası professori, kimyo fanlari doktori

O.M.Yoriyev, Buxoro davlat tibbiyot instituti "Bioorganik, bioanorganik va biologik kimyo" kafedrası mudiri, kimyo fanlari doktori, professor

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2014 yil 3 martdagi 79 – sonli qaroriga asosan nashrga tavsiya etildi.

Annotation

At present at development of the conditions and intellect in high educational institutions broadly not knowing structure of the atom and molecules, nature chemical relationship impossible to teach the science a chemistry.

The known that primary task to chemistries this creation new and the most latest substance and material, which can voice onward our requirements and desires.

At present science of the construction material possible consider the most difficult subject amongst естественных since it uses all achievements a subject such as physics, mathematics, crystallography, quantizing mechanics and quantizing chemistry.

The scholastic allowance is intended for bachelor on professions 5140500-chemistry and it is prepared on scholastic program ministry High and average special forming the Republic Uzbekistan.

In scholastic allowance are analyzed and are completely discussed 12 chapters, which contains the purpose and tasks of the subject of the properties substance, construction of the atom and molecules, physical methods at study of their construction, interaction atom and molecules between itself, magnetic moment of the molecules, multiplets, spin-spin interaction, nucleus magnetic and electronic resonance, electric, magnetic properties substance, optical characteristic such as vibration, electronic and oscillatory spectrums of the molecules.

In this scholastic allowance tests as well as important dates of the event.

KIRISH

Modda tuzilishi haqidagi ma'lumot hozirgi zamon tabiatshunosligining, ehtimol, eng qiyin sohasi, yo'nalishi bo'lsa kerak, chunki u fizika, matematika kristollografiya, kristollokimyo, kvant mexanika va kvant kimyo fanlarining qariyb barcha yutuqlaridan foydalanadi.

Kimyo fanining bizga ma'lum bo'lgan ikki yarim ming yillik tarixiga nazar solsak, uning bir qancha muhim davrlardan iborat ekanligini ko'ramiz. Lekin ularni tarixan ikki katta bosqichga bo'lish mumkin: birinchi bosqich – kimyoning ratsional yo'lga o'tishigacha va ikkinchisi – uning ratsional yo'lga o'tishidan boshlangan bosqich. Ikki ming yildan ortiq davom etgan birinchi bosqich davomida kishilar tabiatda minerallar, rudalardan o'z kundalik ehtiyojlari uchun unumli ravishda foydalandilar. Alximiklar faoliyati tufayli turli tuzlar, kislotalar, ishqorlar ochildi. Ularni ajratib olish, tozalash uchun kimyoviy texnologiya asoslarini tashkil qiluvchi bug'latish, haydash kabi jarayonlar ishlab chiqildi va ulardan foydalanildi. Lekin moddalar asosan sifat jihatidan tariflanar, ularga xos bo'lgan tavsiflar juda kam hollarda ma'lum edi.

Kimyoviy element (*R.Boyl, M.Lomonosov*), atom (*Dalton*), molekula (*A.Avagadro, Gassendi, N.Butlerov, Kanisaro*) kabi tushunchalarning kimyo faniga kiritilishi tufayli, undan tarkib masalasi mustahkam o'rin egalladi. Moddalarning individualligi, ya'ni o'ziga xos xususiyat va tarkibga ega ekanligi to'g'risida ma'lumotlarning to'planishi, kimyoviy tuzilish to'g'risidagi fikrlarning paydo bo'lishi va rivojlanishi ularning tarkibi, tuzilishi va xossalardan tashkil topgan teng tomonli uchburchak shaklida o'zaro bog'langanligini ko'rsatdi. Bu yutuqlar tufayli kimyo tarixining ikkinchi ulkan bosqichi – uning ratsional izga burilib olishidan keyin o'tgan va o'tayotgan bosqich boshlandi. XIX asr oxiri XX asr boshlarida amalga oshirilgan ayrim tajribalar to'plami (fotoeffekt, yorug'likning dualistik tabiati, Kompton effekti, difraksiya, interferensiya) *moddalar tuzilishi* fanning yaratilishiga sababchi bo'ldi. Hozirgi zamon atom va molekularlar

tuzilishi nazariyasi juda kichik massali mikroobyektlar harakatini ifodalovchi qonunlarga asoslanadi. Bu qonunlar 1925-1926-yillarda to'la shakllandi. Ular shakllanishi bilan bir vaqtda ilm-fan dunyosiga moddalar tuzilishi fani ham kirib keldi. Bu fan moddalarning ichki energetik maydoni bilan tashqi elektromagnit maydoni, nurlanish va oqimlar o'rtasida o'zaro ta'sirlashuv, energiya almashinuv yo'llari, moddalarning ichki va fazoviy tuzilishini belgilovchi kimyoviy va molekulalararo ta'sir, moddalarning elektr, magnit va optik xususiyatlarini chuqur tahlil qiladi. Bu fanning paydo bo'lishi molekulyar fizika va kvant kimyosi fanlarining paydo bo'lishi bilan deyarli bir vaqtga to'g'ri keldi. Turli izomerlarning, shu jumladan, optik izomerlarning kashf qilinishi moddalarning kimyoviy tuzilishi va uni o'rganish masalasini tarkibni o'rganish (analiz) bilan bir qatorga qo'ydi. Kimyoviy tarkibi bir xil bo'lishiga qaramay har xil xossaga ega bo'lan oddiy moddalarning alotropik shakl o'zgarishlarning mavjudligi faqat ular tuzilishning har xilligi bilan tushuntirilishi ayon bo'lib qoldi. Shu sababdan moddalarning kimyoviy tarkibini anglash bilan bir qatorda ularning kimyoviy tuzilishini o'rganish muhim ekanligi aniq bo'ldi.

Modda tuzilishini o'rganish bir vaqtning o'zida ham kimyoviy va ham fizikaviy usullar yordamida bajarilishi mumkin. Barcha kimyoviy usullar mazkur modda tarkibidagi kimyoviy bog'lar, funksional guruhlar, ayrim elementlar atomlariga xos bo'lgan reaksiylardan foydalanishga asoslanadi. Bu reaksiyalarni o'tkazish ko'p vaqt va mehnatni talab qiladi. Shuning uchun, olimlar modda tuzilishini aniqlashning fizikaviy usullarini ham ishlab chiqishga e'tibor qaratdilar. Fizikaviy usullar aksariyat hollarda, juda kam miqdordagi modda va mehnatni talab qiladi. Bu usullar modda bilan tashqi maydon kuchlarining ta'sirlashuvi oqibatida modda tuzilishi qonuniyatlarini o'rganish va tarkibiy qismlarini aniqlashga asoslangandir.

Modda tuzilishini o'rganish va uning natijasida to'plangan ma'lumotlar kimyoning barcha sohalarini o'rganish va bu sohalarda tegishli ilmiy izlanishlar olib borishga imkoniyat

yaratdi. Kimyoviy ishlab chiqarish va texnologiyaning samaradorligi modda tuzilishi to'g'risidagi ma'lumotlardan foydalanishga asoslangan. Moddalarning tarkibi, tuzilishi va xossalari o'rtasidagi bog'lanishni o'rganish hozirgi zamon texnikasi hamda sanoatning oldindan ko'zda tutilgan xususiyatlarga ega bo'lgan turli-tuman materiallarni tayyorlash uchun dasturilamal bo'lib xizmat qilish hech shubhasizdir.

Atomning murakkabligi kashf qilinishi kimyoda yangi davr ochdi. Turli zaryadlarga va masalalarga ega bo'lgan zarrachalarning mavjudligi, ularning atom tarkibini tashkil qilishi, materiyaning ana shunday zarrachalarning turli xildagi majmualardan iborat ekanligining aniqlanishi bu majmualarning mavjud bo'la olish shart-sharoitlari, tarkibi va xossalarini o'rganishni taqozo etdi. Bu o'rinda elektromagnit maydonning modda bilan ta'sirlashuvini o'rganish va bu yo'lda olingan natijalar hayratlanarlidir. Bu ma'lumotlar juda ham xilma-xil bo'lib, ularga tayangan holda moddalarning ichki tuzilishi, kimyoviy bog'lanishining turlari, energetikasi, molekulaning qutbli yoki qutbsizligi va shunga o'xshash qator xususiyatlar to'g'risida aniq va bir qiymatli xulosalarga kelish mumkin.

Mazkur o'quv qo'llanmada ushbu ma'lumotlar bilan izchil tanishish, ularning nazariy asoslarini o'rganish, ulardan har bir kimyogarni qiziqtirgan savollarga javob olish yo'lida erishilgan yutuqlar, kashf qilingan qonun-qoidalar, zaruriyat paydo bo'lganda bunday tadqiqotlarni amalga oshirish imkoniyatiga ega bo'lish yo'llari izohlab berilgan.

Atomlar optik spektrlarning chiziqli tuzilishiga ega bo'lishi. Frank-Gers tajribalarining natijalari, Bor postulatlari. Rits tenglamalari va qator boshqa hodisa va natijalar mikroobyektlar klassik fizika qonunlariga bo'ysunmasligini, ularning energiyasi aksariyat hollarda, diskret ravishda o'zgarishini, trayektoriya tushunchasini ularning fazodagi harakatiga qo'llab bo'lmasligini ochiq-oydin ko'rsatdi. Buning asosida ularning dualistik tabiati yotadi. De-Broyl formulasiga binoan mikrozarrachalarning massasi juda kichik bo'lganligi uchun ularning harakatiga ma'lum

sezilarli to'liq uzunligiga to'g'ri keladiki, natijada to'liqlarga xos bo'lgan hodisalar interferensiya, difraksiya erkin holda namoyon bo'ladi. Shu kabi qator hodisalar asosida kvant mexanikasi yaratildi va u mikroobyektlarni o'rganish vositasiga aylandi. 1926-yilda Avstriya fizigi Ervin Shreydinger tomonidan yorug'lik nazariyasiga tayangan holda ishlab chiqilgan tenglama eng muhim postulat bo'ldi. Ψ - funksiyasining fizik ma'nosini tadqiq qilish mikroobyektlarning ko'pgina kvant mexanik xossalarini asoslash va tushuntirish imkoniyatini berdi. Masalan, aylanma va tebranma o'tishlarda kuzatiladigan tanlash qoidalari asosida Shredinger tenglamasining diskret qiymatli yechimlari yotadi. Shu sababdan qo'llanmaga kirish sifatida kvant mexanikasining eng muhim elementlari eslatib o'tildi.

Qadimgi grek olimlari **Demokrit**, **Empidokllar** tasavvur qilganlaridek, materiyaning diskret tuzilishi to'g'risidagi fikrlar va qarashlar XIX va XX asrlarda elektronlar, protonlar, neytronlar, mezonlar va boshqa qator elementlar zarrachalar mavjudligining kashf etilishi bilan tasdiqlandi. Ulardan tashkil topgan atomlar, molekularlar, ionlar qanchalik murakkab tarkibga va tuzilishiga ega bo'lmasin, lekin masalalarning absolyut qiymati makroobyektlarnikiga nisbatan juda kichkinaligicha qolaverganligi uchun, mikrozarachalar nomi bilan umumlashtirildi hamda kvant mexanika qonunlari usullari yordamida o'rganilmoqda. Shu sababdan, qo'llanmada ularning o'ziga xos xususiyatlari to'g'risida ham ma'lumotlar berilgan. Kimyo fanining asosiy vazifasi turli-tuman oddiy va murakkab moddalarning ichki tuzilishini, tarkibini, xossalarini o'rganish va o'zgarish jarayonlari qonuniyatlarini bilish demakdir. Kimyoviy jarayon bu xossalari ma'lum bo'lgan moddalardan, aksariyat hollarda, noma'lum yangi moddalarni hosil qilishdir. Ikkala holda ham boshlang'ich va yangi hosil qilingan moddalarni, ular tarkibini to'liq xarakterlash uchun, ularni kimyoviy yoki fizik-kimyoviy usullar yordamida tekshirish kerak bo'ladi.

Modda tuzilishi, Kvant mexanika va kvant kimyosi sohasida juda katta ishlar olib borildi. Bu ilmiy ishlarni jahonning mashhur,

ko'zga ko'ringan fizik-kimyogar olimlari A.G.Stoletov, M.Pavlov, Maks Plank, De-Broyl, Frits London, Albert Eynshteyn, Ernest Rezerford, Geyzenberg, Ervin Shreydinger va boshqalar amalga oshirganlar.

Kimyoning barcha sohalarida elementlar atomlarining elektron tuzilishiga alohida e'tibor beriladi. Bu shubhasiz asosli, albatta. Chunki, elementlar va ular hosil qiladigan kimyoviy zarrachalarning tuzilishi, energetikasi, xossalari atomlarning elektron tuzilishi bilan bog'liq. Bu kimyoviy bog'lanish, ayniqsa, noorganika, analitika, kinetika va kattaliz masalalarini hal qilishda muhim rol o'ynaydi.

Radiaktivlik, xususan, tabiiy radiaktivlik tufayli α, β, γ nurlarining yadrolar tarkibidan ajralib chiqishi, ayniqsa, YaMR, PMR spektroskopik usullarining yaratilishi va kimyoda juda keng ko'lamda qo'llanilishi atomlar yadrolarining tuzilishi to'g'risida ham yetarli ma'lumotlarga ega bo'lishimizni taqozo qiladi. Shu sababdan, atom yadrosining tuzilishi to'g'risidagi ilk ma'lumotlarga alohida o'rin ajratildi va urg'u berildi. Ma'lumki, qattiq moddalar ularni tashkil qiluvchi kimyoviy zarrachalarning bir - biriga nisbatan o'zaro fazoviy joylashishiga qarab kristall va amorf holatda mavjuddir. Kristall moddalarda ularni tashkil qiluvchi atomlar, molekulalar, ionlar o'zaro uzoq tartibli yo'sinda joylashadilar. Shuning uchun qo'llanmada kristallarni hosil qiluvchi atom, molekulalararo, elektrostatik, metall bog'lari to'g'risida ham ma'lumotlar keltirilgan. Shuningdek, qo'llanmada simmetriya elementlari, kristall molekulalarning fazoviy tuzilishi, molekulalarning elektromagnit xususiyatlari, aylanma, tebranma va elektron o'tishlar, nurning kombinatsion tarqatilish spektrlari to'g'risida ham imkoniyat boricha batafsil to'xtalgan. Molekulalarning energetikasi va molekulalararo (dispersion, polyarizatsion, orientatsion) ta'sirga va ularning energiya qiymatlariga, kimyoviy bog' va molekulalararo ta'sirning o'ziga xos ko'rinishi sifatida namoyon bo'ladigan vodород bog'ini izohlashga ham alohida e'tibor berilgan.

Modda tuzilishi fani hozirgi zamon tabiiy fanlar o'rtasida eng murakkabi deyilsa xato bo'lmaydi. Bu ta'limot amalda fizika fanining barcha yutuqlaridan va ulkan jihozlaridan foydalanadi. Bu usullarga rentgenografiya, infraqizil (IQ), ultrabinafsha (UB)-spertroskopiya, elektronografiya, refraktometriya, elektron paramagnit rezonans (EPR), yadro paramagnit rezonans (YaMR), masspektrometriya va boshqalar misol bo'ladi. Modda tuzilishi fanining predmeti artofimizdagi borliqni o'rganish va analiz qilish, maqsadi esa yetishib chiqadigan mutaxassislarni moddalarning ichki tuzilishi, ularning tarkibi, ya'ni atom, molekula, ion, radikal, elektron va yadroning xossalarini o'rgatishdan iboratdir.

I-BOB. ATOM YADROSINING TUZILISHI

1.1-§. Modda va maydon. Massa bilan energiya tushunchalari

Materiyaning asosiy ko'rinishi korpuskulalar, moddalar va maydondir.

Maydon ikki xil magnit va elektr maydon ko'rinishida bo'ladi. XIX asrgacha elektr va magnetizm bir-biriga bog'liq emas, degan fikr mavjud edi. 1819-yilda daniyalik fizik G. X. Ersted elektr tokini tashiydigan o'tkazgich magnit kompas strelkasi oldida orqaga harakatlanganini kuzatdi, shundan so'ng, ular bir-biriga bog'liqligi isbotlandi. Ersted elektr toki yordamida magnit maydon olinishini tajribada ko'rsatdi. Bu tajribalardan xabar topgan **M. Faradey** 10 yillik izlanishlaridan so'ng magnit maydon yordamida elektr toki olishga muvassar bo'ldi. Magnit maydon atomdagi elektronlarning magnit momenti yoki zaryadlangan zarrachaning toklari tufayli hosil bo'ladi. Magnit va elektr maydon birgalikda elektromagnit maydonni, ya'ni yorug'lik va elektromagnit to'lqinlarni hosil qiladi. 1863 yilda Maksvell yagona elektromagnit maydon nazariyasini fanga kiritdi. Bu nazariyaga ko'ra, o'zgaruvchan elektr maydoni, o'zgaruvchan magnit maydonini, o'zgaruvchan magnit maydoni, o'zgaruvchan elektr maydonini vujudga keltiradi. Natijada o'zaro o'ralgan elektr va magnit maydon sistemasi hosil bo'ladi. Magnit maydon harakatdagi zaryadlar atrofida qolmay, balki fazoning vaqt davomida o'zgarib turuvchi elektr maydon mavjud bo'lgan barcha sohalarda ham vujudga keladi.

Massa bu moddaning induksiya o'lchami va tortilish xossasini ifodalovchi fizik kattalik. **Energiya** jismning yoki jismlar sistemasining ish bajara olish qobiliyatini xarakterlovchi fizik kattalik, uning kimyoviy, mexanik, molekulyar, yorug'lik, atom energiyasi kabi turlari mavjuddir. Sistemalarning mexanik energiya jamg'armasi potensial va kinetik energiyalar turiga bo'linadi.

Kinetik energiya massa bilan tezlik kvadrati ko'paytmasining yarmiga teng kattalik.

$$E = \frac{mv^2}{2};$$

Potensial energiya jism yoki jismlar holatlarining bir-biriga nasbatan o'zgarishi natijasida bajarilgan ishdir.

$$E = mgh$$

Ko'p hollarda jism bir vaqtning o'zida ham, kinetik ham potensial energiyaga ega bo'ladi. SI sistemasida energiya birligi Joul da o'lchanadi.

1903 yilda **Eynshteyn nisbiylik nazariyasini** yaratdi. Bu nazariyaga ko'ra, tezlik ortishi bilan jismning massasi ortadi, ya'ni qo'shimcha harakat massasiga ega bo'ladi. U harakatdagi zarrachaning massasi tinch holatda turgan zarracha massasidan ortiq bo'lishini isbot etgan.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{V}{C}\right)^2}}$$

m - harakatdagi zarrachaning massasi;

m_0 - tinch holatda turgan zarracha massasi;

V - zarrachaning tezligi;

C - vakuumdagi yorug'lik tezligi.

Jismning massasi uning tezligini o'zgartirishga bo'lgan qarshiligining miqdoriy ifodasidir.

1.2-§. Atom tuzilishi sohasidagi asosiy ishlar

Moddalar ko'zga ko'rinmaydigan zarrachalardan iborat, degan tasavvurlar qadimgi Gretsiyada vujudga kelgan. Eramizdan avvalgi V asrda yaratilgan bu atom gipotezasi rivojlanmasdan qolib ketgan. Undan o'n asr o'tgach, ya'ni XVI asrning boshida fransuz olimi, fizik, matematik va filosof **P. Gassendi** tarixda qutub yuborilgan atom tushunchasini yana fanga kiritadi. P. Gassendi moddalar atomlardan tuzilgan va atomlarning xillari ko'p emas, degan fikrni maydonga tashlaydi. Ammo atom-molekulyar nazariya yana rivojlanmaganicha qolib ketadi. XVIII-XIX asrlardagina ilmiy asoslangan atom-molekulyar ta'limot yaratiladi. Atom-molekulyar ta'limot asosida moddalarning diskretligi prinsipi yotadi, ya'ni moddalar yaxlit bo'lmasdan, balki

mayda zarrachalardan tarkib topgan. Moddalar o'rtasidagi farq ularning zarrachalari orasidagi farq bilan belgilanadi. Moddalar doimo harakatda bo'ladi, jism harorati qanchalik yuqori bo'lsa, harakat ham shunchalik intensiv bo'ladi.

Hozirgi vaqtda elektron mikroskoplar yordamida barcha moddalarning atom va molekulasini to'plamlarini ko'rish mumkin. *Dj. Tomson, M. Lomonosov, Nils Bor, Jeyms Chedvik, Dalton, Ernest Rezerfordning* tajribalari tufayli atom tuzilishi to'liq o'rganildi. Tomsonning atomning elektroneytralligi, Daltonning atomlar shar shaklida ekanligi, Borning vodorod atomi modeli, Jeyms Chedvikning neytronni borligini aniqlashi, Rezerfordning nuklear nazariyasi katta ahamiyatga ega. Elektronning kashf etilishi. XX asr boshlaridagi juda ko'p izlanishlar shuni ko'rsatdiki, atom moddaning eng kichik bo'linmaydigan zarrachasi emas, balki atomning o'zi elektron, proton, neytrondan va boshqa elementar zarrachalardan tashkil topgan.

Atomning murakkabligini tasdiqlovchi dastlabki tajriba ma'lumotlari 1879-yilda, siyraklashtirilgan gazlarda elektr zaryadi hosil bo'lishi hodisasini tekshirish natijasida olindi. Agar elektrodlar kavsharlangan shisha naydan havo so'rib olinsa va unga yuqori kuchlanishli tok ulansa, katoddan nur tarqala boshlaydi. Bu nurlar katod nurlari deyiladi. Ular elektr maydoni (E) da to'g'ri chiziqli harakatini o'zgartirib, musbat qutb tomonga og'adi. Demak, bu nurlar manfiy zaryadga ega. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, bu oqim elektronlar oqimidan iborat. Ko'pchilik metallar UB nur bilan yoritilganda ham elektronlar ajralib chiqadi.

1896-yilda Bekkerel uran birikmalari ko'zga ko'rinmaydigan nur chiqarishni aniqladi. *Mariya Kyuri – Sklodovskaya va Pyer Kyurilar Bekkerel* ishlarini davom ettirib, toriy va aktiniy ham shunday xossaga ega ekanligini aniqladilar. O'z-o'zidan nurlanish hodisasi radiaktivlik deb, bu xossaga ega bo'lgan moddalar esa radiaktiv moddalar deb ataladigan bo'ldi.

Tekshirishlar natijasida bu nurlarning bir xil emasligi aniqlandi. Magnit va elektr maydoni ta'sirida bu nurlar uch

qismga bo'linadi: α , β va γ -nurlar. Ikki qismi qarama-qarshi tomonga og'adi. Bu ikki nurning biri elektr maydonida manfiy qutb tomonga, ikkinchisi musbat qutb tomonga buriladi. *Manfiy qutbga burilgani α -nurlar deb, musbat qutbga tomon burilgani esa β -nurlar deb, uchinchi qismi o'zining yo'nalishini o'zgartirmaydigan γ -nurlar deb ataladi.*

α -nurlar musbat zaryadli zarrachalar bo'lib, ularning zaryadi elektronning zaryadidan ikki marta ortiq, ya'ni 2 ta musbat zaryadlidir, shuning uchun ular elektr maydonida manfiy qutbga tomon buriladi. Bu zaryadning massasi 4 uglerod birlikka teng. Tekshirishlar α -nurlar elektronlarni yo'qotgan geliy atomlari ekanligini ko'rsatdi. Ularning ionlanish xususiyati kuchlidir. α -nurlar turli elementlarning atomlaridan elektronlarni urib chiqaradi, ya'ni u atomlarni ionlashtiradi va har bir α -zarracha o'ziga 2 tadan elektron biriktirib neytral geliy atomlarini hosil qiladi. harakat tezligi (dastlabki) 20000 km/sek ga teng.

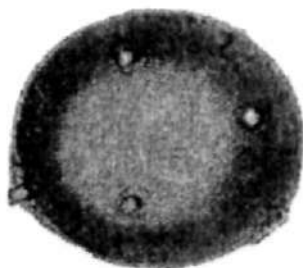
β -nurlar elektronlardan iboratdir, shuning uchun ular elektr maydonida musbat qutbga tomon buriladi. β -nurlarning moddalardan o'tish xususiyati α -zarrachalarnikidan yuqori, ammo energiyasi ularnikidan kam.

γ -nurlar magnit va elektr maydonida o'z yo'nalishini o'zgartirmaydigan hech qanday elektr zaryadiga ega bo'lmagan nurlardir. Bu nurlar elektromagnit nurlanish bo'lib, rentgen nurlariga o'xshash va yuqori darajada o'tuvchanlik xossasiga ega.

Shunday qilib, yangi kashfiyotlar atom murakkab sistema ekanligini va bir necha oddiy zarrachalardan tuzilganligini tasdiqladi.

Elektronlar turli xil moddalardan ajralib chiqadi. Bundan, elektronlar hamma element atomlarining tarkibiy qismidir, degan xulosa chiqarildi. Lekin elektronlar manfiy zaryadlangan, atom esa umuman elektroneytral bo'lgani uchun, ravshanki, atomning ichi ta musbat zaryadlangan qismi bo'lib u elektronning manfiy zaryadini kompensatsiya qilib turadi.

XIX asr oxiriga kelib, atomlar murakkab tuzilishga ega va ular o'zaro bir-biriga aylana olishi mumkinligi tasdiqlovchi bir qator faktlar aniqlandi. Moddalarni tashkil qiluvchi atomlar o'z tabiati bilan elektroneytral zarrachalar bo'ganligidan, atomda manfiy zaryadlangan elektronlar bilan bir qatorda, albatta, musbat zaryadlangan zarrachalar ham bo'lishi shart ekanligini ingliz fizigi Djozef Tomson tushunib yetdi va 1897-yilda *Tomson* tomonidan **elektron** kashf etildi.



1.1-Rasm. Tomson modeli.

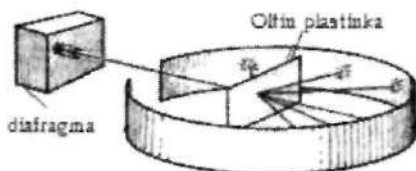
Djozef Tomsonning fikriga ko'ra, atomning musbat zaryadi atomning butun hajmini egallaydi va u bu hajmda bir xil zichlik bilan taqsimlangan bo'ladi. Tomson 1903-yilda tizimning barqarorligi, uning energiyasining minimalligi prinsipidan kelib chiqqan holda, musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalar atomda o'zaro tekis aralashgan joylashgan bo'ladi, degan gipotezani taklif qildi. U shuningdek, α - nurlarining tabiatini izchil o'rganib, ular musbat zaryadli, anchagina katta massaga ega bo'lgan zarrachalar ekanligini ko'rsatadi. Dj. Tomson elektron zaryadi va elektronning miqdoridan foydalanib uning massasini aniqladi. Elektron zaryadi $5,273 \cdot 10^{17}$, uning miqdori $4,8028 \cdot 10^{-10}$ e.s.b. ga teng. Elektron elementar zarracha bo'lib, uning massasi $m = 4,8028 \cdot 10^{-10} / 5,273 \cdot 10^{17} = 0,910939 \cdot 10^{-27}$ g ga teng ekan. Uning massasi vodorod atomining massasidan $m(H) = 1,00866 / 6,02 \cdot 10^{23} = 1,674 \cdot 10^{-24} / 9,10939 \cdot 10^{-28} = 1837$ marta kichik.

1909 yilda R. Milliken elektron zaryad (q_e) qiymatini aniqladi. $q_e = 1,6021 \cdot 10^{-19}$ Kl ga teng. **Elektr zaryadi** atom yadrosining

asosiy xarakteristikasidir va u neytral atomdagi elektronlar sonini, ximiyaviy (energiya sathlari) va fizik xususiyatlarini aniqlaydi.

1.3-§. Atom tuzilishining nuklear nazariyasi

Ingliz olimi Ernest Rezerford Tomson gipotezasi ustida ish olib borib, vakuumda juda yupqa oltin plastikasiga α - nurlarini tik holda yo'naltirdi. Agar atomlarning ichki tuzilishi Tomson o'ylagandek bo'lsa, musbat zaryadlangan α - nurlar atomlarda tekis taqsimlangan musbat zarrachalardan elektrostatik ravishda itarilib, atrofga sochilishi yoki elektronlar tomonidan tortilib, kinetik energiyasi katta bo'lganligi uchun plastikadan hech qanday qiyinchiliksiz o'tib ketishi kuzatilishi kerak. Amalda na u va na bu hol kuzatilmadi, α -nurlarning deyarli 99,9 foizi plastinkadan hech qanday to'sqinlikka uchramagan holda o'tib ketdi. Lekin uning 0,01 foizi xuddi beton devorga urilgan koptokdek o'z yo'nalishlarni 180° yoki undan kichikroq burchakka o'zgartirib orqaga qaytdi. Bunday kutilmagan natija Rezerfordni jiddiy o'ylantirib qo'ydi. Tajriba bir necha marta qaytarilib, uning natijasida ishonch hosil qilingach, Rezerford Tomson gipotezasi tasdiqlanmayotganligini tushunib o'zining atom tuzilishi to'g'risidagi planetalar modelini taklif qildi va atom tarkibining musbat zaryadli qismini **E.Rezerford** 1911-yilda (α -zarrachalarning tarqalishini o'rganish natijasida) kashf etdi. Rezerford α -nurlarni yupqa metall plastinkaga yo'naltirilsa, ularning ko'p qismi metall plastinka orqali o'tib, o'zining to'g'ri chiziqli harakatini o'zgartirmasligini, bir oz qismi yo'nalishini o'zgartirishini kuzatdi. (1.2-rasm).



1.2-rasm. Zarrachalarining atom ichidan o'tishi

α - zarrachalarning ko'pchiligi o'z yo'nalishini o'zgartirmay plastinkadan o'tib ketdi. Zarrachalarning oz qismigina kichik burchak hosil qilib burildi, taxminan 8 ming α - zarrachalarning bittasigina chetga otildi. Rezerford bu zarralarning maxsus ekranga urilganda chaqnashini mikroskop orqali ko'rdi. Demak, metall atomini fazoda egallagan ko'p qismida og'ir zarrachalar yo'q, unda faqat elektronlar bo'lishi mumkin. Ma'lumki, elektronlarning massasi α - zarracha massasidan deyarli 7500 marta kichikdir, shu sababli elektronlar bilan to'qnashganda α - zarrachalarning harakat yo'nalishi o'zgarmaydi. α -zarrachalarning burchak ostida burilishi yoki ularning keskin orqaga qaytishiga sabab atomning asosiy massasiga ega bo'lgan og'ir yadroning borligidir. Yadro atomning juda kichik hajmini egallaydi, shuning uchun α - zarrachalar u bilan kam to'qnashadi. Yadro musbat zaryadga egadir, shuning uchun undan musbat zaryadli α -zarrachalar itariladi.

Oltin plastinkadan qaytgan zarrachalar sonining qaytarilish burchaklari bo'yicha taqsimlanishini o'rganish natijasida atomdagi musbat zaryadlar joylashgan sfera radiusining o'lchami 10^{-13} sm ekanligini, atom radiusi esa 10^{-8} sm chamasida bo'lib bunday atom α -nurlari uchun yuqori darajada to'sqinsiz o'tkazuvchan tiniq muhit ekanligini ko'rsatdi. Musbat zaryadlardan tashkil topgan sfera atomning yadrosi deb ataladi. Alohida-alohida mavjud bo'lib, musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalardan tashkil topgan atomning barqarorligini tushuntirish uchun Rezerford o'sha vaqtda qo'llanilib kelayotgan klassik mexanika va elektrodinamika qonunlariga binoan atomning bir tomondan elektronning yadro atrofida aylanishi natijasida paydo bo'ladigan markazadan qochma kuch, ikkinchi tomondan musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalar o'rtasidagi tortishish kuchi bilan qiymat tomonidan teng yo'nalishlari bo'yicha o'zaro qarama-qarshi bo'lganlari uchun Nyutonning 3-qonuniga binoan atom barqaror holatda bo'ladi, degan xulosaga keldi va o'zining quyidagi tenglamasini taklif qildi:

$$F_{mk} = \frac{m_e v^2}{r} \quad (\text{markazdan qochma kuch})$$

$$F_{elst} = -\frac{e^2}{r^2} \quad (\text{tortishish kuchi})$$

Atom barqaror bo'lganligidan $F'_{mk} + F'_{elst} = 0$, ya'ni

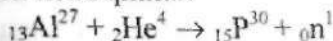
$$\frac{m_e v^2}{r} - \frac{e^2}{r^2} = 0$$

Tenglama kelib chiqadi. Uni r ga ko'paytirsak, $m_e v^2 = \frac{e^2}{r}$ bo'ladi.

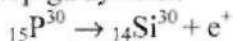
Afsuski, tenglamada ikkita noma'lum o'zgaruvchi V va r lar mavjud bo'lganligi uchun uni yechib bo'lmazligi Rezerfordga ayon bo'ldi.

Shu tajribalar asosida Rezerford *atom tuzilishining nuklear (yadro) nazariyasini* kashf qildi.

1933 yilda **Iren Kyuri va Frederik Jolio Kyuri** ba'zi yengil elementlar – bor, magniy, alyuminiylar α -zarrachalar bilan bombardimon qilinganda pozitronlar (pozitron e^+ - elementar zarracha bo'lib, uning massasi elektron massasiga teng, ammo musbat elektr zaryadiga ega elektron va pozitronning zaryadlarining absolyut miqdorlari bir xil) ajralib chiqishini kuzatdilar. Avval alyuminiyga α -nurlar ta'sir ettirib, radioaktiv fosfor hosil qilindi:



Bunda neytronlar ham ajralib chiqadi, so'ngra hosil bo'lgan beqaror radioaktiv fosfor pozitron chiqarish bilan yemirilib, kremniyning barqaror izotopiga aylandi:

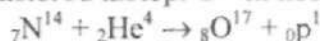


Shunday qilib, sun'iy ravishda radioaktivlik hodisasi kashf etildi. Hozirgi davrda sun'iy yo'l bilan kimyoviy elementlarning yuzlab radioaktiv izotoplari hosil qilingan. Radioaktiv elementlar

va ularning tabiatini o'rganuvchi kimyoning bo'limi **radiokimyo** deb ataladi.

Yadrolarning elementar zarrachalar (neytronlar va protonlar) yoki boshqa yadrolar (masalan α - zarrachalar yoki deutronlar ${}^2_1\text{H}^2$) bilan o'zaro tasirlashuviga **yadro reaksiyalar** deyiladi.

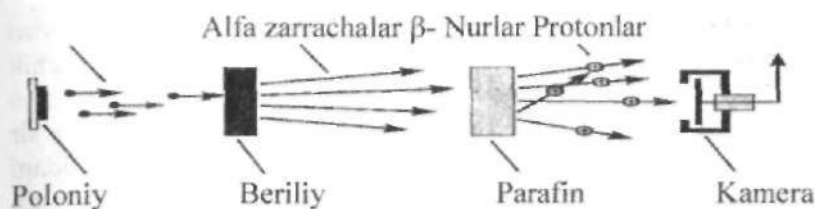
Birinchi sun'iy yadro reaksiyasi 1919-yilda Rezerford tomonidan amalga oshirilgan edi: azot atomlariga α -zarrachalar oqimini ta'sir ettirib, kislorod izotopi O^{17} ni hosil qilgan edi:



Shunday qilib, elementlarning bir-biriga sun'iy aylantira olish mumkinligi tajribada isbot etildi.

Radioaktiv elementlarning yarim yemirilish davri g'oyat xilma-xil bo'ladi, ya'ni ba'zi elementlarning yarim yemirilish davri milliard yillarga teng bo'lsa, ba'zilariniki sekundning kichik ulushlariga teng bo'lishi mumkin. Masalan, radonning yarim yemirilish davri 2,85 sutkaga, radiyniki 1620 yilga, uranniki esa 4,5 milliard yilga teng. Radioaktivlik nurlanish jarayoni o'z-o'zicha uzluksiz ravishda boradi. Bu jarayon natijasida radioaktiv elementlarning atomlari hamisha yemirilib, boshqa elementlarga aylanib turadi. Radioaktiv yemirilish jarayoni ham atomning murakkab tuzilganligidan dalolat beradi.

Demak, atomga ta'rif beradigan bo'lsak: **Atom** – bu kimyoviy elementning xossalarini saqlovchi eng kichik zarracha, yoki *hozirgi zamon ta'rifi Atom* – bu proton va neytronlardan tarkib topgan musbat zaryadlangan yadrodan va uning atrofida harakatlanadigan manfiy zaryadlangan elektronlardan iborat elektroneytral zarrachadir. Reaksiyada vujudga kelgan vodorod atomining yadrosi barcha yadrolar tarkibiga kiruvchi elementar zarracha ekanligi aniqlandi va proton (p) deb nom berildi. "Proton" so'zi "birinchi" degan ma'noni anglatadi. Yadroni tashkil etgan protonning massasi 1,007825 u.b.ga tengligini Golshteyn aniqladi, uning zaryadi +1 ga teng. 1932-yilda ingliz fizigi **Jems Chedvik** neytronni (n) tajribalar asosida kashf qildi (1.3-rasm).



1.3- rasm. Chedvikning Neytronning kashf etilish tajribasi

U beriliy metalini α - nurlar bilan bombardimon qilib, proton massasidan kattaroq va juda yuqori energiyaga ega bo'lgan bir zarracha borligini va uning zaryadsiz ekanligini aniqladi. Uni **Neytron** deb atadi.

Proton massasi elektron massasidan 1836 marta, neytronning massasi esa 1838 marta katta. Proton va neytronni umumiy holda, birgalikda nuklonlar deb atashadi. Yadrodagi nuklonlar o'ziga xos xususiyatga ega. Ularning yadrodagi bog'lanish energiyasi elektronlarning atomdagi bog'lanish energiyasidan ancha katta. (elektron uchun 10-100 kiloelektrovolt (KeV), proton uchun 8 megaelektrovolt (MeV)).

Protonlar soni neytronlar sonidan ko'p bo'lsa, yadroning turg'unligi kamayadi, tarkibida juft miqdorda proton va neytron tutgan yadrolar barqaror bo'ladi, yadrodagi nuklonlar yig'indisi toq bo'lgan yadrolar mustahkamligi kam bo'ladi, ular tabiatda kam uchraydi.

Zarracha	Zaryad	Spin	Massa:	
			g	u.b.
Proton	$q_p = +1,602 \times 10^{-19}$	1/2	$1,67262 \times 10^{-24}$	1,007825
Neytron	0	1/2	$1,67493 \times 10^{-24}$	1,008665
Elektron	$q_e = -1,602 \times 10^{-19}$	1/2	$9,10939 \times 10^{-28}$	0,0005486

Yadroni tashkil qiluvchi zarrachalar o'rtasida 2 kuch o'zaro ta'sirlashadi: musbat zaryadlangan protonlarning o'zaro itarilish elektrostatik kuchlari va yadro tarkibiga kiruvchi hamma

zarrachalar o'rtasidagi o'zaro tortishish kuchlari (bu kuchlar yadro kuchlari deb yuritiladi). Yadrodagi kuchlar nihoyatda kichik masofadagina (10^{-15} m) o'z ta'sirini ko'rsatadi. Har qaysi nuklon faqat o'ziga yaqin qo'shni bir necha nuklonlargagina ta'sir ko'rsatadi. Atom yadrosini tashkil etuvchi zarrachalar orasidagi masofa juda kichik bo'lganda, yadro kuchlarini tortish qobiliyati, bir xil zaryadlar hosil qiladigan itarish kuchidan yuqori bo'ladi va yadrolarning barqarorligini ta'minlaydi. Atom yadrosidagi proton va neytronlar soni yig'indisi atomning massa soni deb yuritiladi. Yadro o'zining o'lchami jihatidan atom o'lchamidan 1000 marta kichikdir, misol uchun 1 sm^3 joyga atom yadrosini yig'sak, uning massasi 10^{11} kg kelardi. Agar 1 ta bug'doy doni faqat yadrodan iborat bo'lsa uning og'irligi 100 ming tonnaga ega bo'lar edi.

Yadro tarkibidagi proton (p), neytron (n) lar va atom massasiga qarab atomlar 3 guruhga bo'linadi:

Izotoplar – proton soni o'zgaruvchani, N lar soni o'zgaruvchan bo'lgan element atomlari, deyarli barcha elementlarda uchraydi. Masalan, vodorodning 3 ta izotopi Protiiy- ^1_1H , deyteriy- ^2_1D , tritiiy- ^3_1T , kislorodning $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{18}_8\text{O}$ va h.

Barcha ma'lum kimyoviy elementlarning 300 ga yaqin izotoplari mavjud.

Izobarlar – protonlar va neytronlar soni o'zgaruvchan, lekin atom massasi o'zgarmas bo'lgan yadrolar turkumiga aytiladi. ^3_1H va ^3_2He , ^7_3Li va ^7_4Be , $^{40}_{19}\text{K}$ va $^{40}_{18}\text{Ar}$.

Izotonlar – neytronlar soni bir xil, protonlar va atom massasi o'zgaruvchan bo'lgan atomlar turkumiga aytiladi; ^2_1H va ^3_2He , ^4_2He va ^5_3Li , ^7_4Be va ^6_3Li va hokazo.

Ayni elementning barcha izotoplari o'zlarining kimyoviy xossalari jihatidan bir-biriga yaqin bo'lganligi uchun o'sha element izotoplarini ajratish juda qiyin bo'lib, ular kimyoviy usullar yordamida ajratiladi.

Kimyoviy va biologik jarayonlarning mexanizmini o'rganishda izotop indikatorlari yoki nishonli atomlar keng qo'llanilmoqda. Buning uchun ma'lum miqdordagi izotop o'simlik yoki hayvon organizmiga yuboriladi va uning yurish

yo'li tekshirib boriladi. Ms: kislorodning og'ir izotopini qo'llash bilan o'simliklar tomonidan karbonat anhidridning o'zlashtirilishi tekshirilgan. Bunda kislorod CO_2 dan emas, balki suvdan olinishi aniqlangan. Nishonli atomlar yordamida ildizning tuproqda o'sishini, o'g'itlarning o'zlashtirilishini, hayvonlarning yegan ovqatini o'rganish jarayonini aniqlashda kerak ekan. Kosmonavtikada kyuriy ^{232}Cm va ^{244}Cm izotoplari asosida ishlaydigan issiqlik generatorlari qo'llaniladi. Uglerodning ^{14}C izotopi organik moddalar orasidagi reaksiya mexanizmlarini aniqlashda qo'llaniladi. Bu izotop havoning ustki qatlamlarida azotning neytronlar bilan to'qnashuvi natijasida hosil bo'ladi.

1.4-§. Nils Bor nazariyasi

Nils Bor 1913-yilda vodorod atomining tuzilish nazariyasini taklif qildi. N. Bor o'zining nazariyasini yaratishda E. Rezerford nuklear nazariyasiga va Plankning kvantlar nazariyasiga asoslandi.

N.Borning nazariyasining I postulatiga ko'ra, elektron yadro atrofida faqat kvantlangan, ya'ni ma'lum energiya darajasiga muvofiq keladigan orbitalar bo'ylab aylanadi. Bu orbitalarning qaysi birining elektron bilan band etilishi atomning energiyasiga bog'liq. Agar atomning energiyasi minimal qiymatga ega bo'lsa, elektron yadroga eng yaqin birinchi orbita bo'ylab harakat qiladi; atomning bu holatini qo'zg'olmagan, normal yoki asosiy holat deyiladi. Bu holda elektron yadro bilan eng mustahkam bog'langan bo'ladi. Qo'shimcha energiya qabul qilgan atom qo'zg'algan holatga o'tadi, lekin atomning qo'zg'algan holati nihoyatda qisqa muddatlidir. Elektron uzoq orbitadan yaqin orbitaga o'tganda atom elektromagnit nur chiqarib o'z energiyasini kamaytiradi.

N.Borning I postulatiga muvofiq kvantlangan orbita bo'ylab aylanayotgan elektronning harakat miqdori momenti mvr kattalik jihatidan $\frac{h}{2\pi}$ ga karrali bo'ladi, ya'ni

$$mvr = n\left(\frac{h}{2\pi}\right)$$

N.Borning II postulatiga ko'ra, elektron bir orbitadan ikkinchi orbitaga o'tgandagina atom o'z energiyasini o'zgartiradi; elektron kvantlangan orbitalar bo'ylab aylanganda, atom energiya chiqarmaydi va energiya yutmaydi.

Elektron yadrodan uzoqda tugan orbitadan yadroga yaqin orbitaga o'tganda atom yorug'likning bir kvantiga teng energiya chiqaradi. Bu kvantning kattaligi dastlabki va oxirgi holatlarning energiyalari orasidagi ayirmaga tengdir:

$$E = E_1 - E_2 = h\nu$$

E_1 va E_2 - dastlabki va oxirgi holatlar energiyalari ;

h - Plank doimiysi, $6,624 \cdot 10^{-34}$ joul* sek ;

ν - nurning 1 sekunddagi tebranishlar soni (chastotasi):

N.Bor nazariyasiga ko'ra atomda elektron harakat qiladigan har qaysi orbita radiusi o'zgaras qiyamatga ega bo'lishi, elektron ayni orbitada aniq tezlik bilan harakat qilishi, elektronning o'zi aniq o'lchamli zarracha bo'lishi kerak. Vodorod atomining radiusini va elektronning turli orbitadagi energiya qiymatlarini hisoblay oldi. Vodorod atomining ionlanish energiyasi, radiusi va energiyasi uchun

$$l = \frac{-2\pi me^4}{n^2 h^2}; \quad r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 me^2} \quad E = \frac{2\pi^2 me^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$

ko'rinishdagi formulalarni keltirib chiqardi. Bu yerda l - ionlanish energiyasi, m - elektron massasi, e - elektron zaryadi, h - plank doimiysi, r - orbita radiusi. N.Bor bu ikki postulati asosida vodorod atomining tuzilishini tushuntirdi.

Savollar:

1. Moddalar tuzilishi fanining rivojlanishi va uning maqsad va vazifalari.
2. Atom va uning yadrosining tarkibiy qismlari haqida ayting.
3. Modda va maydon, massa va energiya tushunchalariga ta'rif bering.
4. Ayni elementning bir izotopi uning ikkinchi izotopidan nima bilan farq qiladi?
5. Nils Bor nazariyasini tushuntiring.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике: 2-е изд., перераб. — М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985, — 512 с.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — Изд. 4-е, стереотипное. — М.: Изд-во МФТИ, 2004. — Т. III. Электричество. — 656 с.
3. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.
4. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. М.: Мир, 2001, 519 с.
5. Mo'minov T.M., Xoliqulov A.B., Xushmurodov Sh.X. Atom yadrosi va zarralar fizikasi. O'z.faylasuflar milliy Jam. Toshkent. 2009. 288 b.
6. Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. М., 1985
7. Степанов Н.Ф., Пупышев В.И. Квантовая механика молекул и квантовая химия. М.: МГУ, 1991.
8. <http://www.ru.wikipediya.org>
9. <http://www.krugosvet.ru>

II BOB. MODDALARNING FUNDAMENTAL VA ELEMENTAR ZARRACHALARI

2.1-§. Elementar zarrachalarning paydo bo'lish tarixi

XX asrning 30-yillarida elementar zarrachalar soni 3 ta bo'lib ular (elektron, proton va neytron) materiya tushunchasini tushuntirishda yetarli edi. 1940-yillarga kelib o'nlab subyadro zarralar yaratildi. 1947-yili Pauel va Lettez tajribalar o'tkazib yangi zarralar mezonlarni aniqlashdi. Keyinchalik yuzlab mezonlar topildi. Eng og'ir mezon — K-mezonidir. K-mezon ochilgandan so'ng undan ham og'irroq zarrachalar borligi aniqlandi. Bular **giperonlar** edi. Ular juft-juft bo'lib tug'ilishar

ekan va ular murakkab, og'ir zarralar bo'lib, **kvarklar** deb nomlandi.

60-yillarning o'rtalarida elementar zarralarning soni 150 dan o'trdi. Hozirgi paytda esa ular 400 ga yaqin. Fundamental zarracha yoki elementar zarracha parchalanishi mumkin bo'lmagan yoki parchalana olishi isbot etilmagan zarrachadir. Standart modelda kvark, lepton va kalibr bozonlar elementar zarracha deb ko'riladi.

O'tmishda adronlar (masalan, proton va neytron) va hatto atomlar elementar zarracha, deb hisoblangan, biroq keyinchalik ularning kichikroq zarrachalardan tashkil topganligi ayon bo'ldi. XX asrda elementar zarrachalar nazariyasiga kvant tushunchasi kiritildi, bu tushuncha elektromagnetizmda inqilob yasab, kvant mexanikasi sohasi yaratilishiga sabab bo'ldi.

2.2-§. Fermionlar va Bozonlar

Barcha elementar zarrachalar ularning spiniga qarab, **bozon** yoki **fermion**larga ajratiladi. Fermionlar yarim spinga ega bo'lib, materiyani tashkil etadi, fundamental kuchlar maydonlarining asosi bo'lmish bozonlar esa butun spinlidir.

Fermionlar. Fermion yarim spinli ($1/2$, $3/2$) elementar zarrachalardir. Italyan fizigi Enrico Fermi sharafiga shunday nomlangan. Fermionlar Fermi-Dirak statistikasiga bo'ysunadi.

Fermi-Dirak statistikasi: Har qanday ikkita zarrachani o'zaro almashtirganda to'liqin funksiyasi o'zgarsa, ular antisimmetrik bo'ladi. Yopiq sistemada bir xil xususiyatga ega bo'lgan 1 ta fermion zarracha joylasha olmaydi. Fermionlarga proton va elektron misol bo'lishi mumkin. Standart Modelda fermionlarning ikki tipi: kvark va leptonlar mavjudir. Fermionlarning 24 xili, ya'ni 6 ta kvark, 6 ta aksilkvark, 6 ta lepton va 6 ta aksillepton bor.

Bozonlardan farqli o'laroq, berilgan bir kvant holatida bir vaqtning o'zida faqatgina bitta fermion bo'lishi mumkin (Pauli prinsipi o'rinli). Ya'ni, fazoning bir nuqtasini bittadan ortiq fermoin bo'lishi mumkin emas, agar ko'p fermion egallasa, har bir fermion xossalari (masalan, spini) boshqalarinikidan farq

qilishi zarur. Shuning uchun fermionlar materiya, bozonlar esa nurlanish asosini tashkil etadi (biroq ular orasidagi farq kvant fizikasida hali to'la-to'kis ayon emas).

Bozonlar butun spinli (0,1,2,3) zarrachalardir (rasm). Ular Boze-Eynshteyn statistikasiga bo'ysunishadi.

Fermionlar				
I	II	III		
u	c	t		Bozonlar
d	s	b		
ν_e	ν_μ	ν_τ		
e	μ	τ		

Boze-Eynshteyn statistikasi: Har qanday ikkita zarrachani o'zaro almashtirganda to'liqin funksiyasi o'zgarmasa, ular simmetrik bo'ladi. Yopiq sistemada bir xil xususiyatga ega bo'lgan ixtiyoriy sondagi zarracha (bozon)lar bo'lishi mumkin. Bozonlar uchun Pauli prinsipi bajarilmaydi.

Bozonlar elementar (masalan, foton) yoki murakkab (masalan, mezon) bo'lishi mumkin. Bozonlar kuch maydonlarini tashkil etadi. Fermionlardan farqli o'laroq, bir necha bozon bitta kvant holatini (ya'ni, bir vaqtning o'zida bitta joyni) egallashi mumkin.

2.3-§. Leptonlar. Adronlar va Mezonlar

Hozirda fundamental zarrachalar 3 sinfga bo'lib o'rganiladi.

1-sinfga **leptonlar**- o'zaro kuchsiz ta'sirlashuvda qatnashadi, ular fermionlarning eng yengili va elektromagnit ta'sirlashuvda ishtirok etadi. Leptonlar 3 oiladan-elektronning o'zi va uning neytrinosi va myuon oilasidan iborat (2.1.jad).

Fundamental zarrachalar

Zarracha Tiplari	Nomi va belgisi	Massasi m , MeV	Spin,	Yashash davri, sek	Q	L	B	S	C	
Leptonlar	Elektron e^-	0,511	1/2	Barqaror	-1	1	0	0	0	
	Neytrino ν_e	$< 3 \cdot 10^{-6} 2)$		Barqaror	0					
	Myumezon μ^-	105		$2,2 \cdot 10^{-6}$	-1					
	ν_μ	$< 0,52^{2)}$		Barqaror	0					
	τ^-	1784		$\approx 5 \cdot 10^{-13}$	-1					
	ν_τ	$< 150^{2)}$		Barqaror	0					
Mezonlar (adron)	Pimezon π^0	135	0	$0,8 \cdot 10^{-16}$	0	0	0	0	0	
	π^+	140		$2,6 \cdot 10^{-8} 7)$	+1			0	0	
	K-mezon K^+	498		$10^{-10} - 10^{-8}$	0			+1	0	
	K^-	494		$1,2 \cdot 10^{-8}$	+1			+1	0	
	Knolmezon K^0	1864		$\approx 5 \cdot 10^{-13}$	0			0	0	+1
	K^{0-}	1869		$\sim 10^{-12}$	+1			0	+1	
	Eta mezon F^+	2020		$\approx 2 \cdot 10^{-13}$	+1			-1	+1	
Barionlar (adron)	Proton P	938,3	1/2	Barqaror	+1	0	1	0	0	
	Neytron N	939,6		≈ 900	0			0	0	
	Lyambda Λ	1115		$2,6 \cdot 10^{-10}$	0			-1	0	
	Sigma Σ^+	1189		$0,8 \cdot 10^{-10}$	+1			-1	0	
	Σ^0	1192		$6 \cdot 10^{-20}$	0			-1	0	
	Σ^-	1197		$1,5 \cdot 10^{-10}$	-1			-1	0	
	Ksi giperon Ξ^0	1315		$2,9 \cdot 10^{-10}$	0			-2	0	
	Ξ^-	1321		$1,6 \cdot 10^{-10}$	-1			-2	0	
	Omega Ω^-	1672		$0,8 \cdot 10^{-10}$	-1			-3	0	
	Λ_c^+	2280		$\sim 10^{-13}$	+1			0	1	
Bozonlar-	Foton γ	0	1	Barqaror	0	0	0	0	0	

	W_{\pm}	$\approx 8,3 \cdot 10^4$		$\approx 3 \cdot 10^{-25} \text{ s}$	± 1				
	Z^0	$\approx 9,3 \cdot 10^4$		$\approx 3 \cdot 10^{-25} \text{ s}$	0				
	Glyuon ⁵⁾	0 ⁶⁾		Barqaror ⁶⁾	0				

Leptonlar fermionlar oilasiga kiradi. Leptonlarning 6 xili bor: Elektron, myuyon va tau lepton va 3 ta neytrino. Ular elektron (e^-), elektron neytrino (ν_e), myuyon (μ^-), myuyon neytrino (ν_{μ}), tau lepton (τ^-), tau neytrino (ν_{τ}) va kuchli o'zaro ta'sirda qatnashmaydigan yarim spinli elementar zarrachalardir.

2-sinfga **adronlar** kiradi, ular ko'p xil zarrachalarni birlashtiradi va kuchli ta'sirlashuvchi hisoblanadi. (u grekcha *hadros* so'zidan olingan bo'lib – katta, kuchli, yirik demakdir). Adronlar guruhi ikkita sinfga barionlar – yarim butun spinli ($1/2, 1/3, 3/2 \dots$) va mezonlar- butun spinli (0, 1, 2...) zarralardan iborat.

Ulardan kimyoviy ahamiyatga ega bo'lgan katta guruh barionlar hisoblanadi. Ular nuklonlar (proton va neytron) va giperonlar (Σ -sigma, Λ -lyambda, Ω -omega, Ξ^0 -ksi)dan tarkib topgan. Ulardan tashqari bir necha rezonanslar deb ataluvchi zarralar ham kiradi.

3-sinfga **kalibr bozonlar** deyiladi. Kalibr bozonlar - foton (γ), glyuon, W va Z bozonlarga bo'linadi. Boshqa bozonlarga — Higgs bozoni, graviton ham deb ataladi. Elementar zarrachalarning bir-biriga aylanishi ular uchun muhim xossadir. Elektron, proton, foton, neytrinolardan tashqari boshqa barcha elementar zarrachalar noturg'undur.

Kvark materiya asosini tashkil etuvchi elementar zarrachadir. Lepton bilan birgalikda fermionlar oilasiga kiradi. Kvarklarning turli xillari birikib, proton, neytron kabi zarrachalarni tashkil etadi (har bir zarracha uchta kvarkdan iborat bo'ladi). Kvarklarning 6: yuqori, quyi, mahliyo, g'alati, ust va ost xillari mavjud.

2.4-§. Annigilyatsiya va elektron juftning hosil bo'lishi

Fizikada bu termin yo'qolish yoki yo'qotish degan ma'noni anglatadi. Bunda zarracha yoki antizarracha elektromagnit

nurlanish natijasida fotonlarga yoki boshqa bir zarrachalar kvantlarga aylanadi. Elektron va pozitron juftning hosil bo'lishi esa bu qaytar jarayon, ya'ni elektr yoki magnit maydon ta'sirida bir vaqtda zarracha va antizarracha hosil bo'ladi. Masalan, elektron yoki uning antizarrachasi pozitron bir-biriga urilishidan yo'qoladi va 2 ta undan ham yengilroq zarrachalar gamma fotonlar ($e^- + e^+ = 2\gamma$) hosil bo'ladi. Agar gamma kvant katta energiyaga ega bo'lsa, atom yadrosidagi elektr maydon ta'sirida qaytadan bir juft elektron-pozitronni hosil qila oladi. Demak, materiya hech qayerga yo'qolmaydi va o'z o'zidan paydo bo'lmaydi, energiyaning saqlanish qonuniga bo'ysunadi. Buni 1930-yilda angliyalik fizik *P. Dirak* nazariy isbot etgan. Energiya ortishi bilan bir-biriga urilgan zarrachaning elektromagnit ta'sirlashuvi natijasida energiyasi pasayadi, kuchsiz ta'sirlashuvi natijasida esa ortadi.

Shunday qilib, bir-biriga aylana olish elementar zarralarning eng xarakterli belgisidir. Elementar zarralar bo'linmaydi, lekin ular bir-biriga aylanish xususiyatiga ega.

2.5-§. Xidaki Yukava nazariyasi

1935-yilda yapon fizigi Xidaki Yukava o'z gipotezasini yaratdi, ya'ni yadro ichidagi nuklonlarning (proton va neytronlarni) yadroga tortilishi maydondagi allaqanday fotonlarga analogik bo'lgan kvantlar yordamida bo'ladi, degan fikrni o'rtaga tashladi. Kvant nazariyasidan ma'lumki, maydonga ta'sir etadigan kuch radiusi kvant massasiga teskari proporsionaldir, elektromagnit maydonda esa kvant-foton massasi nolga teng. Tajribadagi natijalarida yadro maydonidagi kvantlarning yadro kuchlari ta'siridagi radiusi elektron massasidan 207 marta og'ir ekanligi tasdiqlandi. Demak, u yerda yadro bilan ta'sirlashadigan yana bir zarracha bor deb aytgan edi Xidaki Yukava. 1936-yilda K. Anderson va Nedermeyerlar yangi zarracha kashf qilishgandan so'ng, Xidaki Yukava nazariyasi qisman isbotlandi. Uni myuyon deb atashdi va u Vilson kamerasida kosmik zarrachalardan ajratib olingan edi, lekin u yadro bilan ta'sirlashmaydigan va uzoq

yashaydigan zarracha ekanligi (Yukava zarrasining xususiyatlariga mutlaqo teskari) aniqlandi. 1947-yilda S.Pauell yangi zarrachani topdi va bu zarracha haqiqatan ham har qanday moddaning yadrosi bilan o'zaro tez ta'sirlashishi, atmosfera qatlamidan o'ta olmasligi va uning massasi elektron massasidan 207 marta og'ir ekanligi topildi. Bu zarrachani pimezon yoki pion deb atashdi X.Yukava taxmin qilgan va aynan u aytgan zarracha **pion** edi. Hozirda esa Pionlar yadrolarni barqarorligini ta'minlashda xizmat qilishi tog'risidagi fikr qabul qilingan.

Savollar:

1. Elementar zarrachalarning kashf qilinishi va ularning xillari haqida gapiring.
2. Fermi-Dirak va Boze -Eynshteyn statistikasini tushuntiring.
3. Pozitron chiqarib yemirilishda qanday o'zgarishlar sodir bo'ladi?
4. Barcha barqaror zarralarni sanab bering va juftlar annigilatsiya nima ekanligini tushuntiring?
5. Xidaki Yukava nazariyasidan so'ng qaysi zarracha kashf etildi va uning ahamiyati haqida gapiring.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Окунь Л.Б., Лептоны и кварки, М., 1981. 120с.
2. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Космология и элементарные частицы, УФН, 1980, т. 130, в. 4, с. 559-614.
3. Bekjonov R.B. Atom yadrosi va zarralar fizikasi. T.;O'qituvchi, 1994. 576b.
4. <http://www.ru.wikipedia.org>
5. <http://www.krugosvet.ru>
6. Робертсон Б. Современная физика в прикладных науках. М., 1985.
7. <http://www.astronet.ru> "Физическая энциклопедия" /Phys. Web. Ru

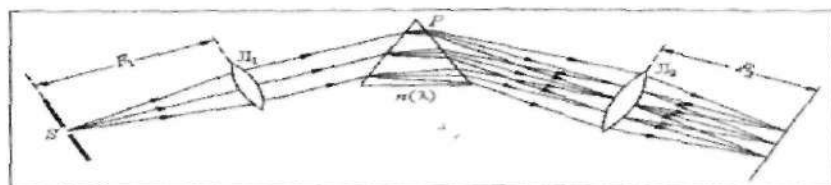
III BOB. ATOM SPEKTRLARI. VODOROD VA BOSHQA ATOMLAR SPEKTRLARI

3.1-§. Spektr haqida tushuncha

Qadimdan odamlar yorug'likning turli ranglarda bo'lishiga e'tibor berganlar. Osmonning ko'k rangda, quyosh botganda qizil, yomg'irdan so'ng kamalakning paydo bo'lishini, sovun pufagining nurni turli rangga ajratishi kabi hodisalarni tushuntirish uchun yorug'likni to'liqlardan iborat deb qarashga to'g'ri keldi. Yorug'likning to'liqin nazariyasiga muvofiq yorug'lik fazoda katta tezlik bilan tarqaluvchi to'liqindan iborat. Uning rangi chastotasiga bog'liq bo'ladi, yorug'likning to'liqin uzunligi juda kichik. Masalan, qizil rangli nurning uzunligi vaakumda $7,6 \cdot 10^{-7}$ m, eng kichik binafsha rangning uzunligi $3,8 \cdot 10^{-7}$ m ga qolganlari ular oralig'ida bo'ladi. Inson chastotasi $4 \cdot 10^{14}$ Gs dan $8 \cdot 10^{14}$ Gs gacha yorug'likni seza oladi.

1873 yilda **Maksvell** yorug'lik bo'shliqda (vaakumda) $3 \cdot 10^8$ m/s tezlik bilan tarqaluvchi elektromagnit to'liqlardan iboratligini nazariy isbotladi. Buni tajribada **Gers** tasdiqladi.

Moddalar nur sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'liqin uzunligi (chastotasi)ga bog'liq bo'lishiga **yorug'lik dispersiyasi** deyiladi. Bu hodisani birinchi bo'lib tajribalar asosida Nyuton kashf qilgan. U prizma olib unga ingichka quyosh yorug'ligini tushiradi (3.1-rasm). Bunda ekranda ranglarning kamalakda ko'rinadigan tasviri kuzatiladi. Ana shu 7 xil rangni Nyuton **spektr** deb atadi.



3.1-rasm. Yorug'likning prizmadan o'tib spektr hosil qilishi

Spektr deb prizmadan o'tgan yorug'lik oqimining aniq to'liq uzunligiga ega bo'lgan qismiga aytiladi. Nyuton qizil nur eng kam og'ishini, binafsha nur esa eng ko'p og'ishini aniqlaydi. Qizil nur tushgan teshikni qizil shisha bilan berkitganda qizil dog', ko'k shisha bilan berkitganda ko'k dog' paydo bo'lishini kuzatadi. Jism ayrim nurlarni yutadi, ayrimlarini qaytaradi. Qora jism tushgan nurlarni to'la yutadi, oq nur esa qaytaradi.

3.2-§. Atomlarning dispersion spektr turlari

Elementlarning optik spektrlari XIX asrning o'rtalarida *G.Kirxgof* va *R.Bunzen* tomonidan kashf qilinadi, molekula va yadro spektrlari XX asrda kuzatildi. Elementar zarralarning spektri esa XX asrning oxirlarida kashf qilindi.

Tajribada kuzatilgan spektrlar atom, molekula, yadro va elementar zarralarda energetik sathlar mavjudligi bilan bog'liq holda tushuntiriladi. Spektrlarni o'rganish – har qanday murakkab sistemada faqat unga xarakterli bo'lgan energetik sathlar ketma-ketligi, statsionar energetik pog'onalar mavjud ekanligini aniqladi. Bu sathlarni o'zi esa juda ham sodda va kichik bo'lgan sistemalar-atom, yadro, molekula kabilarda kuzatiladi. Haqiqatda esa bu sistemalarda diskret energetik sathlarning mavjudligi faqat kuzatilayotgan spektrlar orqali namoyon bo'ladi. Bu energetik sathlarni biz hech qachon ko'ra olmaymiz, ularni borligi haqidagi haqiqatni biz nurlanish spektri orqaligina bilamiz.

O'rganishlar, tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, nurlanish spektrini uch turi mavjud: *Chiziqli, yo'l- yo'l va tutash* spektrlar. Bu spektrlarni tabiati qanday? Nima sababdan ana shunday spektr turlari mavjud? Bu savollarga faqat kvant fizika tasavvuridagi qonunlar asosida javob berish mumkin. XIX va XX asr davomida modda, molekula, atom, yadro va elementar zarrachalarning spektrlari eksperimental va nazariy jihatdan har tomonlama batafsil va juda chuqur o'rganildi. Eksperiment natijalari atom, yadro, elementar zarralarning spektri *chiziqli*, molekularning nurlanish spektri *yo'l-yo'l*, modda va zichligi katta bo'lgan

jismlarning chiqarish spektri tutash xarakterga ega ekanligini ko'rsatdi.

XIX asrning ikkinchi yarmida turli atomlarning chiqarish (shuningdek, yutilish) spektrlari haqida juda ko'p eksperimental ma'lumotlar to'plandi va barcha spektrlar chiziqlardan tashkil topganligi aniqlandi.

Chiziqli spektrlar keng qora oraliq bilan ajralgan ko'p sonli rangli chiziqlardan iborat bo'lib, bu spektrlarni bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashmaydigan uyg'ongan atomlarda elektronlar bir energetik orbitaldan ikkinchi orbitalga o'tganda chiqaradi. Chiziqli spektrlar – atomlarning asosiy turidir. Bu spektrlarni Bor atomi tipidagi atom spektrlari deb ham ataladi. Siyrak gaz va metall bug'larining yakkalangan atomlari yoki ionlari chiziqli spektrlar chiqaradi. Bunda atomning nurlanish spektri yakka-yakka chiziqlardan iborat bo'lib, bu chiziqlarning har biri aniq keskin chegaraga ega. Shu sababga ko'ra atomlarning spektri *chiziqli spektrlar* deb ataladi.

Yo'l-yo'l spektrlar alohida bir guruh bo'lib joylashgan ko'p sonli rangli spektrlardan iborat. Bu spektrlar tarkibida atomlarga parchalanmagan molekulari bo'lgan moddalar hosil qilib, ko'pincha, bu spektrlarni molekulyar spektrlar deb deb ham ataladi.

Tutash yoki uzluksiz spektrlarni asosan cho'g'langan moddalar chiqarib, bu spektrlar moddalarning kimyoviy tarkibiga bog'liq bo'lmasdan, ko'proq moddalar atomlarining o'zaro ta'siriga bog'liqdir. Bu spektrlarda ranglar biridan ikkinchisiga o'tib boradi.

Qattiq yoki suyuq moddalar cho'g'lanishidan olingan spektr uzluksiz, gazlarning spektrlari chiziqli bo'ladi. Chiziqli spektrlar atomlarga, yo'l-yo'l va uzluksiz spektrlar molekulariga taalluqli bo'ladi. Har qanday kimyoviy elementning atomlari to'lqin uzunligi nuqtayi-nazaridan barcha boshqa atomlarning spektriga o'xshamagan spektr hosil qiladi. Ular ma'lum to'lqin uzunligida nurlar to'plamini chiqaradi. Bunday moddalarning kimyoviy tarkibini aniqlashning spektrlar usuli spektrlar tahlilda

foydalaniladi. Elementdagi sig'im miqdorini 10^{-13} kg dan kam bo'lmagan taqdirda ham aniqlash mumkin.

Gazlar qanday spektral chiziqlarni chiqarsa, xuddi shunday spektral chiziqlarni yutadi. Agar tutash spektr beruvchi manbadan chiqqan yorug'lik siyraklashgan bug' yoki gaz orqali o'tkazilib, so'ngra spekrometr uringishga tushirilsa, hosil bo'lgan spektrda shu gazning nurlanish spektr chiziqlariga mos keluvchi qora chiziqlar paydo bo'ladi. Bunday spektrlar yutilish spektrlari deyiladi. Quyosh atmosferasining spektri ana shunday yutilish spektriga misol bo'ladi. 1817-yilda nemis fizigi *Fraunhofer* quyosh spektrida ko'plab qora chiziqlar borligini kuzatdi. Bular yutilish spektrlari bo'lib, Fraunhofer chiziqlari deyiladi. Quyosh bilan yer atmosferasi orasidagi gazlarning atomlari o'z chiqarishi mumkin bo'lgan spektrlarni yutib qoladi. Har qanday jism tegishli nurlarni yutish qobiliyatiga ega bo'lib, jismlarning bunday yutish qobiliyati **tanlab yutish** deyiladi.

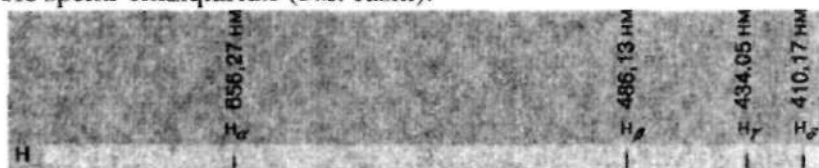
Spektral analizning fan va texnikada ahamiyati katta. Bu usul yordamida quyosh, yulduz, tumanlarning tarkibi o'rganilgan. *D.I.Mendelejev* davriy sistemasidagi 35 dan ko'proq elementlari shu usul vositasida topilgan va hozirgi kunda fan va texnikaning barcha sohalarida qo'llanilmoqda.

3.3-§.Vodorod va boshqa elementlar spektrlari

Modda spektrini olish uchun u dastavval cho'g'lantiriladi, ajralayotgan nurlanish tuynuk orqali o'tib prizмага tushadi. Prizma shishadan yoki kvardan yasalgan bo'lib to'lqinlarni ularning uzunligiga qarab turli burchakka og'diradi. Uzunligi katta bo'lgan to'lqinlar kamroq, qisqa to'lqinlar ko'proq burchakka og'adi. Spektrdagi yaxlit ko'ringan chiziqlar ko'pincha yonma-yon joylashgan **multiplet** chiziqlar bo'lib chiqadi. Ikkita qo'shaloq chiziqlar **dublet**, uchta bo'lsa **triplet**, agar yagona bitta bo'lsa **singlet** deyiladi. Agar nurlanayotgan atom Elektr maydoniga kiritilsa optik chiziqlar parchalanadi (1913-yilda *Yoxannes Shtark* kashf qilgan 1919-yilda Nobel mukofotini olgan (*Shtark effekti*), magnit maydoniga kiritilsa (*Zeeman*

effekti) har bir chiziq bir qancha chiziqlarga bo'linib parchalanib ketadi.

Moddalardan olingan spektral chiziqlar soni ularning joylanish o'rniga ko'ra bir biridan keskin farq qiladi. Eng oddiy spektr vodorod atomining spektridir. Vodorod spektrining ko'zga ko'rinadigan sohasida to'rtta chiziqlari mavjud. Ular H_{α} , H_{β} , H_{γ} , H_{δ} spektr chiziqlaridir (3.2.-rasm).



3.2- rasm Vodorod spektrining ko'rinadigan sohadagi to'rtta spektral chiziqlari.

Atom spektrlarini juda diqqat bilan o'rganilishi tufayli, spektrni ayrim-ayrim chiziqlardan tashkil topganligi va bu chiziqlarni ma'lum bir qonuniyatga bo'ysungan holda guruhlar, ya'ni seriyalar hosil qilishi aniqlandi. Vodorod atomining ko'zga ko'rinadigan spektri chiziqlari 1885-yilda shvetsariyalik olim **Balmer** tomonidan topilgan. Shu bilan birga bir nechta ultrabinafsha sohaga tegishli chiziqlar hosil bo'lishi ham kuzatiladi. Bu soha Balmer seriyasi deyiladi. Balmer seriyasi chiziqlarining to'liq sonini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$\tilde{\nu} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3, 4, 5, \dots \quad (3.1)$$

Bu yerda, $R = 1,096775 \text{ sm}^{-1} 10973731,77 \text{ m}^{-1}$ ga teng bo'lib, **Ridberg** konstantasi yoki doimiysi deb yuritiladi. Uning

$$\text{formulasi: } R = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3 C}$$

Bundan tashqari, vodorod spektrini ultrabinafsha va infraqizil sohalarda tekshirish yo'li bilan yana bir qancha chiziqlar seriyasi topilgan. Ultrabinafsha sohada topilgan chiziqlar seriyasi Layman, infraqizil sohadagi chiziqlarni Pashen, Brekket va Pfunda seriyalari deb ataladi.

Spektral chiziqlarning bunday to'plami (guruhiga) *spektrial seriyalar* deb ataladi. $n \rightarrow \infty$ da chiziqlarning tutashishiga ega bo'lgan chiziqqa to'g'ri kelgan to'lqin son qiymatini *seriyaning chegarasi* deb ataladi.

Masalan, Balmer seriyasi uchun chegara $\lambda=3645,6\text{\AA}$ ga teng.

1920-yilda Quyosh nurlanish spektriga to'g'ri kelgan 22 ta spektr chizig'ini *Vud* fotosuratga oldi va undan 20 ta chiziqlari Balmer seriyasiga taalluqli ekanligi aniqlandi. Quyosh xromosferasi spektr chizig'ida 37 ta ayrim-ayrim chiziqlar borligi hozirgi paytda aniqlangan. Vodorod atomining spektrida Balmer seriyalari bilan bir qatorda xuddi (3.1) formulaga o'xshash bo'lgan formulalar bilan aniqlanadigan boshqa seriyalar ham kuzatilgan. Ultrabinafsha spektrini chekka qismida Layman o'zining spektrial seriyasini (3.1-jadvalga qarang) va spektrining infraqizil sohasida, ya'ni uchta seriya - Pashen, Brekket va Pfund seriyalari kashf qilindi. Hammasi bo'lib vodorod atomi uchun beshta spektrial seriya ochilgan bo'lib, ular 3.1-jadvalda keltirilgan.

3.1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, barcha seriyalarni bitta umumiy formula ko'rinishida yozish mumkin, ya'ni

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (3.2)$$

bunda, m -har bir berilgan spektrial seriya uchun doimiy qiymatga ega, ya'ni $m = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$, n -esa butun son bo'lib, har bir seriya uchun m dan faqat bittaga katta. (3.2) formulaga **Balmerning umumlashgan formulasi** deyiladi.

Bunday chiziqlar seriyasini to'lqin soni xuddi Balmer formulasidagiga o'xshab topiladi. Lekin formuladagi 2 o'rniga 1, 3, 4, 5 lar qo'yiladi. Demak, vodorod spektri quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\nu = \left(\frac{R}{n_1^2} - \frac{R}{n_2^2} \right) \quad (3.3)$$

Bu yerdan ko'rinib turibdiki, vodorod spektridagi chiziqlar soni ko'p bo'lishiga qaramay, ularni juda oddiy ifodalash mumkin.

Vodorod atomi uchun spektral seriyalar

Seriya	Spektr sohasi	Seriyalar formulasi	Seriya chegarasi
Balmer seriyasi (1885)	Ko'zga ko'rinadigan nurlar	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n = 3, 4, 5, \dots$	3645,6 Å
Layman seriyasi (1906)	Ultrabinafsha	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n = 2, 3, 4, \dots$	911,27 Å
Pashen seriyasi (1908)	Infraqizil	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n = 4, 5, 6, \dots$	8201,4 Å
Brekket seriyasi (1922)	Infraqizil	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n = 5, 6, 7, \dots$	14580 Å
Pfund seriyasi (1924)	Infraqizil	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ $n = 6, 7, 8, \dots$	22782 Å

Ko'pgina boshqa elementlar spektrlarida ham chiziqlar seriyasi borligi aniqlangan. Bu spektr chiziqlari ancha murakkab bo'lib, vodorod spektri seriyasiga o'xshab turli sohalarda joylashgan bo'lmay, balki bir-birining ustiga tushib qolgan. Shunday bo'lishiga qaramay spektroskopda bu chiziqlar seriyasini ajratishga muvaffaq bo'lingan. 1889-yilda *Ridberg* spektr seriyasi chiziqlarining to'liq sonini ikki n_1 va n_2 butun sonlar funksiyasi orqali ifodalash mumkinligini aniqladi. $V = T(n_1) - T(n_2)$ bu yerda $n_1 < n_2$. Bu funksiyalar sonini ifodalash **Spektral term** deb ataladi. (term- algebraik tenglamalar a'zosi degan ma'noni anglatadi).

Tarkibida faqat bitta elektroni bo'lgan vodorod atomi, bitta zaradli geliy He^+ ioni, ikkita zaradli litiy Li^{+2} va boshqa zarrachalar uchun spektrlarning termi quyidagi formuladan topiladi.

$$T = \frac{Rz^2}{n^2} \quad (3.4)$$

Vodorod atomi uchun $z=1$, geliy uchun $z=2$, litiy uchun 3 ga teng bo'ladi. Boshqa elementlar uchun term quyidagi formuladan topiladi.

$$T = \frac{Rz^2}{(n+\alpha)} \quad (3.5)$$

Bu yerda α ning miqdori kichik o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, muayyan chiziqlar seriyasini ifodalaydi. Turli xildagi chiziqlar seriyasi uchun $\alpha=s, p, d, f$ harflari bilan belgilanadi. Chiziqlar seriyasini bunday belgilash ingliz tilida ifodalangan ionlar nomining bosh harflari asos qilib, olingan. Yuqoridagi formuladagi kabi neytral atomlar uchun $z=1$, bitta zaryadli ionlar uchun $z=2$ va hokazo. Shunday qilib spektral chiziqlar juda murakkab va turli-tuman bo'lishiga qaramasdan seriyalar butun chiziqlardan iborat bo'lgani sababli ular oddiy ifodalanishi mumkin.

3.4-§. Kvant nurlari

Maks Plank 1900-yilda qizdirilgan jismlar spektrlari energiyasining to'lqin uzunligiga qarab taqsimlanishini tushuntiradigan nazariya yaratdi. Bu nazariyaga muvofiq energiya atomdan uzluksiz ravishda ajralmaydi, balki kichik-kichik porsiyalar (ulushlar, bo'laklar) ya'ni kvantlar holida ajraladi. Har qaysi kvantning energiya qiymati shu nur to'lqinlarining bir sekundda tebranish soniga bog'liq bo'ladi. Har qanday tebranma sistema energiyani faqat kvantlar tarzida chiqaradi va yutadi. Har qaysi kvant kattaligi Plank tenglamasi bilan hisoblanadi.

$$E = h \cdot \nu \quad (3.6)$$

bu yerda: E - kvant energiyasi;

h - Plank doimiysi, universal konstanta bo'lib, uning son qiymati $6,624 \cdot 10^{-34}$ Joul-sek ga teng; ν - tebranish chastotasi

($\nu = \frac{c}{\lambda}$); c - yorug'lik tezligi; λ - to'lqin uzunligi.

1905 yilda Eynshteyn fotoelektrik effekt hodisasini analiz qilish natijasida nur energiyasi porsiya sifatida ko'rinishida yutilar va chiqarilar ekan, demak, nur energiyasi kvantlardan iborat bo'lishi kerak degan fikrga keldi. Nur energiyasining eng kichik ulushi kvantni *foton* deb atashadi. Bu termin 1926-yilda *Gilbert Lyuis* tomonidan fanga kiritilgan. Bir foton energiyasi $h\nu$ ga teng. M.Plank nazariyasidan kelib chiqadigan xulosalar tajribada topilgan natijalarga to'la muvofiq keladi. Nur elektromagnit maydoni kvantlarining haqiqatan mavjudligi boshqa xil tajribalarda ham isbotlangan. Plank tenglamasidan foydalanib spektrdagi har qaysi chiziqqa muvofiq keladigan nur kvant energiyasini hisoblash mumkin.

Masalan, vodorod spetrining chizig'i uchun E quyidagicha hisoblanadi.

$$\lambda = 6562,8 \text{ \AA} = 0,656 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{2,997910^{10} \text{ sm}}{0,65610^{-4} \text{ sm}} = 4,57 \cdot 10^{14}$$

U holda $E = h\nu = 6,624 \cdot 10^{-27} \cdot 4,57 \cdot 10^{14} = 3,03 \cdot 10^{-12} \text{ erg}$ yoki $3,03 \cdot 10^{19} \text{ Joule}$.

Bu misoldan ko'rinib turibdiki, ko'zga ko'rinadigan nurning kvant energiyasi uncha katta bo'lmagan qiymatga ega. Atom o'zidan energiya kvantini yutib-chiqarib birinchi energetik holatdan ikkinchi energetik hollarga o'tadi. Demak, spektral term atomdagi elektronlar energiyasining o'zgarishini ifodalaydi. Atomdagi elektron energiyasi spektral term miqdori bilan bog'langan, ya'ni $E = -hcT$ energiyaga ega. Shuning uchun atomdagi elektronlar energetik pog'onachalar bo'yicha taqsimlanadi. Molekulyar spektrlarni o'rganish har bir molekulada ham elektronlar turli energetik pog'onachalarda joylashishini tasdiqlagan. Energiya birligi qilib elektron volt (eV) qabul qilingan. $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. 1 eV dan katta birliklar keV, MeV, GeV. Bunda $1 \text{ KeV} = 10^3 \text{ eV}$; $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$; $1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$. Energiyaning manfiy qiymatga ega bo'lishiga sabab shuki, atomdan elektronlar cheksiz masofaga chiqarib yuborilgan

holatdagi energiya qiymati nolga teng deb qabul qilingan. Demak, atomdagi elektronlar energiyasi har doim noldan kichik bo'ladi.

Savollar:

1. Spektr nima va u necha xil bo'ladi?
2. Foton va fononning bir-biridan farqi?
3. Zeeman va Shtark effektini tushuntiring.
4. Vodorod spektrlarini tushuntiring.
5. Spektral term deb nimaga aytiladi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия.- Москва: Физматгиз. 1977, 940 с.
2. Зайдель А.Н., Островская Г.В., Островский Ю.И. Техника и практика спектроскопии. М., 1972
3. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Ростов-на-Дону:Феникс, 1997.
4. Степанов Н.Ф., Пупышев В.И. Квантовая механика молекул и квантовая химия. М.: МГУ, 1991.
5. Ахмедов. В.Н., Худойназарова Г.А., Каттаев Н.Ш. Моддалар тузилиши фанидан маърузалар конспекти. Бухоро. 2005. 92б.
6. [http:// www. krugosvet.ru](http://www.krugosvet.ru).

IV BOB. ZARRACHALARNING TO'LQIN XOSSALARI. DUALISTIK NAZARIYA. KOMPTON EFFEKTI

4.1-§. Zarrachalarning to'lqin xossalari

XVIII asrning oxirlarida **Nyuton** o'zining yorug'lik haqidagi **korpuskulyar** tasavvurlarini ilgari surdi. Bu tasavvurga ko'ra yorug'lik nurlanuvchi jismdan katta tezlik bilan chiquvchi va tog'ri chiziqli traektoriyalar bo'yicha harakatlanuvchi zarrachalar oqimidan iborat. Nyutonning zamondoshi **Gyugens** yorug'likning **to'lqin** nazariyasini o'rta tashladi, ya'ni yorug'lik elastik muhitda tarqaluvchi va fazoda katta tezlik bilan harakatlanuvchi to'lqin deb qaraladi. Shunga ko'ra, hozirgi zamon atom va molekula tuzilish nazariyasi mikroobyekt deb ataluvchi juda kichik massaga ega bo'lgan zarracha va elektronlar harakatini ifodalaydigan qonunlarga asoslanadi. Bu qonunlar asosan 1925-26 yillarda yaratilgan bo'lib, makroobyektlar deb ataluvchi ko'zga ko'rinadigan buyumlar harakati bu qonunlarga bo'ysunmaydi va ulardan keskin farq qiladi.

Yorug'likning kvant nazariyasiga muvofiq foton o'zidan mayda zarrachalarga bo'linmaydi, foton metallar plastinkasidan elektronlarni siqib chiqaradi, fotografiya plyonkalaridagi yorug'likni sezuvchi moddalar bilan o'zaro ta'sirlashib, ularning ma'lum nuqtalarida qorayishni vujudga keltiradi. Bunday hollarda foton zarracha xossalari, ya'ni korpuskulyar xossaga ega ekanligini ko'rsatadi.

Foton shu bilan birga to'lqin xossasiga ham egadir. Gyugens yorug'likning to'lqin nazariyasini isbot etdi. Har qanday to'lqinning aniq holatini ko'rsatib bo'lmaganidek, fotonning fazodagi aniq holatini ham ko'rsatib bo'lmaydi. Lekin foton to'lqindan ham farq qiladi, ya'ni u bo'laklarga bo'linmaydi. O'zida korpuskulyar va to'lqin xossalari birlashtirgan foton zarracha ham emas, to'lqin ham emas. Unga *korpuskulyar-to'lqin dualizmi* xosdir.

Nils Bor 1913-yilda vodorod atomining tuzilish nazariyasini taklif etdi. U o'z nazariyasini yaratishda atomning yadro modeliga asoslandi va o'z nazariyasi asoslarini **postulatlar** holida ta'rifladi.

Keyinchalik atomlarda kvantlangan **orbitalar** doira shaklidagina emas, balki ellips shaklida ham bo'lishi mumkin, orbitalar faqat tekislikka joylanibgina qolmay, fazoda turli vaziyatda bo'lishi mumkinligi aniqlandi. Bu nazariya spektrlarda kuzatiladigan juda ko'p hodisalarni to'g'ri tushuntirib berdi. Keyinchalik esa Bor-Zommerfeld nazariyasi to'liqin-mexanik tasavvurlar bilan almashtirildi.

Mikroobyektlar ikki xil zarracha va to'liqin xossasini namoyon qiladi, ya'ni ular bir vaqtning o'zida ham korpuskulyar ham to'liqin xossasiga ega bo'ladi. Yorug'likning to'liqin xossasini uning **difraksiya va interferensiya** hodisalarida ko'rishimiz mumkin. 1927 yilda Devisson va Djermer elektronlarda difraksiya hodisasi uchrashini eksperimental isbot etdilar.

Yorug'lik difraksiyasi deb yorug'lik nurlarining shaffof bo'lmagan to'siqlardan egilib o'tishi yoki tirqishdan o'tib tarqalish hodisasiga aytiladi. Difraksiya so'zi lotincha so'z bo'lib "difrasio"- "egilib o'tish" ma'nosini bildiradi.

O'zaro kogerent to'liqlarining bir-biri bilan qo'shilib yorug'lik to'liqlarining fazoning turli nuqtalarida bir-birini kuchaytirish yoki susaytirish hodisasiga **yorug'likning interferensiyasi** deyiladi. Yorug'lik to'liqlari bir-birini kuchaytirishi uchun ular **kogerent** bo'lishi kerak. Agar ikkala to'liqin chastotalari teng bo'lsa va bularning fazalari farqi o'zgarmas (doimiy) bo'lsa, bunday to'liqlar **kogerent to'liqlar** deyiladi.

Yorug'likning qutblanishi deb uning magnit maydonida, elektr maydonida yoki plazmadan o'tishi vaqtida sinib ajralishiga aytiladi.

Shunday qilib, XX asrga kelib nur oqimi sifatida namoyon bo'ladigan zarrachalar harakatini nur kvantlari yoki fotonlar deb aytish mumkin. Shunga ko'ra nurning korpuskulyar xossasi

asosan **Kompton effekti** va **Fotoeffekt** hodisalarida namoyon bo'ldi.

Jismlar yorug'lik energiyasini yutganda bu energiyaning bir qismi elektr energiyasiga aylanishi mumkin, natijada jismlarda E.YU.K. yoki elektr toki hosil bo'ladi yoki jismlarning qarshiligi o'zgaradi. Bunday turdagi barcha hodisalar fotoelektr effekt yoki **fotoeffekt hodisasi** deb ataladi. Demak, yorug'lik ta'sirida jismdan elektronlarning ajralib chiqish hodisasiga **fotoeffekt** deyiladi. Fotoeffekt hodisasi 1887-yilda **G.Gers** tomonidan o'rganilgan, keyinchalik 1888-yilda **A.G.Stoletov** va ingliz fizigi Galvaks rivojlantirganlar, bu hodisa metallning yorug'lik nuri ta'sirida o'zidan elektronlar chiqarishga asoslandi. Bu hodisaniurning to'liq nazarivasi asosida tushuntirib bo'lmaydi.

4.2-§. Massa bilan energiya ortasidagi bog'lanish

Zarracha harakatining tezligining ortishi uning energiyasi va massasining ortishiga olib keladi. Bunday energiya maxsus yadro kuchlari deb aytiladi. *Eynshteyn* zarrachaning massasi bilan energiyasi orasidagi bog'lanishni quyidagi formula bilan ifodaladi.

$$E=mc^2$$

Bu yedra, m - zarrachaning massasi; c - yorug'lik tezligi = $3 \cdot 10^8$ m/s ga teng.

Massa o'zgarishiga mutanosib ravishda energiya o'zgaradi. Massa va energiya o'zaro bir-biriga to'g'ri proporsional, energiya kamayganda, massa ham kamayadi, ortganda ortadi.

Massa materiyaning inertligini, energiya esa harakat o'lchamini va ish bajara olish qobiliyatini belgilaydi. Agar atomlar yadrosining hosil bo'lishida massa sezilarli kamaysa, ko'p miqdorda energiya ajraladi.

Proton va neytronlar massasining aniq qiymatlari asosida hisoblab chiqarilgan yadrolar massalari bilan shu yadrolarning tajriba yo'li bilan topilgan massalari qiymatlari orasida farq kelib chiqadi. Masalan, 2 ta proton va 2 ta neytrondan tashkil topgan geliy yadrosining massasi quyidagicha hisoblab topiladi:

$$2 \cdot 1,00728 + 2 \cdot 1,00867 = 4,03190 \text{ u.b.}$$

Yadroning muhim tavsiflaridan biri unda *massa defekti* kuzatiladi. Ya'ni har qanday yadro tarkibidagi nuklonlar massalarining yig'indisi bilan tajribada topilgan atom massasi bilan o'zaro farq qiladi.

$$\Delta M(Z, A) = Z \cdot m_p + (A - Z)m_n - M_{ya}(Z, A)$$

Bu yerda m_p proton massasi, m_n – neytron massasi.

Massaning bu farqi nuklonlar orasidagi bog'lanish energiyasi hisobiga vujudga keladi.

Tajriba yo'li bilan topilgan geliy yadrosining massasi 4,0026 u.b. teng, ya'ni taxminan yuqoridagi qiymatdan 0,03 u.b. ga kamdir. Demak, yadro massasi uni tashkil qilgan hamma zarrachalarning massasi yig'indisidan kichik bo'lib chiqadi. Bu hodisa *massa defekti* deb nom olgan. Eynshteyn tenglamasiga muvofiq bu $3 \cdot 10^{-5} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2,7 \cdot 10^{12} \text{ J}$ ga teng.

Yadroning proton va neytronlaridan ajralib chiqadigan energiya qiymati yadroning bog'lanish energiyasi deb ataladi va yadroning barqarorligini xarakterlaydi, ya'ni energiya qanchalik ko'p ajralib chiqqan bo'lsa, yadro shunchalik barqaror bo'ladi.

4.3-§. Kompton effekti

Yorug'likning korpuskulyar xossalari Kompton effektida yorqin namoyon bo'ladi. Fotonlar erkin elektronlar bilan to'qnashganda fotonlarning chastotasi o'zgargan holda sochilishi kuzatiladi. Fotonlar bilan to'qnashgan elektronlar esa impuls va energiya oladi va natijada ular ma'lum yo'nalishda harakatlanadi. Bu holda energiya va impuls saqlanadi. Fotonlar elektronlar bilan to'qnashib o'zidan bir qism energiyani uzatadi. Natijada to'lqin uzunligi ortib, nurlanishning tarqalish yo'nalishi o'zgaradi, ya'ni sochilish sodir bo'ladi. Bu effektini 1923-yilda amerikalik fizik *Kompton* kashf etgan. U turli moddalarni rentgen nurlari bilan nurlantirish natijasida sochilgan nurning to'lqin uzunligi birinchi holatdagidan katta bo'lganligini aniqlagan (4.1 rasm).



4.1 rasm Kompton effektini tushuntirish sxemasi. A) Foton va elektronning harakat sxemasi. B) Elektron bergan va tarqatgan foton impulsining vektor yig'indisi.

To'lqin uzunligining bunday o'zgarishi moddalarning tabiatiga va birinchi holatdagi to'lqin uzunligiga bog'liq bo'lmasdan, balki boshlang'ich nurlanish burchagi bilan sochilgan nurlanish yo'nalishi orasidagi burchakka bog'liqligi aniqlangan.

$$\Delta\lambda = 2K \sin^2 \theta / 2$$

Bundagi K - Kompton doimiysi va $K = 2,41 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ ga teng.

Shunday qilib, Kompton effekti deb, nurlanish (rentgen, γ -nurlanish) moddaning erkin elektronlarida sochilishi natijasida to'lqin uzunligining ortishiga aytiladi.

4.4-§. De-Broyl to'lqinlari

Fotoeffekt va Kompton effektlari ko'rinadigan yorug'lik va rentgen nurlarining korpuskulyar tabiatga ega ekanligini ko'rsatdi.

E energiyaga ega bo'lgan foton Eynshteyn tenglamasiga muvofiq qandaydir massaga ega:

$$E = m c^2 \quad (4.1) \quad \text{va} \quad E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad (4.2)$$

(4.1) va (4.2) tenglamalaridan:

$$m c^2 = \frac{h c}{\lambda} \quad (4.3)$$

kelib chiqadi. Bu yerdan

$$\lambda m c = h, \quad \lambda = \frac{h}{m c} \quad (4.4)$$

ni keltirib chiqaramiz.

Jismning massasini uning tezligiga ko'paytmasi jismning harakat miqdori yoki uning impulsi deb ataladi. Fotonning

impulsini P ($P = mc$) bilan belgilab, quyidagi tenglamani keltirib chiqaramiz.

$$\lambda = \frac{h}{P}$$

Bu tenglama foton ham to'liqin, ham korpuskulyar xossalarga egaligi asosida keltirib chiqarilganligini yana bir karra ta'kidlab o'tish lozim.

1924-yilda **Lui de-Broyl korpuskulyar-to'liqin** dualizmi faqat fotonlarga xos bo'lmasdan, har qanday boshqa zarrachalarga, jumladan, elektronlarga ham xos degan gipotezani ilgari surdi. De-Broyl fotonlar harakatining ikki yoqlama, ham to'liqin, ham korpuskula tabiatiga ega ekanligi haqidagi gipotezani har qanday zarracha harakati uchun ham qo'llash mumkin, degan xulosaga keldi.

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{mV} \quad (4.6)$$

bu yerda: m - zarracha massasi, V - tezlik. 4.6 tenglama **De-Broyl to'liqin uzunligi** deb ataladi. Bu xulosa keyinchalik Eynshteyn fikri, ya'ni elektronlarga ham difraksiya jarayoni kuzatilishi ma'lum bo'lishi bilan tasdiqlandi.

1927-yilda Devisson va Jemerlar elektronlar ustida tajribalar o'tkazib, Eynshteynning fikrini tasdiqlashdi. De Broyl tenglamasi o'zgarmas kinetik energiyaga va tezlikka ega bo'lgan mikrozarrahalar oqimining difraksiyalanish natijalarini aytib berish uchun juda qulay.

4.5-§. Kvant mexanikasi. Noaniqlik ifodasi. Shredinger tenglamasi

Atomlar energiyasining diskret ravishda sakrab o'zgarishini, elektron oqimining yorug'lik to'liqlari kabi, moddalarning kristall panjaralari orqali o'tganda interferensiyaga uchrashini klassik fizika nuqtayi-nazaridan tushuntirib bo'lmaydi.

Bu savollarga javob berishda kvant mexanikasi qo'l keladi. Kvant mexanikasi yaratilishining sababi shundan iboratki, Nyuton korpuskulyar nuqtayi-nazardan, Gyuygens esa elastik muhitda

ko'ndalang to'liqlarning tarqalishi deb qarab kelgan bo'lishiga qaramay, fotoeffekt, Kompton effekti, interferensiya, difraksiya hodisalarini faqat korpuskulyar (Plank, Enshteyn), yoki faqat to'liqin gipotezasi (de Broyl-Shredinger nazariyasi) asosida tushuntirib bo'lmaydi.

Kvant mexanikasi yorug'lik va mikrozarrachalarning dualistik tabiatini birgalikda, baravariga to'liq ravishda hisobga olish asosida yaratildi. U elektronning ham to'liqin, ham zarracha sifatida namoyon bo'lishini tushuntiradi.

Elektronlarning to'liqin tabiati ular oqimining difraksiyalanishida namoyon bo'ladi. O'z vaqtida difraksiyalanish hodisasidan Rentgen nurlarining to'liqin tabiatini isbotlash uchun foydalanilgan edi. Konsentrik halqalardan iborat bo'lgan difraksiyon manzaradan foydalanib, difraksiyalanayotgan nurning to'liqin uzunligini Vulf-Bregglarning quyidagi formulasi asosida topish mumkin:

$$n\lambda = 2d \sin \alpha \quad (1)$$

bu o'rniga $\sqrt{\frac{2eF}{M_{el}}}$ qo'ysak, $\lambda = \frac{h}{\pi \sqrt{\frac{2eE}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{2m_e \cdot e \sqrt{E}}}$ bo'ladi.

$\lambda = \frac{h}{mv}$ deb yozish mumkin.

Elektron oqimi uchun Vulf-Bregglar formulasini tatbiq qilayotgan paytda to'liqin uzunligi λ sifatida nimani tushunish kerak? Kruks naychasida tezlashtirilayotgan elektronning kinetik energiyasi $\frac{m_e v^2}{2}$ ga, naychasida tezlashtirilayotgan elektronning kinetik energiyasi $m_{el} v^2/2$ ga, u esa o'z navbatida elektronni elektr maydonidan olgan energiyasi eE ga teng. Bu yerda e - elektronning zaryadi ($6.602 \cdot 10^{-19}$ Kl), E - esa katod va anod orasidagi tezlashtiruvchi potensial (v). Anod tomonga harakat qilib kelayotgan elektron uchun $m_{el} v^2 = 2eE$ bo'ladi. Bundan $v = \sqrt{\frac{2eE}{M_{el}}}$ kelib chiqadi.

De-Broyl formulasiga binoan $\lambda = h/p = h/mv$.

Demak, elektron harakatiga to'g'ri kelgan to'lqin uzunligi maydon kuchlanishligiga teskari proporsional bo'lgan kattalik ekan.

Bunda biz elektronning korpuskulyar tabiati bilan bog'liq tezligi v , impulsi $p=mv$ va kinetik energiyasi $mv^2/2$ dan hamda to'lqin tabiati bilan bog'liq bo'lgan to'lqin uzunligi (λ), chastotasi $\nu=E/h$ va tezligi v dan bab-barobar foydalanyapmiz. Lekin shu o'rinda tezlik to'g'risida andak mulohaza yuritish o'rinlidir. Agar elektronning to'lqin tabiatini e'tiborga oladigan bo'lsak u bilan bog'liq bo'lgan to'lqin uchala kattalik De Broyl to'lqin uzunligi λ_d , chastota ν va fazoviy tezlik v_ϕ bilan tavsiflanadi. $\lambda_d \nu = v_\phi$ (yorug'lik uchun bu bog'lanish $\lambda \nu = C$ ko'rinishiga ega). Biz yuqorida λ_d va ν o'rtasidagi bog'lanishni aniqladik: $\lambda_d = h/mv$. Shuningdek, chastota bilan fazoviy tezlik o'rtasidagi bog'lanishni aniqlash maqsadga muvofiqdir. Ammo na chastota ν , na v_ϕ ni tajriba yo'li bilan aniqlashning imkoniyati yo'q. Bundan tashqari, fazoviy tezlik cheksiz davomiylikka ega bo'lgan monoxromatik to'lqinni xususiyatlaydi. Elektron esa fazoviy cheklangan, korpuskulyar tavsifga ega bo'lgan obyekt bo'lganligi sababli, uni to'lqin paketidan va shu paketga xos bo'lgan turli to'lqinlar guruhining o'rtacha tezligi v_ϕ bilan tavsiflash mumkin. Monoxromatik to'lqin uchun $v_\phi = v$. To'lqin paketidagi har bir monoxromatik to'lqinning o'ziga xos fazoning tezligi bor. To'lqin paketi uchun uning markazining tezligini ifodalovchi v_ϕ dan foydalanamiz. To'lqin paketi ba'zi hollarda sug deb ataladi va uning uchun $v_\phi \neq v$ dir. Fazoviy tezlik to'lqin paketini tashkil qiluvchi har bir monoxromatik to'lqin uchun alohida qiymatga ega bo'lganligidan korpuskulyar tabiatni namoyon qilayotgan mikrozarra - elektron uchun uning fizik ma'nosi noaniq va befoyda tushunchadir.

Xulosa shuki, to'lqin paketi paket markazining tezligiga teng va to'lqinlar guruhiga xos bo'lgan tezlik v_ϕ bilan tavsiflanadi.

Biz endi mikrozarra hlining hozirgacha o'zaro bevosita aloqasi va bog'lanishi bo'lmagan to'lqin va korpuskulyar tabiatini bir-biriga moslashtirish va muvofiqlashtirish, qolaversa

birlashtirish to'grisida o'ylab ko'raylik. Ma'lumki, to'qlinning ravshanligi uning amplitudasini kvadratiga to'g'ri proporsionaldir. Demak, Shredenger kiritgan to'qlin funksiyasi ψ ni elektron to'qlinining amplitudasi desak, o'z navbatida ψ^2 ni elektron to'qlinning ravshanligi deyishimiz mumkin. Ikkinchi tomondan, elektronlar dastasining zichligi hajm birligidagi (1 sm^3) elektronlar soniga teng. Kuchli elektron oqimi uchun ψ^2 ni 1 sm^3 hajmidagi elektronlar soniga teng deb hisoblashimiz mumkin. Agar elektronlarni difraksiyalovchi kristall kukun orqali bittalab, ketma-ket, alohida-alohida o'tkazsak va tushgan joyini sintillanayotgan C ni ekranda o'sha zahotiyoq belgilab borsak, qanday natijaga erishildi, degan qonuniy savol tug'iladi. Elektron korpuskulami yoki to'qlinmi? Agar elektron ham u, ham bu bo'lsa, u qanday qilib bir vaqtning o'zida ham korpuskula (tugal zarracha) va ham to'qlin bo'la oladi?

Bunday savolga asosli javob berish muhim ahamiyatga ega bo'lganligi uchun biz quyidagi tajriba natijalaridan foydalanamiz. Agar alohida olingan har bir elektron haqiqatdan tugal to'qlin bo'lsa, u V kristalldan o'tgandan so'ng interfrensiyaga uchrab, ekranda unga tegishli bo'lgan difraksion halqalar namoyon bo'lishi va Kristall orqali o'tkazilayotgan elektronlarning soni ortib borgan sari difraksion halqalarning quyuqligi ortib borishi kerak.

Bitta elektronga tegishli bo'lgan ψ^2 elektronni ekranning qaysi sohasiga tushish ehtimolligini ifodalaydi. Bu ehtimolligi ekranda halqalar egallaydigan sohalar uchun katta halqalar orasidagi sohalar uchun eng kichik bo'ladi. Demak ψ^2 o'rganilayotgan zarrachani ekranning u yoki bu sohasiga tushish ehtimolligini ifodalaydi. ψ^2 ni bitta elektron uchun ehtimollik nuqtayi nazaridan talqin qilish Maks Bornga tegishlidir.

Mana shu yerda masalaga klassik fizika bilan kvant mexanikasi tomonidan yodashish natijalari o'rtasidagi farq yorqin namoyon bo'ladi. Klassik fizikada sababiyat prinsipi mavjudligi tufayli tizimga ko'rsatilayotgan tashqi ta'sir natijasida, unda bu ta'siriga mos ravishda o'zgarish ro'y beradi. Masalan, jismlarning

ma'lum bir trayektoriya bo'ylab harakat qilishi aynan shuning natijasidir. Plank konstantasi hal qiluvchi rol o'ynaganligi sababli mikrotizimlarning holati o'zgaradi. Sababiyat prinsipi kvant mexanikasida kuchga ega emas, shuning uchun ro'y berishi mumkin bo'lgan hodisalarning ma'lum ehtimolligi to'g'risidagina so'z yuritishimiz mumkin. Masalan, s- yoki p- orbitaldagi elektronning mazkur momentda orbitalning berilgan sohasida bo'lishi ehtimolligini protsentlarda ifodalashi mumkin, xolos. Statsionar holatlar uchun ψ^2 , albatta, fazoviy koordinatalarning funksiyasi bo'ladi. Va atom yoki molekulada mazkur elektron uchun ma'lum yo'sinda taqsimlanadi. Mana shu taqsimlanish manzarasi atom yoki molekulyar orbital nomi bilan yuritiladi.

Mikroobyektlarning dualistik tabiati bois ularni tavsiflovchi fizikaviy xossalarning kattaliklarini aniq ko'rsata olmasligimiz kvant mexanikasiga xos xoldir. Geyzenberg tomonidan buning asosi va xulosasi sifatida noaniqlik prinsipi, degan fundamental tushuncha ta'riflandi. Bu prinsipga binoan ba'zi kattaliklar yuqori aniqlik bilan o'lchansa, boshqalarini, aksincha, ma'lum noaniqlik bilan o'lchashga to'g'ri keladi. Masalan, $\lambda = h/p$ formulasida λ aniq o'lchangan bo'lsin. Bunday bo'lishi uchun impuls p ham aniq o'lchangan bo'lishi kerak, chunki h juda yuqori aniqlik bilan hisoblangan konstantadir. Difraksiya paketida impuls p va energiya $E = mv^2/2 = p^2/2m$ larning qiymati aniq, lekin zarrachalarning koordinatalari noaniqlik bilan o'lchangan. Elektronlarning atomdagi holatlari ham noaniqlik prinsipiga misol bo'la oladi. Biz elektron energiyasining diskret $E_1 E_2 E_3$ qiymatlari to'g'risida aniq ma'lumotga ega bo'lgan holda uni atomning qayerida turgani to'g'risida aniq ma'lumotga ega bo'la olmaymiz. Elektron maskur orbitalning turli sohaslarida bo'la olishining ehtimolligi to'g'risidagi so'z yuritishimiz mumkin, xolos.

Yana bir misol sifatida, yassi chiziqlik qutblangan monoxromatik to'lqinni olaylik. Uning tezligi aniq qiymatga, o'zi esa cheksiz cho'zilganlikka ega. Agar yassi monoxromatik to'lqin bilan qisqa to'lqin paketini o'zaro taqqoslaydigan bo'lsak, birinchi to'lqin aniq tezlik ($\lambda = h/p = h/mv$) va cheksiz cho'zilganlikka (dX -

katta), ikkinchi to'liqin esa kichkina, aniq cho'zilganlikka (X -kichkina, dX -ham kichkina), lekin noaniq to'liqin uzunligiga ega. To'liqin paketi hosil bo'lishi uchun har xil (λ) to'liqin uzunliklariga ega bo'lgan monoxromatik to'liqinlar o'zaro superpozitsiyalanib ($d\lambda = h/dp = h/m dv$), noaniqlikka ega bo'lishadi. To'liqin paket uchun energiya ham, impuls ham noaniqdir:

$$E = \frac{mv^2}{2}; \Delta E = \frac{m(\Delta v)^2}{2} = \frac{m^2 \Delta v^2}{2m} = \frac{\Delta p^2}{2m}$$

To'liqin paketining fazoviy cho'ziqligi X qanchalik kichik bo'lsa, uni hosil qilish uchun λ si katta depazondagi to'liqinlar kerak, shu sababdan impulsning noaniqligi katta, dX juda kichkina bo'ladi. Chunki, tronning mazkur paket doirasida bo'lish ehtimolligini ifodalovchi ψ^2 nolga teng. Demak, elektronning koordinati yuqori aniqlik bilan belgilangan monoxromatik to'liqin uchun fazoviy cho'zilganlik $dX = \infty$, lekin zarrachaning impulsi aniq o'lcangan ($\lambda_0 = h/p_0 = h/mv_0$, $\lambda_0 = 0$, chunki $\epsilon_0 = 0$).

Shunday qilib, biz yuqoridagi misollar va olingan natijalar asosida quyidagi xulosaga kelamiz. Zarrachaning koordinatlari naqadar yuqori aniqlik bilan o'lcangan bo'lsa, uning impulsi va demak, tezligi shunchalik noaniq bo'ladi (u to'liqin paketidir). Va, aksincha, zarrachaning holati naqadar katta noaniqlikka ega bo'lsa (monoxromatik to'liqin), uning impulsi va demak, tezligi shunchalik yuqori darajada aniq bo'ladi. Bu Geyzenbergning noaniqlik nisbatidir. Miqdoriy ko'rinishda bu xulosani quyidagicha ifodalasa bo'ladi:

$$\Delta x \cdot \Delta p = \frac{h}{2\pi m} \text{ yoki } \Delta x \cdot \Delta p = \frac{h}{2\pi}$$

Noaniqliklar ko'paytmasi h ga proporsional qiymatga teng.

Noaniqlik nisbatidan kelib chiqqan holda, ba'zi bir qo'shimcha fikrlarni aytib o'tamiz. Difraksiyani amalga oshirayotgan vaqtimizda katoddan chiqayotgan elektronning energiyasi, tezligi impulsi aniq o'lcangan kattaliklar bo'lib, lekin uning holati noaniqdir. Demak, bu holatda elektron monoxromatik yassi to'liqin sifatida ifodalanadi: ψ^2 - noaniq. Elektron ssinsinlanuvchi ekranga urilib ko'zimizga ko'ringan zahoti, uning holati aniq bo'ladi. Chunki, u tor to'liqin paketiga, ψ^2 esa aniq

kattalikka aylanadi. Elektron ekranga urilganda to'liqin funksiyasi ψ^2 ning bexosdan o'zgarishi, elektron to'liqin maydonining bizga ma'lum bo'lgan elektromagnit maydonlaridan o'ziga xos ravishda farq qilishini ko'rsatdi. Elektromagnit maydonlari bevosita kuzatilishi va o'lchanishi mumkin. Ular hech qachon to'satdan o'zgarimaydilar, o'lchash jarayoni esa ularga ta'sir qilmaydi. Elektronning to'liqin maydonini (u to'liqin funksiyasi deb atalidigan ψ^2 -funksiyasi orqali ifodalanadi) bevosita kuzatish mumkin emas. Fizikaviy nuqtayi nazardan ψ ehtimollikning amplitudasi sifatida qaralishi mumkin, chunki u elektronning tabiati bilan bog'liq bo'lib, uni o'rganishda, izohlashda, uning to'g'risidagi ma'lumotlardan foydalanishda, masalan, kimyoviy bog'lanishni amalga oshirishini tushuntirish uchun bevosita katta ahamiyatga ega.

Atom fizikasidagi hech bir qonun ψ funksiyasini kiritmasdan ta'riflanishi mutlaqo mumkin emas.

Shredingerning to'liqin tenglamasi va uni turli tizimlarga qo'llash shart-sharoitlari

Mikroobyektlar ishtirokida ro'y beradigan har xil hodisalarni izohlash uchun o'ziga xos mexanika yaratish lozim edi. Bunday mexanika XX asrda yaratildi va u kvant yoki to'liqin mexanikasi deb ataldi.

Mikroobyektlarda ro'y beradigan hodisalar klassik mexanikaning sababiyat prinsipiga bo'ysunmaydi. Boshqacha aytganda, ularni o'rganish uchun Nyutonning harakat tenglamalaridan foydalanib bo'lmaydi. Mikroobyektlar xuddi rentgen nurlari kabi elektronning Kristal panjarada diflaksiyalanishi, harakat vaqtida u har xil atomlar bilan ta'sirlanishi tufayli faza siljishi natijasida ro'y beradi. Bu esa elektronning harakati to'liqinsimon ekanligidan darak beradi. Kristall orqali o'tayotgan elektronga trayektoriya tushunchasini tatbiq qilish mumkin emas. Trayektoriya bor joyda faza, difraksiya hodisalari bo'lmaydi, elektronlarning to'g'ri chiziq bo'ylab harakat qilishini kutish kerak.

Elektronlarning difraksiyalinishi (Devisson, Djermer, Tomson) mikroobyektlarning harakati to'liqin xossasiga ega: rentgen nurlari misolida kuzatilgan difraksiya kabi hodisa, manzara ro'y berishi uchun har bir elektron kristal panjaraning alohida atomlardan sochilishi kerak. Buni trayektoriya tushunchasi bilan uyg'unlashtirib bo'lmaydi. Difraksiyalanish hodisasi, elektronning harakati bilan qandaydir kattalikning fazasi bog'langan, degan xulosaga olib keladi. Elektronlarning to'liqin uzunligi ularning tezligi bilan de-Broyl formulasi orqali bog'langan : $\lambda = h/mv$. Mikroobyektlar uchun λ shu darajada kichikki, u ularga nisbatan klassik mexanikani tatbiq qilishga to'siq bo'la olmaydi.

Atomlarning o'lchamlarini rentgen nurlarining difraksiyalanishidan ($n\lambda = 2d\sin\alpha$) yoki kondensirlangan holdagi bir mol moddaning hajmi (molyar hajm)ni Avagadro soniga bo'lish yo'li bilan chamalasa bo'ladi. Ya'ni:

$$\frac{V_{mol}}{N_A} = \frac{N_A \cdot V_{mol-mol}}{N_A} = \frac{4}{3}\pi r_{arr}^3 = \sqrt[3]{\frac{3V_{mol}}{4\pi N_A}} = 0.5 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

Vodorod atomiga xos λ ning atom radiusidan taxminan 6 marta, atom diametriga nisbatan esa 3 marta katta ekanligiga ishonch hosil qilamiz. Bundan elektronni atomdan 3 marta katta hajmda uchratish ehtimoli borligi kelib chiqadi. Bu esa trayektoriya to'g'risida gapirish asossiz ekanligini, elektronning to'liqin tabiati aniq namoyon bo'layotganligini tasdiqlaydi. Agar optikada yorug'lik to'liqin uzunligiga teng bo'lgan sohada tarqalayotgan bo'lsa, elektronning to'liqin uzunligi atom diametridan 3 marta katta bo'lishi, uning uchun trayektoriya tushunchasini qo'llash noo'rin ekanligini ko'rsatadi.

Elektron to'liqin emas, balki zarrachadir. Chunki, elektron ekranga bittalab tushganda difraksion halqa emas, 1 ta nuqta paydo bo'ladi. Lekin, pirovard natijada, u difraksion halqalar ko'rinishida bo'ladi. Demak, mikrozzarrachalar emas, ularning harakati to'liqin tabiatiga ega.

Odatda makrojismlar harakatini Nyuton tenglamalari to'la xarakterlay oladi. De Broyl tenglamasi mikroobyektlar harakatining mexanikasini ochilishiga asos bo'ldi. 1925-yilda

nemis fizigi *V. Geyzenberg* va *E. Shredinger* bir-biridan bexabar holda mikrojismlar harakat mexanikasining ikki variantini taklif qildilar. Keyinchalik bu ikkisi ham to'g'ri deb topildi. Mikroobyektlar harakati Shredingerning to'liq tenglamasi bilan xarakterlanadi. Bu usul hisoblashga juda qulay bo'lib qoldi. Mikroobyektlar mexanikasi kvant mexanikasi nomi bilan atala boshlandi. Shredinger tenglamasi ikkinchi tartibli differensial tenglama bo'lib, atom molekulyar ta'limotni o'rganishda qo'llaniladi. Undagi mustaqil o'zgaruvchilar koordinatalar va vaqtdir.

Nur energiyasi intensivligi to'liq amplitudasining kvadratining absolyut qiymatiga to'g'ri proporsional. Bitta zarracha uchun Shredinger tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\left(\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{d^2\Psi}{dy^2} + \frac{d^2\Psi}{dz^2} \right) + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U)\Psi = 0 \quad (4.7)$$

bu yerda: h - plank doimiysi;

Ψ - to'liq funksiyasi;

m -elektron massasi;

$\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2}$ to'liq funksiyaning (x, y, z) lar bo'yicha olingan

ikkilamchi hosilalarning yig'indisi;

E - elektronning to'liq energiyasi;

U -elektronning potensial energiyasi.

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = c^2 \left(\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} \right) = c^2 \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2} \right) \varphi = c^2 \nabla^2 \varphi = c^2 \Delta \varphi$$

Vodorod atomining asosiy turg'un holati uchun Shredinger tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi. Vodorod atomining potensial energiyasi $U = -e^2 / 4\pi\epsilon_0 r$ bo'ladi. Natijada vodorod atomi uchun Shredinger tenglamasi:

$$\left(\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{d^2\Psi}{dy^2} + \frac{d^2\Psi}{dz^2} \right) + \frac{2m}{h^2} \left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \Psi = 0 \quad (4.8)$$

4.8. ko'rinishda bo'ladi.

Qisqacha qilib, Shredinger tenglamasini quyidagicha ham ifodalash mumkin:

$$\left[\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 - \frac{Ze^2}{r} \right] \psi = E \psi$$

Shredinger tenglamasining yechimlarini o'rganish juda muhim xulosalarga olib keladi. Elektronning atomdagi holatini ifodalaydigan barcha kattaliklar kvantlangan holda o'zgaradi. Bunday diskretlik faqat mayda zarrachalar dunyosi uchun xos. Ikkinchidan, to'liqin funksiyalarini hisoblash murakkab bo'lishiga qaramay uning natijalari qimmatlidir. To'liqin funksiyasi ko'rsatishicha elektronning atomda bo'lish ehtimolligi yadrodan uzoqlashgan sari kamayib boradi. To'liqin funksiyasi ma'lum bo'lsa, elektron bo'lishi mumkin bo'lgan sohaning shaklini grafik tarzda ifodalash mumkin. Buning uchun Shredinger tenglamasidan foydalanib, energiyaning turli qiymatlari uchun ehtimollik hisoblab topiladi va shunga asoslanib elektron ko'proq bo'lgan sohaning shakli topiladi.

Shredinger tenglamasini faqat vodorod atomi uchun aniq yechishga muvaffaq bo'lingan xolos. Bu tenglamani ikki yoki undan ortiq sistemalar – molekullar uchun yechish qiyinroqdir.

Xulosa. Korpuskulyar zarrachalar ham yorug'lik kvantlari (fotonlar) kabi to'liqinsimon harakat qiladi. Ular o'z xossalari bilan zarrachalardir. Difraksiya yoki ular bilan bog'liq biror boshqa tajribalar vaqtida mikrozzarrachalarning na massasi, na zaryadi bo'linmaydi, aksincha, doimo bir butunligicha, yaxlitligicha saqlanadi. Difraksiya hodisasi va manzarasi (natijasi) bilan trayektoriya tushunchasini moslashtirish, kelishtirish mutlaqo mumkin emas. Elektron aslida trayektoriyaga egaku, lekin biz fizika fani rivojlanishining hozirgi bosqichida uni aniqlash imkoniyatiga ega emasmiz. Fizika fani yanada rivojlanishga erishgach elektronning trayektoriyasi aniqlanadi, deyish flagiston yoki geosentrik nazariyalarga qaytishni umid qilish bilan barobar. Elektron uchun trayektoriya tushunchasini tatbiq qilib bo'lmas ekan, u to'g'risida o'ylash asossiz fikrdir. Difraksion manzara statistik qonuniyatlarga bo'ysunadi. Kristalldan yakkalab o'tkazilgan ko'p sonli va har xil tezlikka ega elektronlar, pirovardida, ularning yaxlit oqimiga mos manzarani

qaytaradi. Vaholanki, har bir elektron bilan mustaqil ravishda birma- bir o'tkazilgan tajribalar o'zaro mutlaqo bog'liq emas edilar. Bunday natijaning sababi mikroobyektlarning dualistik tabiatidir. O'tkazilgan bunday ko'p sonli tajribalarning statistika qonuniyatlariga bo'ysunishi qayta-qayta tasdiqlangan.

Savollar:

1. Yorug'lik – foton qanday tabiatga ega?
2. Nurning interferensiyasi va difraksiyasi nima?
3. Massa defekti deb nimaga aytiladi?
4. Kompton effekti nimani tushuntiradi?
5. Fotoeffektning asosiy qonunlarini ayting. Fotoeffektning qizil chegarasi nima?
6. Mikroobyektlar harakati qanday tenglama bilan ifodalanadi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Зайдель А.Н., Островская Г.В., Островский Ю.И. Техника и практика спектроскопии. М., 1972
2. Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. М., 1985
3. Ельяшевич М.А. Атом; Атомная физика; Атомные спектры. Физическая энциклопедия, т. 1. М., 1988
4. Ельяшевич М.А. Спектроскопия. Физический энциклопедический словарь. М., 1995.
5. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. "Теория строения молекул", учебное пособие. Ростов-Дон: Феникс, 1997, 407 с.
6. Татевский В.М. "Строение и физикохимические свойства молекул и веществ." М.: Изд-во МГУ, 1994, 463 с.
7. Юльчибоев А.А. «Модда тузилиши» курсидан маърузалар матни.-Тошкент: УзМУ, 1999, 66 б.
8. Полинг Л. Общая химия, М.: Мир, 1974, (амер. изд. 1970) 846 с.
9. Iskandarov S, Sodiqov B. Organik kimyo nazariy asoslari. Toshkent. 1987.640 b.
10. [http:// www. wikipedia.ru](http://www.wikipedia.ru).
11. [http://www. krugosvet. ru](http://www.krugosvet.ru)

V BOB. MODDALARNING AGREGAT HOLATLARI. MODDALARNING PLAZMA HOLATI

5.1-§. Moddalarning qattiq, suyuq, gaz holatlari

Moddalar 4 xil agregat holatda bo'ladi. Qattiq, suyuq, gaz (bug') va plazma. Qattiq moddalar 2 xil ko'rinishda bo'ladi. Kristall va amorf. Bu moddalarning o'ziga xos xususiyati bo'ladi. Kristall moddalar ma'lum yo'nalishda bir-biriga yopishgan, ulangan bo'lib ular shunday joyidan sinib tekis yoqli bo'laklarga ajraladi (5.1 rasm.).



5-1.rasm. Kristallarning ko'rinishi.

Kristall moddalarda anizotroplik hodisasi uchraydi. Har qanday kristall modda o'ziga xos suyuqlanish haroratida suyuq holatga o'tadi.

Amorf moddalar singanda bo'laklarning sirti past-baland bo'ladi va hamma yo'nalishda sinadi, sinish yo'llari tekis bo'lmaydi. Amorf moddalar izotropdir.

Amorf moddalar aniq bir temperaturada suyuqlanmaydi, u qizdirilganda oldin yumshaydi, keyin suyuq holatga o'tadi.

Suyuqliklar ma'lum hajmga ega, lekin shaklga ega emas. Ular xossalari jihatidan ham gazlarga ham qattiq moddalarga o'xshaydi.

Gaz holatidagi har qanday moddaning zarrachalari bir-biri bilan bo'sh bog'langan bo'lib, gaz solingan idish ichida erkin harakat qiladi.

5.2-§. Moddalarning plazma holati va plazma xillari

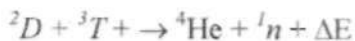
Plazma gazlarni qattiq qizdirish natijasida ularning atomlari elektronlarni tamoman yo'qotadi va musbat zaradlangan ionlar va ma'lum erkinlikka ega bo'lgan elektronlar hosil bo'ladi. Yuqori haroratda, y'ani million gradusda yengil elementlardan iborat gazlar ionlashadi va o'zining barcha elektronlarini yo'qotadi. Gazlarning ionlashgan holati plazma deb nomlanadi. Demak, plazma to'liq yoki qisman ionlashgan gaz, u zaryadlangan zarracha va neytral atom yoki molekuladan hosil bo'lgan. Plazmaning asosiy xususiyati uning kvazineytralligidir. Ya'ni musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalarining hajmiy zichligi deyarli bir xil. Gazlarning atomlaridagi elektronlari qandaydir sabablarga ko'ra musbat ionlarga o'tganda gaz moddalar plazma holatga o'tadi. Gaz va plazma orasida juda katta farq yo'q. Har bir modda oldin qattiq holatda bo'lib, harorat ortganda suyuqlanadi, so'ngra bug'lanib kritik temperaturadan yuqorida gaz holatga o'tadi. Harorat yana oshirilsa, gaz molekulalari alohida atomlarga parchalanadi, ular ionlashgan holatga o'tib, musbat ionlar va erkin elektronlar hosil qiladi. Bu ionlar va erkin elektronlar elektr tokini o'tkazadi, demak plazma bu elektr tokini oson o'tkazuvchan gazdir. Plazmalarda erkin elektronlar borligi uchun ular elektrni juda yaxshi o'tkazadi. Masalan, vodorod (H_2) plazmasining 10^8 kelvindagi elektr o'tkazuvchan (EO') ligi misning xona haroratidagi EO' ligi bilan teng. Plazmalarning issiqlik o'tkazuvchanligi ham yuqori. Plazmaning xossalari neytral gazlarning xossalariidan keskin farq qiladi. Plazma moddaning 4

agregat holati bo'lib, u o'zini gaz kabi tutadi va gaz qonunlariga bo'ysunadi. 1879-yilda angliyalik fizik *V.Kruks* tajribalar o'tkazib, materiya 4 holatda ham bo'ladi, deb aytib o'tgan.. "Plazma" terminini (kvazineytral ionlashgan gaz) 1923-yilda amerikalik fiziklar *Lengmyur va Tonks* fanga kiritdilar. Plazmani hosil qilish uchun moddani faqat qizdirish emas, ya'ni termik usulda ionlashgan plazmani olish uchun gazni 10 yoki 100 ming kelvingacha qizdirish kerak. Yoki elektr gaz razryadidan foydalanish kerak. Oraliqda zaryadlangan zarrachalar elektr maydonda tok hosil qiladi. Tokni saqlab turish uchun manfiy elektrod, ya'ni katod plazmaga elektronlar berishi kerak.

Yerda harorat past bo'lgani uchun plazma deyarli uchramaydi, faqat atmosferaning past qismida, ya'ni chaqmoq bo'lgan paytida hosil bo'ladi. Atmosferaning yuqori qismida 100 km balandda ionosfera deb ataladigan qobiqda ionlashgan plazmalar bor, ular quyoshdan ajraladigan ultrabinafsha nurlanishdan hosil bo'ladi. Osmonda barcha moddalar 99,9% plazmadan iborat. Quyosh va yulduzlar plazmadan tashkil topgan. Quyoshning ichki qismida termoyadroviy sintez reaksiyalari sodir bo'ladi va harorat 16 mln gradusgacha bo'ladi.

5.3-§. Termoyadroviy reaksiyalar

Termoyadroviy sintez – bu juda katta haroratda yengil atom yadrosining kattaroq yadrolarga aylanishi va katta miqdorda energiya ajralishi bilan boradigan reaksiyadir. Bu reaksiya atomlarning qaytar bo'linish jarayoni, ya'ni energiya og'ir atomlarning bo'linib, yengil atom yadrolariga bo'linishi natijasida hosil bo'ladi. Bunday haroratda yadrolarning kinetik energiyasi ular orasidagi elektrostatik itarilish kuchlarini yengishga yetarli bo'ladi. Bunday reaksiyalar termoyadroviy reaksiyalar deb yuritiladi. Birinchi termoyadro reaksiyasi vodorod bombasida amalga oshirilgan:

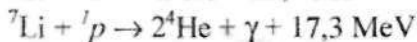
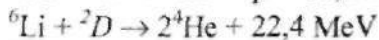
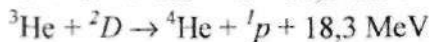
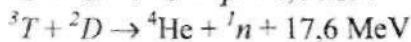
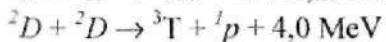
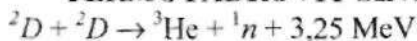


Astofiziklarning tasavvurlariga ko'ra, asosiy energiya manbai quyosh va yulduzlarda termoyadroviy sintez reaksiyalarning sodir bo'lishi natijasida hosil bo'ladi.

Zamonaviy atom elektrostansiyalari (AES) insonlarning elektr energiyaga bo'lgan ehtiyojini kamgina qismini qondiradi. Shu kunda dunyoning 16 ta mamlakatida 100 dan ortiq AES lar ishlab turibdi. Ularning umumiy elektr quvvati $4 \cdot 10^7$ kVt dan ortiq. Atom stansiyalarining asosiy yoqilg'i mahsuloti – bu tabiiy radioaktiv elementlar: uran va toriy hisoblanadi. Lekin ular tabiatda juda kam.

Termoyadroviy sintezda yoqilg'i sifatida hozirda vodorod izotopi bo'lgan deyeriy ham qo'llaniladi, u dengiz suvidan olinadi. J.Kokroft va E.Uolton 1932-yilda Kavendish (Velikobritaniyaning – Kembridj shahrida) laboratoriyasida bir qancha eksperimentlar o'tkazishgan. 1939-yilda Amerikalik fizik X.Beje Quyosh va yulduzlar energiyasining manbalaridan biri ular tarkibiga kiruvchi vodoroddan geliy hosil bo'lishi mumkin, degan gipotezani ilgari surdi. Shundan so'ng, yengil element yadrolaridan foydalanishgan. Quyida bir qancha termoyadroviy sintez reaksiyalari keltirilgan:

TERMOYADROVIY SINTEZ REAKSIYALARI:

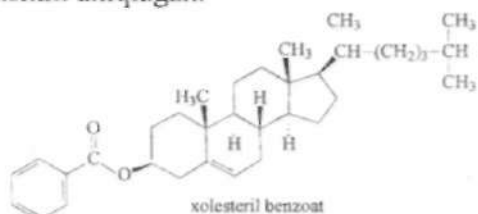


Har bir reaksiyadan ajraladigan energiya million elektr voltlarda (MeV) berilgan. 1Mev kinetik energiyada protonning tezligi 14500km/s ga teng. Demak yer yuzida termoyadroviy sintez reaksiyalari 100 mln kelvin haroratda va faqat maxsus laboratoriyalarda olib boriladi. Yaqin kelajakda asosiy energiya manbai termoyadro reaksiyalarining energiyasi bo'lib qolishi mumkin.

5.4-§. Suyuq kristallar

Suyuq kristallar ikki xil xususiyatni namoyon qiladi, ular suyuqliklarga o'xshab oquvchan bo'lsa, ikkinchi xil xususiyati ular kristallar kabi anizotropdir. Strukturasi bo'yicha suyuq kristallar (SK) suyuq jelega o'xshash, molekulasini cho'zilgan formada bo'ladi, xarakterli xususiyati suyuq kristallarning molekulasini elektr maydon ta'sirida o'zining oriyentatsiyasini o'zgartiradi.

1888-yilda. Avstriyalik botanik *F. Reynitser* suyuq kristallarni kashf etgan. U xolestirilbenzoat va xolesterilasetatda 2 ta suyuqlanish nuqtasi borligi va 2 xil tiniq va bulg'angan ko'rinishda bo'lishini aniqlagan.



Bu efirming suyuqlanishi 2 bosqichda boradi: dastlab g'uborli suyuqlanma hosil bo'ladi, harorat ko'tarilganda (145°C dan 179°C gacha) rangsiz suyuqlikka o'tadi. Ushbu SK qizdirilganida uning rangi qizildan ko'kgacha, sovutilganida rangi teskari tartibda o'zgarishi aniqlangan. Shuningdek, uning kristall holatdan suyuq holatga o'tishida oraliq optik anizotrop xossalarga ega (yorug'likni kuchli sochuvchi) shakl hosil qilishi topilgan. O'tish oralig'i 34°C ni tashkil etadi. Keyinchalik (1963y) IQ-spektr usulida yupqa SK spektri olingan. Uzoq yillar davomida kimyogarlar va fiziklar suyuq kristallarni tan olishmadi. Suyuq kristallarni birlari kolloid moddalarga, boshqalar esa emulsiyalarga mansub deyishardi. Ko'p yillik ilmiy tadqiqotlari natijasida Karlsrue universiteti professori **Otto Leman** 1904-yilda o'zining "Suyuq kristallar" nomli kitobini yozgandan keyin, SK ilmiy tomondan tan olindi. 1963-yilda amerikalik *Djorj Feryusson* SK harorat ta'sirida o'zining rangini o'zgartirishini aniqladi va Patentini oldi. 1965-yilda AQSH da Suyuq kristallarga

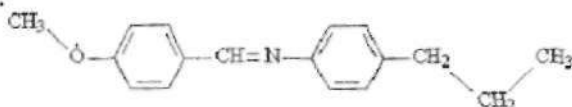
bag'ishlangan birinchi xalqaro konferensiya o'tkazildi. 1968-yilda amerikalik olimlar suyuq kristallarlar asosida yangi indikatorlar yaratishdi. Uning prinsipi SK molekulasida aylanib elektr maydonda yorug'likni har xil o'tkazishi va ko'rsatishiga asoslangan edi. O'tkazgichlar ekranga ulanganda kuchlanish ta'sirida mikroskopik nuqtalardan iborat tasvir paydo bo'lgan. 1973-yilda angliya kimyogarlari **Dj Grey** boshchiligida arzon xom ashyolardan suyuq kristallarni sintez qilishdi. SK o'zining xossasiga qarab 2 guruhga bo'linadi; Liotrop va Termotrop.

Liotrop suyuq kristallar 2 yoki ko'proq komponentlardan iborat sistema bo'lib, maxsus molekula va suvdan (yoki qutbli erituvchidan) iborat aralashma. Molekulasi ikki uchli bo'lib, uning ko'p qismi gidrofob uglevodorod zanjiridan iborat bo'lsa, 2-uchi qutbli guruhlardan tuzilgan va ular amfifilalar deb nomlanadi (grekcha «amfi»- «ikki uchli», «filos»- «sevuvchi» degan ma'noni anglatadi). Ularga fosfolipidlar misol bo'ladi. Amfifilalar suvda yomon eriydi, past haroratda 2 jinsli sistema hosil qiladi.

Termotrop suyuq kristallar (SK) qattiq moddalarni qizdirish natijasida hosil bo'lib, aniq harorat va bosimda mavjud bo'ladi.

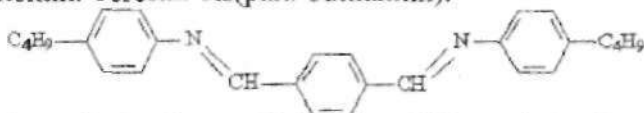
Ular 3 sinfga bo'linadi.

1. Nematik suyuq kristallar - N-(para-metoksibenziliden)-para-propilanilin.

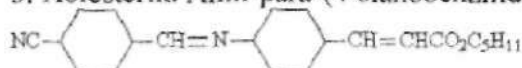


Termotrop SK guruhiga kiruvchi nematik SKda qavatli tuzilish va molekula og'irlik markazining uzoq tartibi mavjud emas. Ular suyuqliklarga o'xshaydi.

2. Smektik. Tereftal-bis(para-butilanilin).

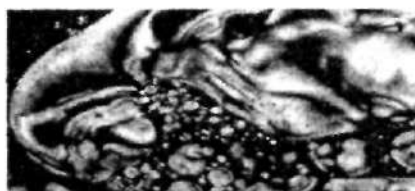


3. Xolesterik. Amil-para-(4-sianobenzilidenamino)-sinnamat.



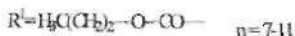
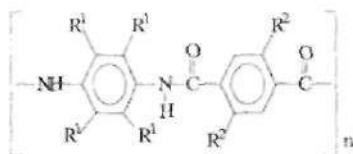


5.2.-a. rasm. Suyuq kristallning ko'rinishi.



5.2.b. rasm. Nematik suyuq kristallning ko'rinishi

Smektik SK uchun ikki o'lchamli tartiblanganlik xos. Molekulalar o'qlari parallel holatda joylashadi. Qatorlari smekatik tekisliklarda, eni esa nematik bo'ladi. Ular uzoq muddatli xotiraga ega bo'ladi. Bunday kristallga tasvir chizib, uzoq saqlash mumkin. Bu televizor va displeylar uchun qulay emas. Ulardan bosim indikatorlari sifatida foydalanish imkoni bor. Nematik kristallda tartiblanganlik smekatikka nisbatan past. Bir tomonlama tartiblangan, tashqi ta'sirga reaksiyasi tez bo'lib, xotirasi kam. "Xolesterik suyuq kristallar" vakili xolesterindir. Xolesterin va uning analoglari molekulasi nematik tekisliklarda joylashadi. Sovunning suvdagi eritmasi juda murakkab suyuq kristall tuzilishlar, masalan, qatlamli, disksimon va sharsimon tuzilishlar hosil qilishi mumkin. Kristall suyuqlikning katta hajmlarida domenlar hosil bo'ladi, ularning fizik xossalari kristallarnikiga o'xshashdir. Lekin ular odiy suyuqliklar kabi xossalarga ham ega. SKlarning domen tuzilishi segnetoelektrik va ferromagnetiklarniki kabi qonuniyatlarga bo'ysunadi. Pardalarning qalinligi suyuqlik molekullari o'zaro ta'siri radiusi bilan solishtiriladigan darajada



Mezogen guruhlar qatoriga turli kimyoviy guruhlar vositasida bog'langan benzol halqalari (-CH=CH-, -CH=N-, -NH-CO va b.) kiradi. SK birikmalar molekulasi asimmetrik shakldagi molekulaga ega, bu esa anizotrop qutblanuvchanlikka sabab bo'ladi, natijada molekulalar parallel joylashadi.

SK molekulalarining joylanishi temperatura, bosim, elektr va magnit maydoni ta'sirida o'zgaradi. Bu esa optik (rang, shaffoflik, qutblangan nur tekisligini burish) xossalari o'zgarishiga olib keladi. Xolesterik-nematik SKlarda qutblangan nur tekisligini burish xossasi juda kuchli ifodalanadi. Ushbu xossalar SKlarning ishlatilishi asosida yotadi. Masalan, rangning temperaturaga bog'liqligi tibbiyotda diagnostika maqsadlarida ishlatiladi. Jihozlarning sifatini ularni parchalamagan holda, temperatura - rang o'zgarishi bog'liqligi bilan nazorat qilish mumkin. Metall buyum qizdirilganda uning ichki defekti yuzasidagi temperatura taqsimotini o'zgartiradi. Bu defektlar uning sirtiga surtilgan SK rangining o'zgarishi bilan aniqlanadi.

Meditsinada suyuq kristallar yordamida inson uchun xavfli bo'lgan shishlarni (rak), yashirin shamollash borligini tez aniqlashda, bosimni o'lchash jihozlari va ultratovush detektorlari tayyorlash uchun ham qo'llaniladi. Ammo eng keng qo'llanilish sohasi bu informatsion texnikadir, ya'ni elektron soatlardan boshlab, kichik hajmli suyuq kristalli (jiddokristall) rangli televizorlar tayyorlash hisoblanadi. Bu televizorlar kichik bo'lishiga qaramasdan, tasvirni sifatli ko'rsatib, juda kam energiya talab qiladi. Plastmassa yoki shisha qavatlar orasiga joylashgan SK yupqa pardalari indikator jihozlarida keng ishlatiladi (tanlangan pardaning turli qismlarga past

kuchlanishdagi elektr maydoni ta'sir qilib, ko'z bilan ko'radigan shakllar hosil qilish mumkin). SK matritsalar asosida uglerod va polimer tolalar olingan. SK - tsiferblat bo'lib, soat, daqiqa, soniya va uning bo'laklarini hisoblaydi. SK-indikatorlar zamonaviy hisoblagichlar, "Notebook"lar, televizorlarning tekis ekranlari, lug'at-tarjimonlar, peydjerlar va boshqa zamonaviy elektron texnika va xizmat ko'rsatish asbob va uskunalari demakdir. SK indikatorlar va displeylarning dunyo miqyosidagi ishlab chiqarilish soni milliardlar bilan sanaladi. Fan va texnikaning rivojini hozirda SK sohasidagi ishlanishlarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. SK biologiya va hayot jarayonlarida ham muhim. Hujayra membranalari va DNKning ishlashi, nerv impulslarining uzatilishi, mushaklar ishi SK fazasida sodir bo'ladi, ular o'z-o'zini tashkil etish va yuqori darajada molekulyar harakatchanlik xossalariga ega. Tabiiy va sintetik obyektlarni qamrab olgan SKlar zamonaviy kimyo, fizika, biologiya, texnika mutaxassislarining qiziqish sohalariga kiradi.

5.5-§. Ionlanish energiyasi va elektronga moyillik.

Nisbiy elektromanfiylik

Kimyoviy jarayonlarda atomdagi elektronlarning orbitallarda qanchalik mustahkam joylashganligi katta rol o'ynaydi. Buning uchun atomlarning ionlanish energiyasi tushunchasidan foydalanadilar.

Ionlanish energiyasi deb bir mol atomdan cheksiz uzoq masofaga elektronni ajratib (urib) olish uchun bajaradigan ish. Bu molekulaga ham taalluqlidir. Atom va molekula ionlanishi uchun albatta energiya sarf qilish kerak. Ionlanish potentsiali – erkin elektronga atomdan elektronni siqib chiqarish uchun yetarli energiya bilan ta'minlaydigan potentsiallar farqining minimal qiymati. Ionlanish potentsiali elektronvotlarda (eV) belgilanadi. bu energiya ko'pincha ionlanish potentsiali (IP) deb ham yuritiladi.

Masalan, Na ning ionlanish potentsiali $I=5,14\text{eV}$ bo'lsa, uning ionlanish energiyasini aniqlang. $1\text{eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{kJ/mol}$ bo'lsa,

Na ning ionlanish energiyasi $I=5,14 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}=495 \text{kJ}$ bo'ladi.

Ko'p elektronga ega bo'lgan atomning bir nechta ionlanish potentsiali mavjud. Masalan, Li uchun $I_1=5,3 \text{ eV}$, $I_2=75,64 \text{ eV}$, $I_3=122,42 \text{ eV}$. Har doim $I_1 < I_2 < I_3 < I_n$ bo'ladi.

Vodorod atomining ionlanish energiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi. $I=(m \cdot e^4 / h^2)$;

bu yerda; m- elektronning massasi, g;

e- elektronning zaryadi;

h- Plank doimiysi.

Formuladagi qiymatlarni o'rniga qo'yib hisoblash natijasida $J=13,6 \text{ eV}$ ga ega ekanligi hisoblab topilgan. Ko'p elektronga ega bo'lgan atomning ionlanish potentsialini hisoblash uchun:

$$I=13,6Z^{*2}/n^{*2}$$

formuladan foydalaniladi. Bu yerda: Z^{*2} - yadroning effektiv zaryadi, n^{*2} - effektiv kvant son.

Elementning ionlanish potentsiali qancha kichik bo'lsa, shu element kuchli metallik xossaga ega bo'ladi. Davrda chapdan o'ngga qarab elementning ionlanish potentsiali ortib boradi. Masalan Li IP 5,3 eV bo'lsa F ning IP 17,42eV ga teng. Guruhda esa yuqoridan pastga qarab kamayadi.

Element atomi bir elektronni biriktirib olganda ajralib chiqadigan energiya miqdoriga **elektronga moyillik** deyiladi. Elementning elektronga moyilligi (EM) qancha katta bo'lsa, shu element kuchli metalmas xossaga ega bo'ladi (5.1-jadv).

5.1.-jadval

Elementlarning elektronga moyilligi

Atom	E, eV	Atom	E, eV	Atom	E, eV
C	1,27	Na	0,34	S	2,08
N	-0,21	Mg	-0,22	Cl	3,61
O	1,47	Al	0,5	Br	3,37
F	3,45	Si	1,84	I	3,08
Ne	-0,22	P	0,8	Se	2,02

Davrda chapdan o'ngga qarab elementning elektronga moyilligi ortib boradi. Guruhda yuqoridan pastga tomon kamayib boradi.

Elektromanfiylik (EM) – biror bir element atomining boshqa element atomlarining elektron bulutini o'ziga tomon tortish xususiyatiga aytiladi. Bu tushuncha fanga Poling va Malliken tomonidan 1928-yilda kiritilgan bo'lib, u kimyoviy bog'lanishni o'rganayotgan paytda bog'larning kovalent, qutbli yoki ionli bo'lishi, shu jumladan, ionlik darajasini tavsiflashda ancha qulaylik tug'diradi. Polingning fikricha, molekulada elementning elektromanfiyligi, uning atomi tomonidan elektronlarni o'z yaqinida ushlab turish qobiliyati, ushlab turishga intilish kuchidir.

Poling elektromanfiylikni topishning quyidagi usulini taklif qildi. Tajribadan ma'lumki, biror murakkab birikmaning dissotsilanish energiyasi, uni hosil qiluvchi oddiy modda molekulalarining dissotsilanish energiyasining yarim yig'indisidan kattaroq bo'ladi. Buning sababi turli tabiatli atomlar o'rtasida elektronlarning delokallanishi tufayli ion holatlarining ham namoyon bo'la olishidir. Masalan, xlorning dissotsilanish energiyasi 239,7 kJ/moll, ftorniki 154,8 kJ/moll ga teng. Ayni vaqtda fluor – xlor molekulasining dissotsilanish energiyasi 248,9 kJ/moll ga teng. Bu natijalardan gomoyadroli molekulalarga nisbatan ulardan hosil bo'lgan geteroyadroli molekulalar mustahkamroq ekanligi kelib chiqadi. Yana bir misol keltiramiz: $E_d(\text{H-H})=104,18 \cdot 4,18=435,47 \text{ kJ/mol}$; $E_d(\text{H-F})/134,3 \cdot 4,18=561,37 \text{ kJ/mol}$; $E_d(\text{F}_2)=38,76 \cdot 4,18=162,01 \text{ kJ/moll}$ $\Delta E_d(\text{A-B})=[E_d(\text{A-A})+E_d(\text{B-B})]/2$ deb belgilsak, E_d noldan katta chiqadi.

Muayyan birikmalar uchun elementlarning nisbiy elektromanfiyliklari farqi $\Delta\chi=0,102 \sqrt{\Delta}$ ga teng quyidagi 5.2 - jadvalda bazi kimyoviy bog'lar uchun $0,102\sqrt{\Delta}$ ifodasining qiymatlari keltirilgan:

Kimyoviy bog'	Si-H	Br-H	C-O	As-Cl	S-Cl	F-Cl	Br-J
Δ	8,78	52,5	96,9	99,5	22,1	65,6	7,1
$0,102 \sqrt{\Delta}$	0,30	0,74	1,00	1,01	0,58	0,82	0,27
NEM farqi	0,3	0,7	1,0	1,0	0,5	0,9	0,3

NEM farqi $0,102\sqrt{\Delta}$ ning ortib borishi bog'ning ionlik darajasini ortib borishi bilan simbat ravishda bog'langan. Masalan, (Cs)=0,75, (F)=3,9 Cs – F bog'ining ionlik darajasi eng yuqori bo'lib, deyarli birga teng.

NEM ni topishning Malliken talklif qilgan usuliga binoan, element atomidan eng birinchi tashqi elektronni chiqarib yuborish uchun sarf qilinadigan ionlanish energiyasi $i(A)$ bilan neytral atom o'ziga tashqaridan bitta elektronni qabul qilib, manfiy bir zaryadli anionga aylangandagi energiya effekti $\epsilon(A)$ ning algebraik yig'indisini yarmiga aytiladi.

$$X(A) = \frac{i(A) + \epsilon(A)}{2}$$

Litiyning eV larda o'lchangan elektromanfiyligi nisbiy deb qabul qilinib, foydalanish qulay bo'lgan kichkina yaxlit sonlar ko'rinishida ifodalandi.

Eng elektromanfiy element Ftor, eng elektromusbati sezidir (5.2-jadv.). Biror bir element atomining ionlanish energiyasi va elektronga moyilligi berilgan bo'lsa uning nisbiy elektromanfiyligini aniqlash mumkin. Masalan: Br ning ionlanish energiyasi $I=1140,8$ kJ, uning elektronga moyilligi $E=3,54$ eV bo'lsa, Br ning NEM quyidagicha topiladi. $E=3,54 \cdot 1,602 \cdot 10^{19} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 341,4$ kJ bo'ladi. $EM=1140,8 + 341,4 = 1482,2$ kJ. Elektromanfiylik birligi sifatida Li ning EM qiymati (536 kJ) qabul qilingan. Demak, Br uchun NEM $1482,2/536 = 2,8$ ga teng.

Elementlarning nisbiy elektromanfiyligi

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
H 2,1															He		
Li 1,01	Be 1,47										B 2,02	C 2,50	N 3,07	O 3,50	F 4,10	Ne	
Na 0,97	Mg 1,23										Al 1,47	Si 1,74	P 2,10	S 2,60	Cl 2,83	Ar	
K 0,91	Ca 1,04	Sc 1,20	Ti 1,32	V 1,45	Sr 1,56	Mn 1,60	Fe 1,64	Co 1,75	Ni 1,75	Cu 1,76	Zn 1,66	Ga 1,82	Ge 2,02	As 2,20	Se 2,48	Br 2,80	Kr
Rb 0,89	Sr 0,99	Y 1,11	Zr 1,22	Nb 1,23	Mo 1,30	Tc 1,36	Ru 1,42	Rh 1,45	Pd 1,35	Ag 1,42	Cd 1,46	In 1,49	Sn 1,72	Sb 1,82	Te 2,01	I 2,21	Xe
Cs 0,86	Ba 0,97	La 1,08	Hf 1,23	Ta 1,33	W 1,40	Re 1,46	Os 1,52	Ir 1,55	Pt 1,44	Au 1,42	Hg 1,44	Tl 1,44	Pb 1,55	Bi 1,67	Po 1,76	At 1,96	Rn

Sendersen NEM qiymatlarini hisoblab topish uchun atomlarning molekulalardagi kovalent radiusidan foydalanishni taklif qildi. Uning fikricha, element qanchalik yuqori NEM ga ega bo'lsa, uning yaqinidagi elektron zichligi shunchalik katta bo'ladi. Ammo atomlarning kovalent radiuslarini aniq topishning qiyinligi Sendersen usulining kengroq qo'llanishiga yo'l qo'ymadi. Hozir adabiyotlarda elementlarning NEM bo'yicha keltiriladigan qiymatlari bog'larning xili va tabiatini tushuntirishda, dastlabki sifat ahamiyatiga ega bo'lgan material sifatida keng qo'llaniladi.

NEM ni dipol momentlari, kimyoviy bog'larning kuch doimiyligi, fotoelektrik ionlanish asosida topishga urinishlar ham ma'lum. Lekin bu ko'rsatkichlar asosida olingan malumotlar juz'iy ahamiyatga ega xolos.

NEM tushunchasidan foydalanib, kimyoviy bog'larning xilini, atomning molekuladagi oksidlanish darajasini, molekulaning doimiy dipol momentiga ega bo'lish sabablarini yaxshi tushuntirish mumkin. Bu va shu kabi ma'lumotlarga ega bo'lish mazkur konsepsiyaning yetarli darajada amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

Element atomining EM uning atomi o'lchamiga bog'liq. Atom o'lchami qancha kichik bo'lsa, uning EM shuncha yuqori bo'ladi Nodir gazlarda elektromanfiylik nolga teng bo'ladi.

5.6-§. Atom, ion, kovalent va Van-der Vaals radiuslari

Elektron harakati to'liq tabiiatli bo'lganligi uchun atom hajmi aniq kattalikga ega emas. Shunga ko'ra, atomning ion, metall, kovalent va Van der Vaals radiusi degan tushunchalar mavjud.

Molekula tarkibida bir-biri bilan yakka kovalent bog' orqali birikkan bir xil ikki atomning markazlari orasidagi masofani ikkiga bo'lish natijasida ayni element atomining kovalent radiusi topiladi. X-X birikmada X- metalmas. Agar atomlar o'zaro qo'shbog' orqali birikkan bo'lsa, ular orasidagi masofa oddiy bog'ga nisbatan 10%, uch bog' orqali birikkanda 17% a kamayadi. Masalan, C-C =0,154nm, C=C da 0,134nm va C≡C da esa 0,120nm bo'ladi. Kovalent radiuslarda additivlik (qo'shiluvchanlik) xususiyati kuzatiladi. Quyidagi 5.4.-jadvalda ba'zi element atomlarning kovalent radiulari keltirilgan.

5.4.-jadval

Element atomlarining kovalent radiusi (nm)

Element	Kovalent radiusi	Element	Kovalent radiusi
H	0,030	F	0,064
C	0,077	Cl	0,099
S	0,104	Br	0,114
Se	0,117	I	0,133

Metall radius metall kristal strukturasiidagi atomlar orasidagi masofaning yarmiga teng. Uning ko'rsatkichi koordinatsion soniga bog'liq. Koordinatsion soni 8,6,4 ga teng metallarning atom radiusi 0,98, 0,96 va 0,88nm bo'ladi. K va Li ning radiusi 0,236 va 0,155 nm. Metall atom radiuslari kovalent atom radiuslardan kam farq qiladi. Masalan, Na metali kristalida 0,320 nm, Nanning atom radiusi 0,160nm va kovalent radiusi esa 0,154 nm ga tengdir. Metallardagi additivlik xususiyati intermetall birikmalar kristall panjaradagi parametrlarni aniq ko'rsatadi.

Ion radius – ionlarning shartli xarakteristikasi, ion kristallari va yadro orasidagi masofa. Yadrolararo masofa d kristallning

konstantasi nomi bilan yuritiladi. Agar kristall panjarani tashkil qilgan modda ikki iondan iborat bo'lsa. Bir ionning radiusi ma'lum bo'lgan taqdirda $d=r_1+r_2$. formuladan foydalanib, 2-ionning radiusini aniqlash mumkin. Optik usullar yordamida flor ionini F^- ning radiusi $r=0,133$ nm yopilgan

5.5.-Jadval

Turli xil zarrachalarning ion radiuslari (nm)

Element	Ion radiuslari	Element	Ion radiuslari	Element	Ion radiuslari
F^-	0,133	Li^+	0,068	Be^{2+}	0,034
Cl^-	0,181	Na^+	0,098	Mg^{2+}	0,066
Br^-	0,196	K^+	0,133	Ca^{2+}	0,099
I^-	0,220	Rb^+	0,149	Sr^{2+}	0,112
O^{2-}	0,136	Cs^+	0,165	Ba^{2+}	0,134

Masalan NaF kristall panjarasining konstantasi $d=0,231$ nm. Bundan Na ionining radiusini topamiz.

$$r_{Na^+} = 0,231 - 0,133 = 0,098 \text{ nm}$$

Ion radius davriy sistemadagi elementlarning joylashish qonunlari bilan bog'liq. Ion radiusi kristalokimyoda kristallarning tuzilish qonuniyatlarini aniqlashda qo'llaniladi. Quyidagi jadvalda AX ionli birikmalarda A -metall X - metalmas orasidagi ion radiusi keltirilgan.

O'zaro kimyoviy bog'lanmagan bir xil ikki atom orasida masofani ikkiga bo'lish natijasida atomlarning *Van-der Vaals* radiuslari topiladi. Van-der Vaals radiuslari 1939-yilda *Poling* monografiyasida birinchi marta yozildi.

Element atomlarining Van-der Vaals radiuslari, nm

Element	VV radiusi	Element	VV radiusi	Element	VV radiusi
N	0,15	O	0,140	F	0,135
P	0,19	S	0,185	Cl	0,180
As	0,20	Se	0,200	Br	0,195
Sb	0,22	Te	0,220	I	0,215

Van-der Vaals radiuslari kovalent radiusidan 0,08 nm ga kattaroq. Neytral atomlarning Van-der Vaals radiuslari manfiy zaryadlangan ion radiusi bilan deyarli bir xil bo'ladi. **Van-der Vaals** radiuslarini aniqlashda ko'pgina olimlar ilmiy izlanishlar olib borishdi. Ular *Poling, Bondi, Zefirov, Nayberg, Kitaygorodskiydir.*

Galogenlarning Van-der-Vaals radiuslari (nm)

Galogen	Poling, 1939	Bondi, 1964	Zefirov, 1974 – 1986	Nayberg, 1985	Kitaygorodskiy, 1955
F	0,135	0,147	0,140	0,130 – 0,138	—
Cl	0,180	0,175	0,190	0,158 – 0,178	0,178
Br	0,195	0,185	0,197	0,154 – 0,184	0,195
I	0,215	0,198	0,214	0,176 – 0,213	0,21

Van-der Vaals radiuslarining qiymati kovalent radius qiymatidan bir oz katta bo'ladi.

Savollar:

1. Plazma deb nimaga aytiladi va uning qanday xillari bor?
2. Suyuq kristallar necha guruhga bo'linadi? Ular qayerlarda qo'llaniladi?
3. Ionlanish potentsiali, elektronga moyillik va elektromanfiylik nima?

4. Elektromanfiylikni aniqlashda Malliken va Poling usullarini aytib bering?

5. Atom radiuslari haqida tushuncha bering.

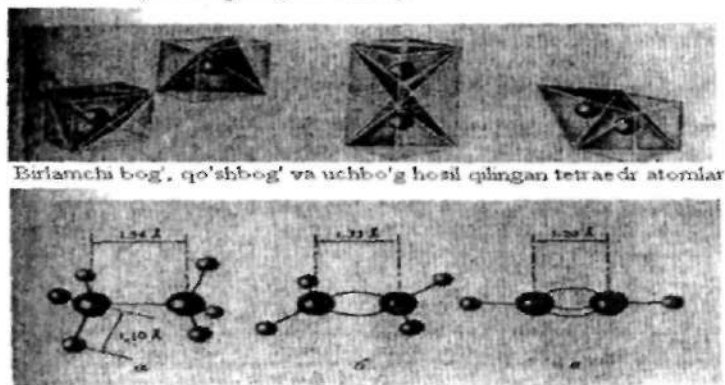
Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Салем Р.Р. Физическая химия. Физматлит. М., 2004
2. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. "Теория строения молекул", учебное пособие. Ростов-Дон: Феникс, 1997, 407 с.
3. Татевский В.М. "Строение и физикохимические свойства молекул и веществ." М.: Изд-во МГУ, 1994, 463 с.
4. Де Жён П. Физика жидких кристаллов. Мир, М., 1977
5. Америк Ю.Б., Кренсель Б.А. Химия жидких кристаллов и мезоморфных полимерных систем. Наука, М., 1981.
6. Арцимович Л.А. Элементарная физика плазмы. М., Атомиздат, 1969.
7. Смирнов Б.М. Введение в физику плазмы. М., Наука, 1975.
8. Милантьев В.П., Темко С.В. Физика плазмы. М., Просвещение, 1983.
9. Чен Ф. Введение в физику плазмы. М., Мир, 1987.
10. [http:// www. wikipedia.ru](http://www.wikipedia.ru).

VI BOB. MOLEKULALARNING FAZOVIY TUZILISHI VA GEOMETRIYASI. ATOM ORBITALLARNING GIBRIDLANISHI. GILLESPI NAZARIYASI

6.1-§. Polingning atom orbitallarning gibridlanish konsepsiyasi

Atom orbitallarning gibridlanishi haqidagi tushunchani birinchi marta Laynus Poling fanga kiritdi. Poling turli atom orbitallar bir-biri bilan qo'shib, ulardan oraliq orbitallar yuzaga keladi, degan fikrni aytgan. Poling uglerod birikmalarining geometriyasini tushuntirish uchun tetraedr va shar sterjenli modellardan foydalangan (6.1-rasm).



6.1.rasm. Etan, etilen, asetilenning shar sterjenli modellari

Poling gibridlanishda 3 ta qoidaga e'tibor berish kerakligini aytib o'tgan:

1. Faqat 2- davr element atomlari orbitallarining o'zaro chiziqi kombinatsiyalanishi va o'rtacha o'zgargan yangi orbitallar hosil qilishi realdir.

2. Kovalent bog'lanishning yo'naluvchanligini faqat gibridlanish orqali tasavvur qilish mumkin.

3. Real gibridlanish 2 davr elementlarida model sifatida emas, balki mexanizm sifatida sodir bo'lishi mumkin.

Gibridlanish konsepsiyasi faqatgina oddiy moddalarning hosil bo'lishini tushuntirish uchun tatbiq qilinib qolmasdan, shu bilan birga, kompleks birikmalarning hosil bo'lishi va xususan, ularning fazoviy tuzilishini o'rganinish uchun ham keng qo'llaniladi. Shu bilan birga, kompleks birikmalar oddiy molekulali birikmalarga nisbatan ancha murakkab kimyoviy tarkibga va fazoviy tuzulishga ega bo'lganligi uchun, ularni o'rganish va tushuntirishda gibridlanish konsepsiyasidan tashqari ayrim maxsus usullaridan ham foydalaniladi.

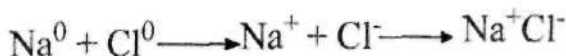
Kordonatsion birikmalardagi kimyoviy bog'larni tavsiflash uchun hozirgi vaqtda qo'llaniladigan umumiy usullar quyidagilardan ibora:

1. Valent bog'lanish usuli.
2. Kristall maydon nazariyasi.
3. Molekulyar orbitallar usuli.

Bu usullar ichida valent bog'lanish usuli gibridlanish konsepsiyasiga bevosita aloqadordir. Ma'lumki, Tomson tomonidan elementlarning atomlari murakkab tarkibga ega bo'lib, ularda manfiy zaryadlangan elementlar elektr zarrachalari – elektronlar mavjudligini ko'rsatilgandan keyin, kimyoviy bog'ning hosil bo'lishini tushuntirish uchun bu zarrachalarning rovidan foydalanishga keng imkoniyatlar paydo bo'ldi. Bu istiqbolli yo'llardan birinchilardan bo'lib **B. Kossel va G. Lyuislar** foydalandilar.

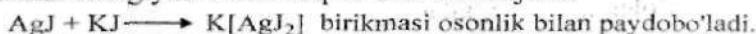
B.Kossel getero polyar kimyoviy bog'larni tushuntirishda elektrostatik tushunchalardan keng foydalandi. Shuning uchun, uning nazariyasini ionli bog'lanish nazariyasi, deb qarash mumkin. B.Kosselining fikricha, kimyoviy bog'ning hosil bo'lishida, bog'lanayotgan atomlarning tashqi elektron pog'onasi davriy tizimda o'ziga eng yaqin bo'lgan nodir gazning 8 elektronli elektroneytral konfiguratsiyasiga o'xshasa-da, ammo musbat va manfiy zaryadlangan ionlarning o'zaro elektrostatik tortilishi hal qiluvchi rol o'ynaydi. Masalan, NaCl moddasi hosil bo'layotgan paytda natriy atomining $11 - 3s^1$ elektroni xlor atomiga $18 -$ elektron sifatida o'tib, uning tashqi elektron qavatini $3s^2.3p^5$

ko'rinishidan $3s^2, 3p^6$ ga o'tishiga olib keladi va Na^+ va Cl^- zarrachalari o'rtasida elektrostatik tortishish kuchi natijasida ionli bog' hosil bo'ladi:



Elektrostatik kuchlar to'yinmaslik xossasiga ega bo'lganligi uchun M^{n+} zaryadiga ega bo'lgan kation bilan n ta -1 zaryadli nX zarrachalaridan tashkil topgan MX_n tizimga nisbatan $MX_n + X^- = (MX_{n+1})^-$ zarracha barqarorroq bo'lar ekan. Bu Kossel fikricha, kompleks birikmalarning hosil bo'lishiga olib keladi.

AgJ_2^- dagi Ag^+ ionini bilan J^- ionining o'zaro tortilish kuchi e^2/r^2 ga, yod ionlarining o'zaro itarilishi esa $e^2/(2r)^2 = e^2/4r^2$ ga teng. Ya'ni tortishish kuchi 4 marta katta, shuning uchun $(AgJ+J^-)$ tizimning potensial energiyasiga nisbatan AgJ_2^- kompleks ionining potensial energiyasi kichikroq bo'ladi va natijada:



$E(AgJ) = -e^2/r^2$; $E(J..J) = e^2/4r^2$; $-E(AgJ)/E(J..J) = e^2/r^2$; $e^2/4r^2 = 4$ demak, $[AgJ_2]^-$ da Ag^+ va J^- larning o'zaro elektrostatik tortishish tasiri uning tarkibidagi ikkita J^- anionlarining o'zaro itarilish energiyasidan 4 marta katta, shuning uchun bunday chiziqli tuzilishga ega bo'lgan kompleks anion oson hosil bo'ladi. $[AgJ_3]^{2-}$ zarrachasida ligantlar teng tomonli uchburchakning uchlariga joylashgan holda, ularning o'zaro itarilish kuchi har bir anionning musbat zaryadli markaziy ionga tortilishining 0,58 qismini tashkil etadi. Bu hol shunday trigonal, kvadrat tetraedrik tuzilishga ega bo'lgan zarrachalarning hosil bo'lishini ta'minlaydi.

Markaziy ionning musbat zaryadi ortib borishi bilan, tabiiyki, uning koodinatsion soni ham oshib boradi, ya'ni u o'z atrofida ko'proq teskari zaryadli zarrachalarni tortadi.

Neytral ligantlar ishtirokida komplekslarning hosil bo'lishini Kossel musbat zaryadlangan markaziy ionning ligand

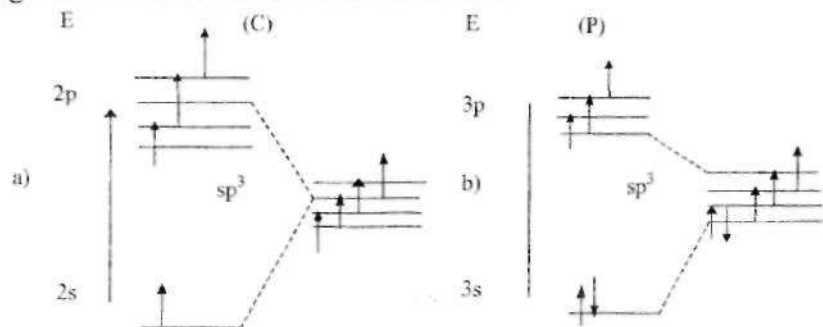
molekulasining manfiy qutbi bilan tortilish natijasi, deb tushuntiradi.

Valent bog'lanish nazariyasi. 1916-yilda **G. Lyusak** kovalent bog'lar bog'lanayotgan atomlarning valent elektronlarining umumlashishi natijasida hosil bo'ladi, degan xulosaga keldi:

$$ZEsp^3 - Zes + p^3 = -5935 - (-6555) = 620 \text{ kDj/moll}$$

Bu holda gibridlanish uchun 620 kDj/moll energiya tashqaridan sarflangan. Bu qiymat taxminan ikkita kimyoviy bog'ning energiyasiga teng. Bunday energiya fosfor atomi boshqa atomlar bilan bog' hosil qilayotgan paytda qayta chiqariladi. Jarayonning ekzotermikligi ortadi. Bunday jarayon termodinamik jihatdan o'z -o'zicha bora oladigan, qaytmas jarayon bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan energetik hisoblar shuni ko'rsatadiki, uglerod atomining elektronlari gibridlanganda energiya sarflanmaydi: $(E_s) + 3E(p) = 4E(sp^3)$. Fosfor atomidagi $3s^2$ va $3p^3$ orbitalar gibridlanganda esa $3s$ - AO dagi elektronlarning energiyasi qisman kamayadi (sxemaga qaralsin). Umuman olganda, tizimning energiyasi 620 kDj/moll ga ortadi. Misolda gibridlanish sxemasi endotermik bo'ladi.



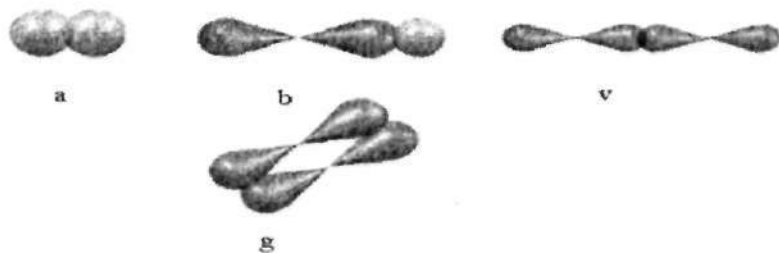
Uglerod atomidagi 2s- va 2p-AO larning (a) va fosfor atomidagi 3s- va 3p-AO larning gibridlanishi(b).

Gibridlanishning energiyasi (fosfor atomi hoida bu energiya, yuqorida qayd qilinganidek, 620 kDj/moll ga teng) ning katta bo'lishi gibridlanishning amalga oshishi uchun qiyinchilik tug'diradi. Shu sababdan, Mendeleyev jadvalining VA va VIA

guruhlarida yuqoridan pastga tushganimiz sari gibrirlanish energiyasi ortib borgani tufayli gibrirlangan AO lar oʻrniga toza p – orbitallarning bogʻ hosil qilishi osonroq boʻladi. Buning natijasi sifatida molekulardagi valent burchaklar azotdan surmaga, kisloroddan tellurga oʻtgan sari tetraedrga xos qiymatdan toza p – AO ga xos boʻlgan 90° ga yaqinlashib boradi (jadvalga qarang), gibrirlanish qiyinlashadi. Sababi – gibrirlanish uchun sarflanadigan energiyaning koʻpayib borishi.

Atom orbitallarining gibrirlanishi haqidagi tasavvurlarga muvofiq turli orbitallarga mansub elektronlar ishtirokida kimyoviy bogʻlanish hosil boʻladi, bu elektronlarning bulutlari bir-biriga taʼsir koʻrsatib, oʻz shakllarini oʻzgartiradi, natijada turli orbitallarining oʻzaro qoʻshilishi, yaʼni gibrirlangan orbitallar hosil boʻladi. Gibrirlanish soʻzi – “qoʻshilish”, “chatishish” degan maʼnoni bildiradi.

p-gibrirl orbitallarda elektron bulutining zichligi yadroning bir tomonida kattaroq boʻlib, ikkinchi tomonida kichikroqdir. Gibrirl orbitallar oʻzining kattaroq qismi bilan boshqa atomlarning elektron bulutlarini koʻproq qoplaydi.

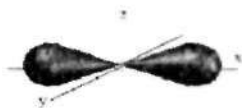


6.2- rasm. σ , π - bogʻ hosil boʻlishi-da s va p-elektron bulutlarining qoplanish sxemasi a) H₂ molekulasi-dagi σ -bogʻ b) HF molekulasi-dagi σ bogʻ v) F₂ molekulasi-dagi σ -bogʻ g) N₂ molekulasi-dagi π -bogʻlardan bittasi.

Erkin holatdagi atomlardagi orbitallar hech qachon gibrirlangan holatda boʻlmaydi. 6.3 -rasmda s-orbital bilan p-orbitaldan hosil boʻlgan ikkita sp-gibrirl orbitallarining sxematik shakli keltirilgan.



a)



b)



v)

6.3- rasm. a) s va b) p –orbitallardan hosil bo‘lgan v) sp-gibrid orbitalning shakli.

Gibridlanish atomlardan molekula hosil bo‘lish vaqtidagina yuzaga chiqadi. Gibridlanish natijasida elektron bulutlar tamomila simmetrik shaklni oladi.

6.2-§. Kvant sonlar

Atomning elektron qavatining tuzilishida atom elektronlarining energetik holatini kompleks xarakterlovchi parametrlar hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Hozirgi vaqtda elektronning harakati to‘rtta kvant soni: bosh, orbital, magnit va spin kvant sonlari bilan ifodalanadi.

1. Bosh kvant soni (n) orbitaning energiyasi uning yadrodan uzoq yoki yaqinligiga qay tarzda bog‘liq ekanligini tavsiflaydi. Atom yadrosining elektromagnit maydonidagi energetik pog‘onalarni xarakterlaydi. Bosh kvant soni elektron energiyasining kattaligini ko‘rsatadi. 1913 yilda N.Bor buni fanga kiritdi. Bosh kvant sonlari o‘zaro teng bo‘lgan bir necha elektron atomda elektron qavatlarini yoki ma‘lum energetik pog‘onani hosil qiladi. Bu energetik pog‘onalar butun sonlar, shuningdek harflar bilan ifodalanadi:

Elektron energiyasi oshadi

Bosh kvant soni qiymatlari- 1 2 3 4 5 6 7

Harf belgisi - K L M N O P Q

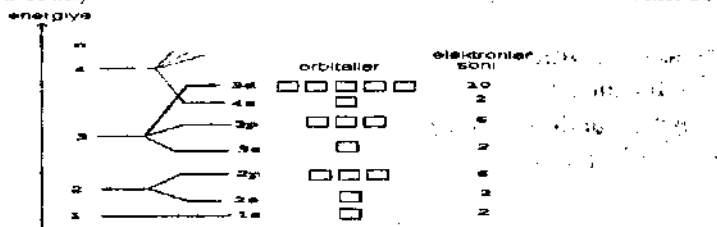
Atomdagi elektron qavatlarining soni D. I. Mendeleevning kimyoviy elementlar davriy sistemasidagi davr raqamiga va elektron pog‘onachalar soniga to‘g‘ri keladi. Masalan, mishyak atomida 33 ta elektron bo‘lib, bu elektronlar atomdagi 4 ta energetik qavatlar (K, L, M va N) da joylashgan. Binobarin,

mishyak atomida 4 ta elektron qavat bor, mishyak elementi D.I.Mendeleyev jadvalidagi to'rtinchi davrda joylashgan.

Har bir qavatda joylashishi mumkin bo'lgan eng ko'p elektronlar soni tubandagi formuladan hisoblab topiladi:

$$N = 2n^2$$

bu erda, N – maksimum elektronlar soni; n - bosh kvant soni.



Masalan, 1 – qavatda (K qavatda) = $2 \cdot 1^2 = 2$ elektron

2 – qavatda (L qavatda) = $2 \cdot 2^2 = 8$ elektron

3 – qavatda (M qavatda) = $2 \cdot 3^2 = 18$ elektron va hokazo bo'ladi.

2. Orbital kvant soni (l) tushunchasi fanga 1916 yilda A.I.Zommerfeld tomonidan kiritilgan. Elektron harakat miqdori momenti yoki elektron bulut zichligini fazoviy taqsimlanishini xarakterlaydi. Ayni qavat elektronlari bir-biridan o'zlarining energiyalari bilan farq qilib, bir yoki bir necha orbital yoki pog'onachalarni hosil qilishi mumkin, bu orbitallar o'z shakllari bilan bir-biridan farq qiladi. Energetik pog'onachalar ham harflar bilan belgilanadi.

Orbital kvant soni l 0 dan $n - 1$ gacha bo'lgan butun sonlar bilan ifodalanadigan qiymatlarga ega bo'ladi. Masalan, $n = 1$ bo'lsa, orbital kvant soni qiymati nol ($l = 0$) bo'ladi; $n = 2$ bo'lsa, $l = 0$; 1ga teng, $n = 3$ bo'lsa, l ning qiymati 0, 1 va 2 ga teng bo'ladi.

l ning qiymatlari 0 1 2 3 4 5

Energetik pog'onachaning belgisi $s p d f g h$

Elektron harakat miqdorining orbital momenti bilan orbital kvant son orasida quyidagicha bog'lanish bor:

$$M = \frac{h}{2\pi} \sqrt{l(l+1)}$$

Orbital magnet moment ham l bilan quyidagi munosabatda bo'ladi:

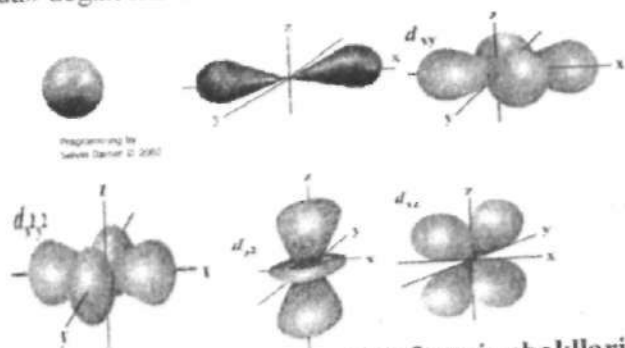
$$\mu = \mu_b \sqrt{l(l+1)}$$

bu yerda, μ_b - Bor magnetoni.

$$\mu_b = \frac{eh}{2mc}$$

Yuqoridagi harf belgisi keltirilgan orbitallarning shakllari 6.1-rasmda ko'rsatilgan.

s , p , d , f harflari inglizcha so'zlarning bosh harflaridan olingan. Masalan: S - significant-«bosh, muhim». P -principal-«asosiy», d -diffusion-«tarqalmoq» (yorug'lik) va f -fundamental-«asosiy qoida» degan ma'nolarni anglatadi.



6.4-rasm. s , p , d -orbitallarning fazoviy shakllari

Ayni qavatdagi elektronning orbital kvant soni qanchalik katta bo'lsa, uning energiyasi shunchalik katta qiymatga ega bo'ladi.

3. Magnit kvant soni (m_l) elektron orbitallarining fazodagi holatini, ya'ni ma'lum magnit maydoniga nisbatan qanday burchak bilan joylashganini ko'rsatadi. Magnit kvant sonning qiymatlari $-l$ dan $+l$ oralig'idagi butun sonlardan tashkil topgan, mumkin bo'lgan turlicha qiymatlar soni jami bo'lib $(2l+1)$ qiymatni qabul qilishi mumkin. Chunonchi, s - elektronlar ($l = 0$)

uchun m_l ning qiymati 1 ta ($m_l = 0$); p - elektronlar ($l = 1$) uchun m_l ning 3 xil qiymati bo'ladi (-1, 0, +1); d -elektronlar $l = 2$ uchun m_l 5 xil qiymatlarga ega bo'ladi (-2, -1, 0, +1, +2) va hokazo. Agar n va l o'zgarmasa, turli m_l ga ega bo'lgan orbitallar bir xil energiya qiymati bilan xarakterlanadi; masalan, uchinchi pog'onaning 5 ta d orbitallari bir-biridan energetik jihatdan emas, faqat fazoda joylanishi bilan farqlanadi.

4. Spin kvant soni (m_s). Zarrachaning xususiy mexanik harakat miqdori spin deb aytiladi. Ilgari vaqtlarda uni elektronning o'z o'qi atrofida aylanishini xarakterlovchi kvant soni deb hisoblanar edi, endilikda m_s ni maxsus kvant mexanik miqdor deb qaraladi.

Elektron o'z o'qi atrofida ikki tomonga aylanishi mumkin. Shuning uchun elektronning spin kvant soni faqat 2 qiymatga ega bo'ladi: $+\frac{1}{2}$ va $-\frac{1}{2}$. Bu grafik shaklda bir-biriga nisbatan qarama-qarshi tomonga yo'nalgan strelkalar bilan ko'rsatiladi: \uparrow yoki \downarrow . Bir xil yo'nalishdagi spinga ($\uparrow\uparrow$) ega bo'lgan elektronlar parallel, qarama-qarshi yo'nalishdagi spinga ($\uparrow\downarrow$) ega bo'lganlari antiparallel elektronlar deb hisoblanadi.

Elektronning spin momenti quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$M_s = \sqrt{s(s+1)} \frac{h}{2\pi}$$

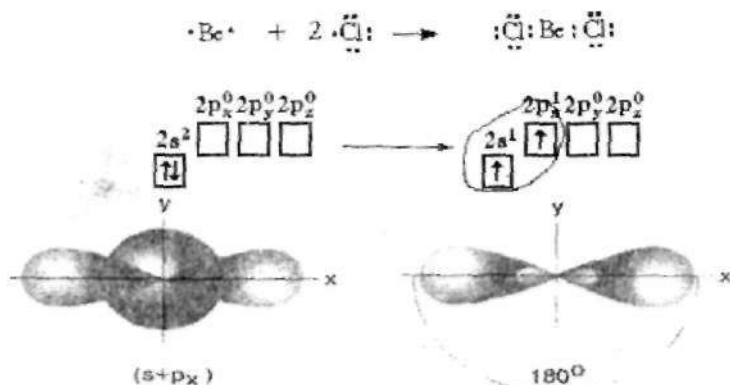
Atomdagi elektronning n , l , m_l kvant sonlarining ma'lum qiymatlari bilan xarakterlanadigan holati atomning elektron orbitali deb ataladi. To'rtala kvant sonlari (n , l , m_l va m_s) elektronning atomdagi holatini to'liq ifodalaydi. Ko'p elektronli atomlarda elektron holatini aniqlashda V. Pauli prinsipi muhim ahamiyatga egadir.

6.3-§. sp^3 sp^2 sp gibridlanish turlari

Bitta s -orbital bitta p -orbital bilan qo'shilganda hosil bo'ladigan ikkita gibrid orbital 6.3-rasmda ko'rsatilganidek, bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishda joylashgan bo'lib, molekulaning chiziqli yo'nalishiga sabab bo'ladi, ya'ni uni hosil qiluvchi

atomlar yadrolarini ularning markazlari orqali o'tgan to'g'ri chiziqda joylashishini ta'minlaydi. Masalan, BeCl_2 molekulasining hosil bo'lishida sp -gibridlanish kuzatiladi va gibrid orbitalar orasidagi burchak 180° ga teng bo'ladi (6.4-rasm).

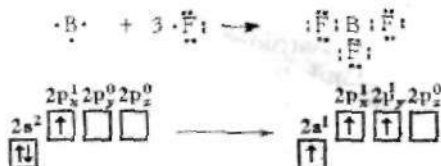
Bu yerda BeCl_2 molekulasida chiziqli tuzilishga ega va hosil bo'ladigan gibrid orbitalar soni doimo gibridlanishga ishtirok etadigan dastlabki gibridlanmagan orbitalarning soniga teng bo'ladi.

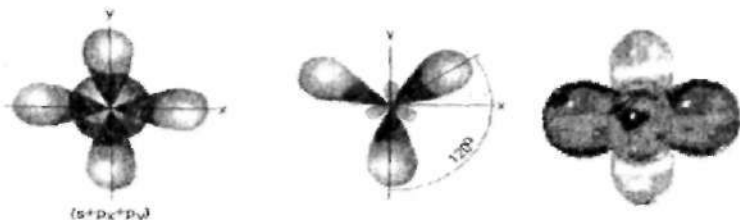


6.5-rasm. BeCl_2 molekulasining sp -gibrid orbital shakli

Bitta s - va ikkita p -orbitalning gibridlanishi (sp^2 -gibridlanish) sababli uchta teng qiymatli sp^2 -orbitallar hosil bo'ladi. Bunda gibrid orbitalar bir-biriga nisbatan 120° li burchak hosil qilib joylashgan bo'ladi (6.6-rasm).

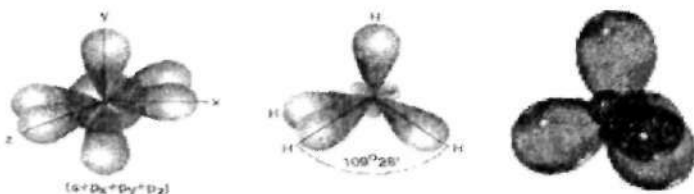
sp^2 -gibridlanish asosida hosil bo'ladigan molekulaga misol qilib, BF_3 molekulasini olish mumkin.





6.6-rasm. BF_3 molekulasining sp^2 -gibrid orbital shakli

Agar gibridlanishda 1 ta s - va 3 ta p -orbital ishtirok etsa, unda sp^3 gibridlanish yuz berib, 4 ta gibridlangan sp^3 -orbitallar hosil bo'ladi, ular bir-biriga nisbatan $109^{\circ}28'$ burchak ostida joylashgan bo'ladi. Bunday gibridlanish metan CH_4 , suv H_2O , ammiak, etan C_2H_6 molekularida hosil bo'ladi (6.7-rasm).



6.7- rasm. Metanning sp^3 - gibrid orbital shakli.

Demak, etan, etilen va asetilen C-C va C-H bog'lar uzunligi va energiyasi taqqoslansa, quyidagi qonuniyat kuzatiladi. $sp^3 \rightarrow sp^2 \rightarrow sp$ gibridlanish qatorida C-C bog'ining uzunligi kamayib, energiyasi ortib boradi.

6.4-§. Gillespi nazariyasi

Gibrid orbitalning bir tomonida elektron bulut ko'p, ikkinchi tomonida esa kam va gibrid orbital boshqa orbitalni ana shu ko'p tomoni bilan qoplaydi. Natijada qoplanish maksimal, yadrolar o'rtasida elektron bulut zichligi ortadi va bog' barqaror bo'ladi. Orbitalarning gibridlanishiga sabab, sistema energiyasining kamayishidir. Molekularning fazoviy tuzilishi va geometriyasi Pauli prinsipiga asoslanib Ronald Gillespi tomonidan mukammal rivojlantirilgan. 1940-yilda Nevil Sidjvik va Pauell tashqi qobiqdagi taqsimlanmagan elektron juftlarning itarilishi modelini

taklif etdilar, keyinchalik bu **R.Gillespi** tomonidan chuqur o'rganildi va **Gillespi modeli** deb tan olindi. Buning qoidalari:

1. Ko'p valentli atomlarning hosil bo'lishida bo'g konfiguratsiyasi valent qobiqdagi elektron juftlar soni, ya'ni ular MO dagi ham bog'lovchi, ham bo'shashtiruvchi orbitallarga tegishli bo'ladi.

2. Bulut markazidagi elektron juftlar zichligi valent orbitallarning ko'rinishi va bir-birini maksimal itarishi bilan aniqlanadi.

Elektron juftlarning molekuladagi itarilish kuchlari asosan ikki xil deb qaraladi:

1. Bog' hosil qiluvchi juftlarning taqsimlanmagan juft yoki juftlar bilan ta'siri.

2. Bog' hosil qiluvchi juftlarning o'zaro ta'siri. Odatda taqsimlangan - taqsimlanmagan elektron juftlarning bir-biridan itarilishi, taqsimlangan juftlarning itarilish kuchidan katta bo'ladi. Bu kuchlar valent burchaklarni belgilashda katta rol o'ynaydi.

Markaziy atomdagi valent elektronlarning 2 dan 12 gacha soniga qarab molekulaning fazoviy tuzilishi bilan farq qiladi.

Gillespi nazariyasini quyidagi qoidalar mukamallashtiradi:

a) Bog' hosil qilmaydigan taqsimlanmagan elektron juft, bog' hosil qiladigan bog'ga nisbatan katta hajmni egallaydi;

b) Tashqi qobiqdagi elektron juftning orasidagi itarilish kuchi quyidagi tartibda kamayadi: E-E, E-X, X-X (E – taqsimlanmagan elektron juft, X- bog' hosil qiladigan elektron juft);

v) Ligandning EM ortishi bilan bog' hosil qiladigan elektron juftning hajmi ortadi;

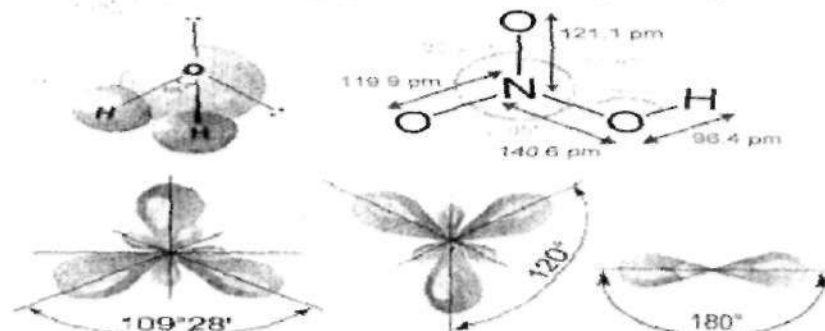
g) Qo'shbog' va uch bog'ning hajmi birlamchi bog' hajmidan katta bo'ladi.

Elektron juftlarning itarilish modeli molekullarning strukturasi, geometriyasini oldindan bashorat qila oladi. R.Gillespi modeli molekullardagi valent burchaklar qanday bo'lishini izohlaydi.

Elektron soni	Molekula shakli	Gibridlanish Holati	Elektron soni	Molekula shakli
2	Chiziqsimon Egilgan	sp, dp, p^2, ds, d^2	8	Kvadrat antiprizma
3	Yassi, Uchburchak, Trigonal piramida	sp^2, dp^2, ds^2, dsp	9	Uch uchli qo'shimcha uchburchak prizma
4	Tetraedr Tetragonal piramida	$sp^3, d^1s, d^2sp, d^1p, dp^3$	10	Ikki uchli qo'shimcha kvadrat antiprizma
5	Trigonal bipiramida, Kvadrat piramida Yassi pentagonal	$dsp^3, d^1sp, d^2sp^2, d^4sd^3p^2$	11	Cho'qqisiz ikosaedr
6	Oktaedr	sp^3d^2, d^1sp^2, d^1p^3	12	ikosaedr
7	qo'shimcha uchli Oktaedr	sp^3d^3		

6.5-§. Valent burchak.

Molekuladagi atomlar yadrolarini birlashtiruvchi to'g'ri chiziqlar orasidagi burchakka – valent burchak deb aytiladi. Valent burchaklar $90^\circ, 105^\circ, 109^\circ, 120^\circ, 180^\circ$ ga teng birikmalar ko'proq uchraydi. Masalan suvda 105° , NO_2 da 107° , CH_4 da $109^\circ 28'$, C_2H_4 da 120° , C_2H_2 da 180° va hokazo (6.8-rasm).



6.8. rasm suv, H_2O , HNO_3 , CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2 ning valent burchaklari

Markaziy atom bilan bog'langan atomning elektromanfiyligi ortishi bilan elektronlarning itarilishi kamayadi, valent burchaklar kichiklashadi. Masalan, $H_2O=104,5^{\circ}$, $F_2O=103,2^{\circ}$, $NF_3=102^{\circ}$ bo'ladi. Valent burchaklar qiymati spektroskopik va difraksiyon usullar yordamida aniqlanadi.

Savollar:

1. Atom orbitallarning gibrirlanish konsepsiyasini tushuntiring
2. σ , π , δ - bog'lanishlar qanday hosil bo'ladi?
3. Gillespi nazariyasi nimani tushuntiradi?
4. $sp^3 \rightarrow sp^2 \rightarrow sp$ qatorda qutblanuvchanlik va uglerod atomining radiusi qanday o'zgaradi?
5. Valent burchak deb nimaga aytiladi? U qanday usulda aniqlanadi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

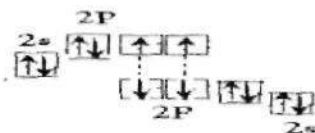
1. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. "Теория строения молекул", учебное пособие. Ростов-Дон: Феникс, 1997, 407 с.
2. Татевский В.М. "Строение и физикохимические свойства молекул и веществ." М.: Изд-во МГУ, 1994, 463 с.
3. Gillespi Р. Геометрия молекул.-Москва: «Мир», 1975,278с.
4. Пупышев В.И. Современные представления о химической связи В: Современное естествознание: Энциклопедия в 10 т. – М.: Флинта; Наука, 1999-2000., т.1.
5. Iskandarov S, Sodiqov B. Organik kimyo nazariy asoslari. Toshkent. 1987.640 b.
6. Gillespi Роналд, Харгиттаи Иштван. Модель отталкивания электронных пар валентной оболочки и строение молекул: Пер. с. англ. – М.: Мир, 1992. – 296 с.

VII BOB. VALENT BOG‘LAR NAZARIYASI. MOLEKULAR ORBITALLAR METODI

7.1-§. Valent bog‘lar va molekulyar orbitallar metodi

Valent bog‘lar metodi VBM- atomlarning ma‘lum sondagi kovalent bog‘lar hosil qilish qobiliyati. Kovalent bog‘ning yo‘nalishini, molekullarning tuzilishini (strukturasini) xossalarini qoniqarli tarzda tushuntirib beradi. Ammo ba‘zi hollarda VBM hosil bo‘lgan ximiyaviy bog‘ning tabiatini tushuntirib berolmaydi, molekula xossasini aytishda noto‘g‘ri xulosaga olib keladi. MO-metodi esa molekulaning energetik holatini aniq ko‘rsata oladi va VBM javob berolmagan boshqa savollarga ham javob beradi. Masalan, barcha kovalent bog‘lar VBMga asosan juftlashuvchi elektronlar hisobiga hosil bo‘ladi. XIX asrning oxirlarida Tomson vodorodni elektron bilan bombardimon qilib, H_2^- ionni olgan edi (tarkibida 1 ta elektroni bor) va uni bog‘ining uzilish energiyasi ancha yuqori ekanligi ($256 \text{ kDj/mol}^{\circ}$) aniqlangan edi. Bunda hech qanday elektron jufti hosil bo‘lishi mumkin emas, chunki H_2^- ionni tarkibida faqat bitta elektron bor xolos (chunki H_2 molekulasidan bitta elektron chiqib ketgan va H_2 ionga aylangan- H_2^-)

Boshqa misolni ko‘raylik. VBM ga binoan O_2 molekulasini quyidagicha hosil bo‘ladi:



Bunday yozganimizda ko‘rinib turibdiki juftlashmagan elektron qolmagan. Ammo O_2 ning doimiy magnetga tortilishi (paramagnitlik xossasi) O_2 molekulasida spinlarning yo‘nalishi bir xil bo‘lgan ikkita elektronlar borligidan dalolat beradi (har bir elektron o‘z o‘qi atrofida aylanadi-spin kvant soni natijada magnet maydon hosil qiladi, har bir elektron o‘z juftlashmagan xususiy mexanik momenti spiniga ega bo‘ladi. Spin tufayli Bor magnetoniga teng bo‘lgan magnet momenti paydo bo‘ladi.

Juftlashmagan elektronlar uchun ularning yo'nalishi bir xil bo'ladi, elektron juftlashsa, magnit maydon yo'qoladi, chunki har bir elektron o'z magnit maydoni bilan ikkinchi elektronni magnit maydonini neytrallaydi "0" ga teng bo'ladi).

Yana boshqa holni ko'raylik. Ba'zi molekulalardan elektronni uzib olinishi o'sha molekulani mustahkamlaydi. Masalan, F_2 molekulasini bog'ini uzish energiyasi 155 kDj/mol' bo'lsa, F_2^+ niki 320 kDj/mol', O_2 ni bog'ini uzish energiyasi 494 kDj/mol bo'lsa, O_2^+ niki 642 kDj/mol'. Bu holatni VBM tushuntirib bera olmaydi. Yana VBM moddalarining spektral xossalarini kompleks birikmalarning ko'pgina xossalarini – rangli bo'lishini ham, bog' hosil bo'lishda juftlashmagan elektronlarning hissasini ham tushuntira olmaydi.

Erkin radikallar tarkibida ham toq elektronlar bo'ladi. Benzol va boshqa aromatik birikmalarning tuzilishini ham valent bog'lar nazariyasi asosida tushuntirib bo'lmaydi.

Bu muammolarni MOM – molekulyar orbitallar metodi qoniqarli tushuntiradi. Bu metodni rivojlanishida *Malliken* va *Xundlarning* xizmatlari katta.

MOM – molekuladagi jami elektronlar harakat qiladigan sohalar (molekulyar orbitallar – MO) ning shaklini va ularga muvofiq keladigan energiyalar qiymatini (aniqrog'i har bir MO dagi elektronlar energiyasini) aniqlash imkonini beradi. Demak, MOM atom tuzilishini molekulaga tatbiq etadi, deyish to'g'ri bo'ladi. (AO-da elektron harakat qiladigan sohaning shakli va elektron energiyasini topiladi).

MOM ning asosiy mazmunini quyidagi uchta tushuncha bilan bayon etish mumkin.

1. Atomda har bir elektronning o'z atom orbitali bor bo'lgani kabi molekulada ham har bir elektronning o'z molekulyar orbitali bo'ladi va u orbitallarni belgilashda o'xshashlik bo'ladi:

AO s, p, d, f

MO σ , π , δ , ϕ

2. Molekulyar orbital atom orbitallarining chiziqli kombinatsiyasidir (ya'ni atom orbitallarni xarakterlovchi to'liqin

funksiyasi(ψ) ni qo'shish va ayirish natijasidir). Masalan, ikki atomli molekula AB uchun molekulyar orbital (MO) ning to'liq funksiyasi bu ψ_A va ψ_B – atomlar orbitallarining chiziqli kombinatsiyasidir.

$$\Psi_1 = C_1\psi_A + C_2\psi_B \text{ va } \Psi_2 = C_3\psi_A - C_4\psi_B \dots$$

Bu yerda: ψ_A va ψ_B – lar ayni elektronning birinchi va ikkinchi yadroga oid funksiyalaridir. Ψ_1 -bog'lovchi yoki simmetrik funksiya, Ψ_2 - bo'shashtiruvchi yoki antisimmetrik funksiyadir. C_1, C_2, C_3, C_4 lar MO ni hosil bo'lishida ishtirok etuvchi tegishli AO larning hissasi ya'ni koeffitsientlaridir. Demak, ikkita AO ning kombinatsiyalanishidan ikkita MO hosil bo'ladi. Har bir birinchi MO AO ning qo'shilishidan hosil bo'lgan bo'lib u yadrolar orasidagi bo'shliqda yoki fazoda elektron zichligining kattaligini xarakterlaydi va atomlarni bir-biriga bog'laydi, shu sababdan bog'lovchi MO deyiladi. Ikkinchi MO – esa funksiyalarning ayirmasidan hosil bo'lgan bo'lib yadrolar orasidagi fazoda elektronlar zichligining uzilishi bilan xarakterlanadi. Ya'ni yadrolar orasida elektron bo'lmaydi, yadrolar bir-birini itaradi. Bundan MO – bo'shashtiruvchi MO – deyiladi.

Shuning uchun 3 – tushuncha bu MO AOChK (molekulyar orbital atom orbitalning chiziqli kombinatsiyasi) dir.

Bog'lovchi MO energiyasi dastlabki atom orbitallari energiyasidan kichik bo'ladi. Bo'shashtiruvchi molekulyar orbitallar energiyalari esa aksincha, dastlabki atom orbitallar energiyasidan yuqori (ko'p) bo'ladi.

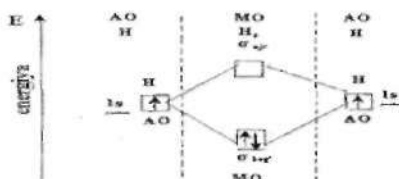
Molekulalar tarkibidagi bitta bo'shashtiruvchi orbital bitta bog'lovchi orbitalning ta'sirini yo'q qilib yuboradi.

Tashqi magnit maydoni yo'q bo'lgan hollarda atomdagi elektron energiyasi faqat n-bosh va l-orbital kvant sonlariga bog'liq bo'lib m-magnit kvant soniga bog'liq emas. M.O.dagi elektronning energiyasi esa ayni orbitalning yo'nalishiga, ya'ni molekula o'qiga proyeksiyasining qiymatiga magnit kvant soniga ham bog'liq bo'ladi. Chunki, molekulada yadrolarni bir-biri bilan bog'lab turgan yo'nalish molekula o'qi deyiladi va u boshqa

barcha yo'nalishlardan farq qiladi. Molekulada elektronning harakat miqdori momenti proyeksiyasining atom yadrolarini birlashtiruvchi o'qqa nisbatan kattaligini xarakterlash uchun xuddi magnit kvant soni – m ga o'xshash molekulyar kvant son λ kiritilgan. $\lambda=0$ bo'lsa, uni σ -holat deyiladi. Bu holatni qabul qiladigan elektronlarning maksimal soni 2 ga teng. $\lambda=\pm 1$ bo'lganida, π (pi) holatga ega bo'lamiz, bunday holatda ko'pi bilan 4 elektron bo'la oladi.

Mavjud tanlangan atom orbitallardan MO ni hosil qilish energetik diagramma ko'rinishida yoziladi, ya'ni energiyasining ortib borishi tartibida joylashtiriladi.

Elektronlar taqsimoti MO da xuddi AO dagidek bo'ladi, ya'ni eng avval energiyasi kichik pastki orbitallar (MO) elektronlar bilan to'ladi, keyin energiyasi ortib borish tartibida MO-lar to'lib boradi. Har bir MO da ikkitadan ortiq elektron joylasha olmaydi, ya'ni **Pauli** prinsipi MO-da ham to'liq kuchga ega bo'ladi. Bir tipdagi orbitallar bo'lsa ularni to'lish tartibi **Xund** qoidasiga asoslanadi. H_2 molekulasining hosil bo'lishini rasmda ko'rib chiqaylik.



H_2 molekulasining hosil bo'lishi

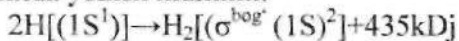
Agar birikayotgan vodorod atomi elektronlarining spinlari antiparalel bo'lsa bog'lovchi MO ni egallaydi va ikkala atomni molekula qilib bog'laydi. Bog' hosil bo'lganda energiya chiqadi (436 kDj/mol'). Agar vodorod atomi spinlari parallel bo'lsa **Pauli** prinsipiga muvofiq, ular bitta molekulyar orbitalda joylasha olmaydi: ulardan biri bog'lovchi MO da ikkinchisi ajratuvchi MO da joylashadi. Demak, ximiyaviy bog' hosil bo'lmaydi.

MO metodiga binoan, bog'lovchi orbitalda elektron bo'shashtiruvchi orbitaldagidan ko'p bo'lsa ximiyaviy bog'lanish sodir bo'ladi va molekula hosil bo'ladi. Agar teng bo'lsa,

molekula hosil bo'lmaydi He_2 molekulasini bo'lishi mumkin emas, chunki bunda 2-ta elektron bog'lovchi orbitalda va 2 tasi bo'shashtiruvchi orbitalda joylashgan bo'lardi. Bog' soni (tartibi) bog'lovchi elektronlardan bo'shashtiruvchi elektronlarni olib qolgan. N son ikkiga bo'linganda chiqqan songa teng.

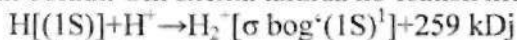
$$N = \frac{n_{\text{bog}'} - n_{\text{bo'sh}}}{2}$$

Elektronlarning atom va MO -larda joylashuvini ifodalovchi simvollar yordamida H_2 ni hosil bo'lishini quyidagi sxema shaklida yozish mumkin:



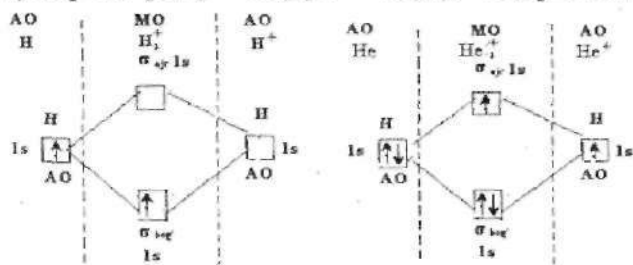
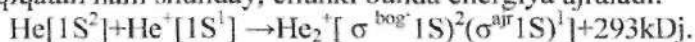
VBM - da bog'larning soni umumlashgan elektron juftlar soni bilan aniqlanadi. Masalan, oddiy bog' bir juft elektrondan hosil bo'ladi, ikki juft umumlashgan elektrondan bog' hosil bo'lgan bo'lsa, qo'shbog' va hokazo deyiladi. Xuddi shunda u MOM-da ham bog' tartibi bog'lovchi elektronlar soni bilan aniqlanadi. Ikkita bog'lovchi elektron bo'lsa, oddiy bog', to'rtta bog'lovchi elektron bo'lsa, qo'sh bog' va hokazo bo'ladi. Bo'shashtiruvchi orbitaldagi elektronlar bog'lovchi MOlardan elektronlarning ta'sirini neytrallagani uchun. Agar molekulada 6 ta bog'lovchi va 2 ta bo'shashtiruvchi elektron bo'lsa, 4 ta bog'lovchi elektron ortiq bo'ladi. Demak, qo'sh bog'ga to'g'ri keladi. MOM formuladan foydalansak, $N = \frac{6-2}{2} = \frac{4}{2} = 2$ asosida

demak H_2 dagi ximiyaviy bog' 2 ta bog'lovchi elektrondan hosil bo'lganligi uchun uning, bog'i birlamchi σ bog' hisoblanadi. Vodородning molekulyar ioni (H_2^+) hosil bo'lishini quyidagicha tushunish mumkin. H_2^+ ni hosil bo'lishida mavjud 1S elektron bog'lovchi orbitalni egallaydi. Bu protsess energiya yo'qotish bilan boradi. Uni sxema tarzida ko'rsatish mumkin:



Ne_2^+ ionida esa hammasi bo'lib uchta elektron bor. $\sigma^{\text{bog}'} 1S$ molekulyar orbitalda **Pauli** prinsipiga binoan 2 ta elektron joylasha oladi. Shuning uchun, uchinchi elektron ajratuvchi $\sigma^{\text{ajr}} 1S$ orbitalni egallaydi. Shunday qilib, bog'lovchi elektron ajratuvchi

elektronidan bitta ko'p. Demak, Ne_2^+ barqaror bo'lishi kerak. Haqiqatan ham shunday, chunki bunda energiya ajraladi.



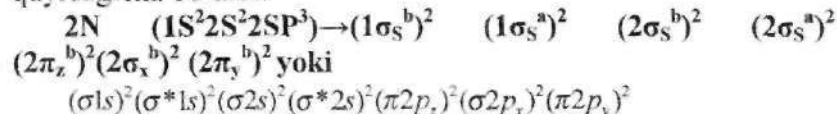
Vodorodning molekulyar ioni H_2^+ Geliy molekulyar ionini He_2^+

hosil bo'lishining energetik sxemasi hosil bo'lishining energetik sxemasi

MO nazariyasini yaratishda atomning elektron tuzilishi haqidagi kvant-mexanik tasavvurlarni molekula tuzilishi uchun ham qo'llash mumkin hisoblanadi. Faqat farq shundaki, atom bir markazli (bir yadroli) sistema bo'lsa, molekula ko'p markazli sistemadir.

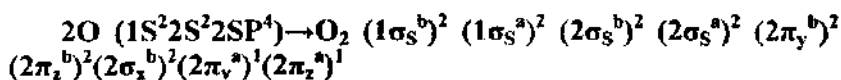
Demak, bu nazariyaga ko'ra har bir elektron molekuladagi barcha yadro va ko'p markazli orbitallar ta'sirida hosil bo'lishi e'tiborga olinadi.

N_2 - molekulasining hosil bo'lishida elektron konfiguratsiyasi quyidagicha bo'ladi:



Demak, azot molekulasida ortiqcha bog'lovchi elektronlar soni 6 ga teng, ammo 4 ta σ - bog'lovchi elektron ta'sirini 4 ta σ bo'shshatiruvchi elektron yo'q qilib yuboradi. Azot molekulasi mavjud va u nihoyatda mustahkam molekuladir. Bog'lanish tartibi $10-4/2=3$, bog'lanish energiyasi 941 kJ.

O_2 - molekulasining hosil bo'lishi:



O_2 molekulasida 2 ta toq elektрон bor, u suyuq va qattiq holatlarda magnitga tortilishini (paramagnitligini) MOM yaxshi tushuntira oldi. O_2 molekulasida mavjud va unda 4 ta bog'lovchi elektronlar bor. Bog'lanish tartibi $10 - 6/2 = 2$, bog'lanish energiyasi 494 kJ.

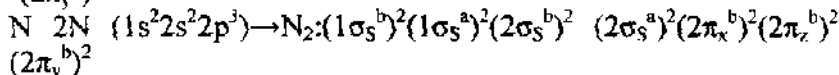
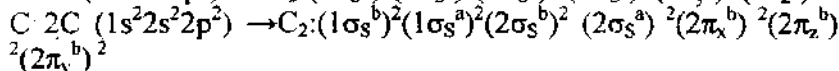
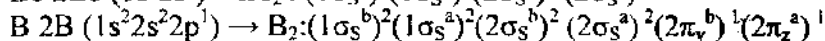
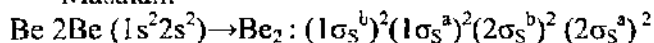
8 ta elektronga ega bo'lgan elementlar $1\sigma_s^b < 1\sigma_s^a < 2\sigma_s^b < 2\sigma_s^a < 2\sigma_x^b < 2\pi_y^b = 2\pi_z^b < 2\pi_y^a = 2\pi_z^a < 2\sigma_x^a$

Bu Mendeleyev davriy sistemasidagi davr boshida joylashgan elementlar uchun. 8 tadan ko'p elektron saqlasa, bunday elementlar uchun 8 tadan ortiqcha elektronlar quyidagicha joylashadi.

$1\sigma_s^b < 1\sigma_s^a < 2\sigma_s^b < 2\sigma_s^a < 2\pi_y^b = 2\pi_z^b < 2\sigma_x^b < 2\pi_y^a = 2\pi_z^a < 2\sigma_x^a$

Bu davriy sistemada davr oxirida joylashgan elementlarda bo'ladi.

Masalan:



MO nazariyasi molekularning asosiy xossalari bo'lmish molekularning ionlanish energiyasi, molekularning magnit xossalari, moddalarning rangga ega bo'lish yoki bo'lmaslik kabi xossalarni to'g'ri izohlay oladi.

7.2-§. Molekularning simmetriyasi. Simmetriya tekisligi, simmetriya o'qi

Molekulalardagi atom yadrolarining joylashishi ma'lum simmetriyaga ega. Mazkur sistemaning simmetriya xilini bilish molekularning fazoviy tuzilishini, turli (optik, elektrik va boshqalar) xossalarni aniqlash, analiz qilish va oldindan aytib

berish uchun xizmat qiladi. Simmetriya elementlarini aniqlash to'g'risida gap yuritilayotgan paytda molekulani nuqtaviy kattaliklarga ega bo'lgan sistema deb qaralishi mumkin.

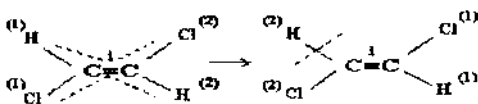
Simmetriya operatsiyasi deb, shunday matematik operatsiyaga aytiladiki, uni amalga oshirish natijasida molekulaning na konfiguratsiyasi va na xususiyatlari o'zgaradi, simmetriya operatsiyalariga aylantirish, aks ettirish, burilish va boshqalar kiradi.

Simmetriya tekisligi deb, molekula bu tekislikda aks ettirilganda uning holati o'zgarmay qoladigan tekislikka aytiladi. Masalan, suv molekulasida ikkita simmetriya tekisligiga ega. Etilen molekulasida esa bir-biriga perpendikulyar bo'lgan uchta simmetriya tekisligiga ega. Simmetriya tekisligi σ - orqali belgilanadi.

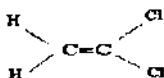
Simmetriya elementining ikkinchi xili aylanish o'qidir. Aylanishning simmetriya o'qi deb molekulani ϕ -burchakka burganda u o'zining dastlabki holatiga qaytishini ta'minlovchi chiziqqa aytiladi. Simmetriya o'qi har xil tartibli bo'ladi. O'qining tartibi molekulani 360° ga aylantirganda u necha marta o'z dastlabki holatiga oniy holatga o'tishini ko'rsatadi. Suv molekulasida ikkinchi tartibli simmetriya o'qiga ega. Simmetriya o'qi C harfi bilan ifodalanadi, indeks sifatida uning tartibi ko'rsatiladi. C_n - n- chi tartibli simmetriya o'qi. Suv uchun $n = 360/180 = 2$, ammiak molekulasida uchun $n = 3$ ga teng: $360/120 = 3$ va h.k. NH_3 molekulasida C_3 dan tashqari yana 3 ta simmetriya tekisligi bo'lib, ular NH bog'lari va qarama-qarshi tomondagi katetning yarmi orqali o'tadi.

Uchinchi xil simmetriya elementi simmetriya markazidir. Material nuqtalar sistemasining **simmetriya markazi** deb uning barcha nuqtalarini shu nuqta orqali aks ettirgan paytda sistemaning holati dastlabki holatga o'xshash bo'lishini ta'minlaydigan nuqtaga aytiladi.

Trans-1,2-dixloretilenning simmetriya markazi bor, tsis-1,2-dixloretilen esa simmetriya markaziga ega emas.

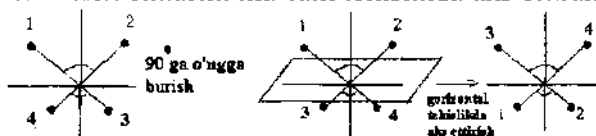


I va II holatda turgan molekular o'zaro aynidir



Bu molekula simmetriya markaziga ega emas.

Simmetriya markazi *i* harfi bilan ko'rsatiladi. Molekulada bo'lishi mumkin bo'lgan simmetriya elementlaridan yana biri «burib aks ettirish» simmetriya elementidir. Buning uchun molekulani avval ma'lum ϕ - burchagiga buramiz va so'ngra struktura elementlarini ma'lum tekislikda aks ettiramiz.



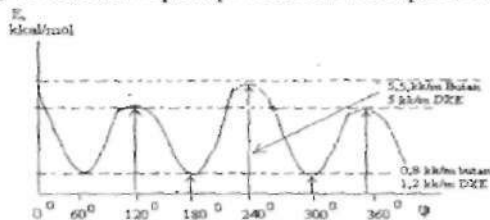
CCl_4 , CH_4 molekulari o'z holiga qaytadi.

7.3-§. Ichki aylanish va burilish izomerlari

Ichki aylanish molekular ichida ro'y beradigan hodisalardan bittasidir. Ichki aylanish deb molekulaning ayrim bo'laklarini, ya'ni atomlar guruhlarini ichki kinetik energiya hisobiga guruhlarini o'zaro bog'lab turuvchi kimyoviy bog'lar (bular albatta δ -bog'lar bo'lishi kerak) atrofida bir-biriga nisbatan aylanishiga aytiladi. Aylanish davomida bu guruhlar ma'lum qiymatga ega bo'lgan potensial to'siqni yengib o'tishi kerak. Agar potensial to'siqning energiyasi 3 kkal yaqin bo'lsa, aylanish ozod kechadi. Bunga etan molekulasidagi metil guruhlarining bir-biriga nisbatan aylanishi misol bo'ladi.

Agar potensial to'siqning qiymati 3 kkaldan katta bo'lsa, aylanish tormozlangan bo'ladi. Buni 1,2-dixloretan molekulasi misolida ko'rish mumkin (7.1.rasm). Agar potensial baryer 5 dan katta bo'lsa, aylanayotgan guruhlarda fazoviy to'siqlar mavjud bo'ladi va natijada, hatto birlamchi bog' atrofida ham aylanish

taqiqlangan bo'ladi. Bunday hollarda guruhlar bog'lar atrofida 5-20^o ga buriladilar xolos. Molekulaning bunday konformatsiyasi barqaror bo'lib, molekula «qattiq» sistema deb qaralishi mumkin.



Ichki aylanish ayniqsa polimerlar uchun katta ahamiyatga ega bo'lgan hodisadir. Poliakrilonitril, polikarbonatlar, polivinilxlorid kabi polimerlar qattiq zanjirli polimerlar bo'lib, ular plastifikatsiyalangan holda ekspluatatsiya qilinishi talab qilinadi.

Savollar:

1. Molekulyar orbitallar hosil bo'lishida qanday faktorlar ahamiyatga ega?
2. F₂, C₂, CO larning molekulyar orbitallar nazariyasi asosida tuzilish formulalarini yozing.
3. Simmetriya tekisligi va simmetriya o'qi nima? Misollar keltiring.
4. Konformatsiya nima?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Степанов Н. Ф. "Квантовая механика и квантовая химия." М.: Мир, 2001, 519 с.
2. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. "Теория строения молекул", учебное пособие. Ростов-Дон: Феникс, 1997, 407 с.
3. Татевский В.М. "Строение и физикохимические свойства молекул и веществ." М.: Изд-во МГУ, 1994, 463 с.
4. Болотин А.Б., Степанов Н.Ф. "Теория групп и её применения в квантовой механике молекул." Вильнюс: Изд-во "Элком", 1999. 246 с.
5. Виллов Л.В., Пентин Ю.А. "Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия". М.: Высш. шк., 1987. 366 с.

6. Симкин Б.Я., Клецкий М.Е., Глуховцев М.Н. "Задачи по теории строения молекул." Ростов-Дон: Феникс. 1997 г.

7. Новаковская Ю.В. "Молекулярные системы. Теория строения и взаимодействия с излучением", части I, II, III. Москва: УРСС, 2004, 2005.

8. Iskandarov S, Sodiqov B. Organik kimyo nazariy asoslari. Toshkent. 1987.640 b.

9. Харгиттаи И., Харгиттаи М. Симметрия глазами химика. М.:Мир, 1989.

10. Асланов Л.А. Структуры веществ. М.: Изд-во Моск. Унта, 1989.

11. Фларри Р. Группы симметрии. Теория и химические приложения. М.:Мир, 1983.

VIII BOB. MOLEKULALARNING ELEKTR XUSUSIYATLARI. QUTBLANUVCHANLIK. MOLYAR REFRAKSIYA

8.1-§.Elektr tabiati va kashf qilinishi tarixidan ayrim lavhalar. Dipol momenti va uning temperaturaga bog'liqligi

Moddalarning elektr xususiyatlari to'g'risida gap borganda, ularning elektr zaryadiga ega bo'lgan zarrachalardan tashkil topganligini hisobga olish kerak. Bir xil zaryadlangan zarrachalarning o'zaro itarilishi, har xil zaryadlangan zarrachalarning esa bir-biriga tortilishi mumkin. Ularning paydo bo'lish yo'siniga qarab "shisha" va "saqich elektr" deb yuritiladi (*Sh. F. Dyufe, 1733*). Ishqalanish natijasida hosil bo'layotgan elektr zaryadlari bir xil materiallarda (quruq shisha, matolar) saqlanib turishi, boshqa jismlar tomonidan esa o'tkazib yuborilishi aniqlandi. Ingliz olimi Stiven Grey tomonidan o'tkazilgan bu tajribalar asosida, fanga birinchi marta elektr o'tkazgich va izolyator tushunchalari kiritildi.

Leyden bankasining kashf qilinishi elektr kondesator (zaryad to'plovchi, yig'uvchi) ning yaratilishiga olib keldi. Havo ham shisha kabi izolyator rolini o'ynashi, chaqmoqning paydo bo'lishi bilan Leyden bankasi vositasida uchqun hosil qilinishi fizikaviy asosi bir xil, ya'ni musbat va manfiy elektr zaryadlarini miqdor jihatdan o'zaro tenglashishi ekanligi ko'rsatildi. Franklend elektr zaryadlari o'tkir uchli jismlarda yig'ilishini o'rganib, uning amaliy tatbig'i sifatida momaqaldiroqni uzatuvchi (gromootvod) larni kashf qildi va baland binolarni chaqmoq xafidan asrash uchun ularga yer bilan tutashtirilgan uzun metall tayoqchalar o'rnatish maqsadga muvofiq ekanligini ko'rsatdi, hamda uning amalga oshirilishiga erishdi. Elektr toki o'tkazgichlardan o'tayotganda ularni isitishi, hatto eritib yuborishga qodir ekanligi kashf qilindi. Genri Kavendish tomonidan turli materiallar har xil qarshilikka ega ekanligi aniqlandi. Bekkaria degan olim o'tkazgichlar o'rtasida elektr uchquni paydo bo'layotgan paytda,

ular da magnit xossalari paydo bo'lishi yoki o'zgarishhini kuzatdi. Bu bilan u elektr va magnit hodisalari o'rtasida o'zaro bog'liqlik bor bo'lsa kerak, degan juda muhim taxminiy fikrni aytdi. Bu taxmin keyinchalik tog'ri bo'lib chiqdi. Bunday taxminga *Bekkaria Franklinning* 1791-yilda o'tkazgan tajribasi vaqtida, elektr batareyasi temir sim orqali zaryadsizlanayotgan vaqtda simning magnitlanishi yoki magnit qutblarining o'zaro almashinishi hodisalarni ko'rsatganligini hisobga olgan holda kelgan edi. Bu ishlar va bildirilgan fikrlar naqadar muhimligini anglab yetgan Jozef Pristli o'zining 1767-yilda Londonda nashr qilingan "Elektr tarixi va hozirgi zamon holati, original tajribalar" degan asarida agar bu fikrlar tasdiqlansa, ular bizning tabiat qonunlari to'g'risidagi tushunchalarimizni soddalashtiradi, deb karomat qilgan edi. Darhaqiqat, hozirgi zamonda moddalarning tuzilishi va xususiyatlari ayni elektr va magnit kuchlari asosida batafsil va izchil tushuntirib kelinmoqda.

Elektr kondensatori yasash uchun shisha o'rniga havo ham juda o'rinli izolyator bo'lishi mumkinligini Peterburglik fizik *Frans Epinus* (1724 – 1802 yy.) 1756-yilda taklif qilgan. Bu bilan u havoning ham muhim dielektrik ekanligini tasdiqladi. Epinusgacha shisha o'zining alohida ichki tuzilish tufayli o'z ichida zaryad yig'adi, deb faraz qilinardi. Epinus esa zaryad kondensator plastinkalarda yig'lishini, shisha, havo yoki xohlagan boshqa elektr o'tkazmaydigan material zaryadning plastinkalarda saqlanishida va kuzatilishi to'g'risidagi fikrni oydinlashtirdi. *Bekkaria* ham, *Epinus* kabi 1754-yilda shisha o'rniga izolyatsiyalovchi qavat sifatida saqichdan, oltingugurt saqichi, saqich va kanifol aralashmasidan foydalanish mumkinligini va har xil material turlicha izolyatsiyalash xossasiga ega ekanligini ko'rsatdi, dielektrik doimiyligi to'g'risidagi ilk fikr edi.

Elektrga tegishli muhim hodisalardan yana biri Kulon qonuning kashf qilinishidir. Fanlar va bilimlar tarixini o'rganish shuni ko'rsatdiki, ko'p hollarda ayrim hodisalarni tushuntirish uchun o'tkazilgan tekshirishlar va tajribalar asosida ayrim qonuniyatlarni keltirib chiqarish uchun o'xshashliklardan umumli

foydalaniladi. Shunday holni biz Kulon qonuni kashf qilinishi misolida yaqqol ko'ramiz. Zaryadlangan zarrachalar o'rtasida tortilish yoki itarilish kuchining ular orasidagi masofaga qanday bog'langanligini aniqlash ustida fikr yuritgan olimlar, dastavval Nyutonning butun olam tortilish qonuniga binoan o'zaro tortilayotgan jismlar, obyektlar o'rtasidagi tortilish kuchi ularning massalariga to'g'ri proporsional, og'irlik markazlari orasidagi masofaga teskari proporsional ekanligini nazarda tutgan bo'lishlari kerak. *Fizikada bunday ta'sirlar masofaning kvadratiga teskari proporsional bo'lgan kuchlar vositasida ro'y beradigan ta'sirlar deyiladi.* Ular qatoriga gravitatsion ta'sir ham kiradi.

Elektr zaryadlari ustida ish olib borgan Epinus, Kavendish, Priestli, Bekkariyalar elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir kuchini ifodalovchi qonunni taxmin qilgan bo'lsalar ham, uni aniq holda ta'riflay olmadilar.

Bunga fransuz harbiy muhandisi Sharl Ogyusten Kulon muyassar bo'ldi. U matematik mayatnikning tebranish chastotasi og'irlik kuchining Yer sharining har bir nuqtasida o'ziga xos ekanligi bilan bog'liqligini hisobga olgan holda, elektrlangan strelkaning gorizontal tekislikda tebranish chastotasi unga ta'sir qiluvchi elektr kuchining miqdoriga bog'liq, degan fikrga asoslanib, o'zi kashf qilgan burilma tarozilar vositasida tajribalar o'tkazdi va juda kichik kuchlarni ham o'lchay olish imkoniyatiga ega bo'ldi. Bu ishlar natijasida o'z nomini abadiylashtirgan olim **Kulon** qonunini (1789y.) kashf qildi. Bu qonunning formulasi quyidagicha:

$$F_{kul} = \frac{e_1 e_2}{4\pi \epsilon r^2}$$

Bu yerda; e_1 va e_2 o'zaro tasirlashuvchi elektr zaryadlarining miqdori;

ϵ – muhitning dielektirik doimiyligi;

r – o'zaro tasirlashaytgan elektr zaryadlarining og'irlik markazlari orasidagi masofa;

F ning noldan katta yoki kichik bo'lishi, ya'ni ishorasi e_1 va e_2 larning zaryad ishoralariga bog'liq.

Atomlar qutbli bog' bilan birikkan bo'lsa, molekula ham qutblangan bo'ladi. Molekulaning qutblanganlik darajasini aniqlash uchun dipol momentidan foydalaniladi. Miqdorlari bir-biriga teng ikkita qarama-qarshi zaryaddan hosil bo'lgan sistema "dipol" deyiladi. "Dipol" so'zining ma'nosi "di" – ikki, "polyar" – qutb. Qutbli molekuladagi ortiqcha manfiy va musbat zaryadlar miqdori teng bo'ladi. Dipolning zaryadlar yig'indisi nolga teng bo'lsa ham, uni o'rab turgan fazodagi elektr maydoni hosil bo'ladi. Zaryadlar orasidagi masofa l ga zaryadlar miqdori (q) ning ko'paytmasiga **dipol moment** deyiladi.

$$\mu = q \cdot l$$

bu yerda; q - elektrostatik zaryad birligi;

l - molekuladagi musbat va manfiy zaryadlar markazlari orasidagi masofa.

8.1-jadval

Molekulalarning dipol momenti, D

Molekula	μ	Molekula	μ	Molekula	μ	Molekula	μ	Molekula	μ
H ₂	0	HF	1,82	NO	0,13	CO ₂	0	CH ₂ CCl ₄	0
O ₂	0	HCl	1,07	H ₂ S	0,93	SO ₂	1,61	CH ₃ Cl	1,86
N ₂	0	HBr	0,79	NH ₃	1,46	SO ₃	0	CH ₂ Cl ₂	1,57
Cl ₂	0	HI	0,38	PH ₃	0,55	SF ₆	0	CHCl ₃	1,15
I ₂	0	H ₂ O	1,84	AsH ₃	0,15	CS ₂	0	C ₆ H ₆	0

Molekulalarning dipol momenti, odatda, debay (D) bilan o'lchanadi:

$$1D = 3,33 \cdot 10^{-30} \text{ Kl} \cdot \text{m}$$

Masalan, suv uchun $l = 0,384 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$

$$q = 4,8 \cdot 10^{-10} \text{ elek.st.bir. } \mu = 4,8 \cdot 10^{-10} \cdot 0,384 \cdot 10^{-8} = 1,84 \cdot 10^{-18} \text{ esb.}$$

Molekulaning dipol momentini tegishli moddalarning ba'zi bir xossalari o'lchash orqali aniqlash mumkin. Shunday qilib, topilgan dipol momentining qiymati molekularning geometrik tuzilishi to'g'risida muhim ma'lumot, ya'ni informatsiya beradi.

Molekulaning dipol momenti undagi barcha kimyoviy bog'lar

dipol momentlarining geometrik (vektor) qo'shilish natijasida topilgan natijaviy vektor uzunligi bilan ifodalanadi. Molekula dipol momenti mikroto'lqin spektroskopiya bilan aniqlanadi. Molekulaning dipol momenti ma'lum bo'lsa, valent burchaklarni hisoblash mumkin. Valent burchaklarni bilgan holda, molekulaning fazoviy shakli aniqlanadi.

8.2-§. Molekulalarning oriyentatsion, atom va elektron qutblanuvchanligi

Har qanday kimyoviy zarracha uchun qutblanuvchanlik xususiyati xos. Biror qutbli molekula elektr maydoniga kiritilsa, molekuladagi musbat zaryadlar elektr maydonining manfiy qutbga, manfiy zaryadlar elektr maydonining musbat qutbga baravariga tartibli joylashadi. Natijada molekulaning dipol momenti ortadi. Chunki doimiy dipol uzunligi ortib, molekula bir oz cho'ziladi. Molekula qutbliligining bu xilda o'zgarishi **oriyentatsion qutblanish** deyiladi.

Elektr maydonini ayni molekuladagi boshqa atomlarning yadro va elektronlari hosil qilishi mumkin. Bunda molekula ichida qutblanish sodir bo'ladi. Elektr maydoni boshqa molekulardagi atomlar hisobiga ham yuzaga kelishi mumkin. Natijada oriyentatsion qutblanish sodir bo'ladi. U temperaturaga bog'liq. Temperatura ortganda oriyentatsion qutblanish kamayadi. Chunki temperatura molekulalarning harakatlanishini kuchaytirib, ularning elektr maydoni mos holda joylashishini qiyinlashtiradi va buzadi.

Qutbsiz kovalent bog'li molekula elektr maydoniga kiritilganda ham molekula qutblanishi mumkin. Bunda qutbsiz molekuladagi elektronlar EM musbat qutbga, yadrolar manfiy qutbga tomon yo'naladi va siljiydi, dipol hosil bo'ladi. Elektronlarning siljishidan vujudga keladigan qutblanish elektron qutblanish (P_{el}), yadrolarning siljishidan yoki atomlarning tebranishidan hosil bo'ladigan qutblanish atom qutblanish (P_{at}) deyiladi. Umuman bunday qutblanish turi **deformatsion yoki induksion qutblanish** deyiladi.

Induksion qutblanish molekuladagi doimiy dipoldan farq qilib tashqi elektr maydoni olinganda tezlik bilan yo'qoladi. Induksion qutblanish molekuladagi atomlarning o'lchami hamda elektronlar soni ortishi bilan kuchayadi. Induksion (P_i) va oriyentatsion qutblanishlar (P_o) yig'indisi molekulyar qutblanuvchanlik (P_m) ni hosil qiladi:

$$P_m = P_o + P_{el} + P_{at}$$

Molekulaning qutblanuvchanligi tashqaridan ta'sir etuvchi elektr maydonning chastotasiga bog'liq. Pastroq chastotalarda 10^{12} gsdan kichik molekulalar, ulardagi atom va elektronlar tashqi maydon yo'nalishining o'zgarishiga mos yo'nalishda joylashadi. Ya'ni har uchala qutblanish mavjud bo'ladi. Yuqori chastotalarda ($10^{12} - 10^{14}$ gs) molekulalar tashqi maydon yo'nalishiga qarab joylasha olmaydi va oriyentatsion qutblanuvchanlik yo'qoladi. Yanada yuqori chastotalarda atom qutblanish ham nolga teng bo'ladi. Molekulalarning qutblanuvchanligi elektron qutblanishdan iborat bo'lib qoladi. 1850-yilda italyan olimi O.F.Mosotti molekulyar qutblanuvchanlikni aniqlagan:

$$\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} = \frac{4\pi}{3} N \alpha \quad (8.1)$$

$$P_m = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \cdot \frac{M}{d} \quad (8.2)$$

bu yerda; M- moddaning molekulyar massasi;
d-moddaning zichligi;

ϵ - dielektrik singdiruvchanlik; $\epsilon = \frac{1}{\mu_0 \epsilon^2}$; $\epsilon = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$;

Keyinchalik Debay oriyentatsion qutblanishni hisoblash formulasini topdi:

$$P_o = \frac{4}{3} \pi \cdot N_a (\mu^2 / 3KT) \quad (8.3)$$

bu yerda; N_a -Avogadro soni;

K-Bolsman konstantasi $K = 5,67 \cdot 10^{-8}$;

T-absolyut temperatura;

μ -molekulaning dipol momenti.

Induksion qutblanish P_i bo'lsa

$$P_i = \frac{4\pi N_a}{3} \alpha \quad (8.4)$$

α -qutblanuvchanlik.

Keyinchalik 1879 yilda fizik R.Klauzius va O.Mosotti 8.2 va 8.4 formulalarni umumlashtiradilar:

$$\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \cdot \frac{M}{\rho} = \frac{4\pi}{3} N_A \alpha \quad (8.5)$$

Demak, bu 8.2.,8.3. va 8.4 formulalarni umumlashtirsak, quyidagi holatga keladi:

$$P = P_u + P_{op} = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} \frac{M}{d} = \frac{4}{3} \pi N_A (\alpha + \mu^2 / 3 kT), \quad (8.6)$$

Bu formula *Klauzius -Mosotti* tenglamasi deyiladi. Demak, temperatura ortgan sari moddaning qutblanuvchanligi P kamayadi. Klauzius-Mosotti nomi bilan aytiladigan bu formulaga binoan moddalarning elektr xossalari ularning tashqi elektr maydonidagi holatini tekshirish, tahlil qilish yo'li bilan aniqlanadi.

8.3-§. Lorens-Lorens tenglamasi

Yorug'lik nazariyasidan ma'lumki, yuqori chastotalarda dielektrik singdiruvchanlik sindirish ko'rsatkichining (SK) kvadratiga $\epsilon = n^2$ (Maksvell formulasi) ga teng. Dielektrik singdiruvchanlik va elektron qutblanuvchanlik orasidagi bog'liqlik *Lorens-Lorens* formulasi bilan ifodalanadi. Bu formuladan moddaning sindirish ko'rsatkichi n tarkibidagi zarrachaning elektron qutblanuvchanligiga bog'liq ekanligini ko'rsatadi. Uni 1880-yilda *X.A.Lorens* va undan bexabar holda daniyalik fizik *L.Lorens* tuzdilar.

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{4}{3} \pi N_e \alpha_e$$

bu yerda: n - muhitning sindirish ko'rsatkichi (SK) bo'lib, yorug'likning vakuumdagi tezligini uning muhitdagi tezligiga nisbatidir. $n = \frac{c}{v}$. Sindirish ko'rsatkichi ko'pincha yorug'likning tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati bilan

ifodalanadi. Sindirish ko'rsatkichi berilgan temperaturada tushayotgan nurning to'liq uzunligiga bog'liq, tushish burchagiga esa bog'liq emas. Shuning uchun sindirish ko'rsatkichi nur to'liq uzunligi va temperatura bilan birga ko'rsatiladi. Yorug'lik nuri bir muhitdan boshqasiga o'tganda uning tezligi va yo'nalishi o'zgaradi. Bu hodisaga nur sindirish yoki refraksiya deyiladi. Refraktometriya lotincha so'zdan olingan bo'lib, "refractus"- sindirish va "metriya" -o'lchash, degan ma'noni bildiradi. Gaz suyuq va qattiq moddalarning sindirish ko'rsatkichini aniqlash mumkin. Suyuqliklarning tozaligi refraksiya bo'yicha aniqlanadi. Ular ma'lum spravochniklarda (8.2jadval) beriladi. Nur sindirish ko'rsatkichi haroratga bog'liq bo'ladi. Harorat 1°C ga ortganda sindirish ko'rsatkichi 0,04 ga kamayadi. Suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichi laboratoriyada IRF-22 refraktometr asbobida aniqlanadi. Refraksiyadan foydalanib, organik moddalarni ta'riflash va tozaligini aniqlash mumkin.

$$P_m = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{d} \quad (8.6)$$

Yuqori chastotalarda atom va oriyentatsion qutblanish amalga oshmaydi, deb aytgan edik. Demak, molekulyar qutblanuvchanlik faqat elektron qutblanishdan iborat bo'lib qoladi. 8.6. formuladan sindirish ko'rsatkichi (n) va zichlik (d) ni aniqlab molekulaning qutblanuvchanligini hisoblash mumkin.

8.4-§. Molyar refraksiya va uni hisoblash usullari

Molekulalarning elektron qutblanuvchanligi P_m molekulyar refraksiya (MR) ham deyiladi. Molekulyar refraksiya muayyan modda uchun o'zgarmas kattalik bo'lib, temperaturaga bog'liq emas. Temperatura o'zgarganda n va d kattaliklarining biri oshsa, ikkinchisi kamayadi. MR moddaning tabiati (tarkibi va tuzilishi) ga va atom radiusiga bog'liq. MRni eksperimental va nazariy 8.6 formuladan aniqlash mumkin. Nazariy hisoblash metodi refraksiyaning additiv kattalik ekanligiga asoslanadi. Molekula tarkibiga kiruvchi atom, guruh va bog'lar refraksiyalari asosida molekulyar refraksiya hisoblanadi.

Turli element atomlarining, shuningdek, bog'larning refraksiyafari quyidagi 8.2-jadvalda keltirilgan.

Masalan: Etil spirti yoki dietilefirining molekulyar refraksiyalari nazariy quyidagicha hisoblanishi mumkin.

1) Alohida atomlar refraksiyalari yig'indisi $R_{C_2H_5OH} = 2r_C + 6r_H + r_O$

2) Alohida guruhlar refraksiyalari yig'indisi $R_{C_2H_5OH} = rCH_3 + rCH_2 + rOH$

3) Alohida bog'lar refraksiyalari yig'indisi $R_{C_2H_5OH} = 5rC-H + rC-C + rO-H$ aniqlanadi.

Bu uch usul bilan ayni birikmalar uchun hisoblab topilgan natijalar har xil. Bu usullardan hech biri ko'p sonli atomli molekullarga tadbiiq etilmaydi, ya'ni *additiv* natijalar olinmaydi.

Masalan, to'yinmagan birikmalarning tajribada topilgan MR nazariy hisoblangan atom refraksiya yig'indisidan katta. Misol C_5H_{10} uchun $R_{\text{tar}} = 24,83$ $R_{\text{naz}} = 23,09$; Farq $24,83 - 23,09 = 1,74$.

8.2-jadval

№	Element	Refraksiya	№	Element	Refraksiya
1.	C	2,418	6.	Cl	5,967
2.	H	1,1	7.	Br	8,865
3.	O (aldegid va ketonlar)	2,21	8.	I	13,9
4.	O (OH guruhidagi)	1,643	9.	C=C	1,733
5.	O (efirlardagi)	1,525	10.	C≡C	2,393
№	Bog'	Refraksiya	№	Bog'	Refraksiya
1.	C-H	1,676	11.	S-H	4,8
2.	C-C	1,296	12.	N-H	1,76
3.	C-Cl	6,51	13.	N-N	1,99
4.	C-Br	9,39	14.	C=C	4,17
5.	C-I	14,61	15.	C≡C	5,87
6.	C-O	1,54	16.	C=O	3,32
7.	C-S	4,16	17.	C=S	11,91
8.	C-N	3,57	18.	C=N	3,76
9.	O-H (spirtlardagi)	1,66	19.	C=N	4,82
10.	O-H (kislotalardagi)	1,80	20.	N=N	4,12

Molekuladagi qo'shbog' tufayli molekulyar refraksiyaning bunday ortishi qo'shbo'g inkrementi (incrementum- ortish) yoki **refraksiya ekzaltasiyasi** deyiladi. Bu chetlanish 1 % dan oshmaydi.

8.2-jadvaldan ko'rinadiki, davriy sistemadagi bitta guruhga mansub elementlar hosil qilgan bog'larning refraksiyalari

atomining o'lchamiga bog'liqdir. Atom o'lchami katta bo'lsa, bog' refraksiyasi ham katta bo'ladi va aksincha, atom o'lchami kichik bo'lsa, bog' refraksiyasi kichik bo'ladi. Qo'shbog' va ucbog' refraksiyasi ham oddiy bog'nikidan katta, chunki π bog' elektronlari σ bog'nikidan harakatchanroq bo'lganligidan π bog'lar oson qutblanadi. C=C, C=N, C=O da refraksiya kamayib boradi. O, N ning elektromanfiylik qiymati (EM) katta bo'lganligi uchun elektronlarni C ga nisbatan mustahkam ushlab turadi. Bu esa, qutblanish vaqtida elektronlarning siljishini qiyinlashtiradi. Demak, molekulyar refraksiya (MR) molekulaning qutblanuvchanligi bilan bog'liq kattalik. Turli moddalarning refraksiyasini topish ular molekulalarining elektron qobig'ining tuzilishini va o'ziga xos tomonlarini chuqurroq o'rganishga yordam beradi. Molekulyar refraksiya yordamida moddalarning struktura formulalarning to'g'riligini ham tekshirishi mumkin.

Savollar:

1. Dipol momenti nima va u qanday aniqlanadi?
2. Qutblanuvchanlik va uning turlarini tushuntiring.
3. Dielektrik singdiruvchanlik deb nimaga aytiladi?
4. Lorens-Lorens formulasini tushuntirib bering.
5. Molyar refraksiya va uning inkrementi nima?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. — Издание 7-е, исправленное. — М.: Наука, 1988. — 512 с.
2. Минкин В. И., Осипов О. А., Жданов Ю. А., Дипольные моменты в органической химии. Л., 1988; 178с.
3. Осипов О. А., Минкин В. И., Гарновский А. Д., Справочник по дипольным моментам, 3 изд. М., 1971; 85с.
4. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия. М: Высшая школа, 1987.
5. Бацапов С. С. Структурная рефрактометрия, М., 1979:
6. Иоффе Б. В. Рефрактометрические методы химии, 2 изд., Л., 1978.

IX BOB. MOLEKULALARNING MAGNIT MOMENTI. MULTIPLIETLIK. SPIN-SPIN TA'SIR. YADRO MAGNIT VA ELEKTRON PARAMAGNIT REZONANS

9.1-§. Molekulalarning magnit momenti va magnitlanuvchanlik

Magnetizm – birikmalarning magnit maydondagi magnit qutblanuvchanligini tadqiq qiladi. Magnitlanuvchanlik molekulalarning elektronlariga tegishli bo'lib elektronning magnit momenti protonning magnit momentidan 2000 marta katta bo'ladi.

Magnetizmning 4 ta turi mavjud:

1. Diamagnetizm
2. Paramagnetizm
3. Ferromagnetizm
4. Antiferromagnetizm

Diamagnetik moddalar magnit maydon sust bo'ladi. Fosfor, oltinugurt, surma, simob, oltin, kumush, mis suv va organik moddalar misol bo'ladi.

Paramagnetiklarda magnit maydon biroz kuchayadi. Kislorod, azot, alyuminiy, platina, volfram kabi moddalar misol bo'ladi.

Ferromagnetiklarda magnit maydon juda kuchayib ketadi. Temir, nikel, kobalt, kabi metallar va ularning qotishmalari kiradi.

Multipletlik. Atom yoki molekulaning spin kvant sonini xarakterlaydigan kattalik. Quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$M = 2 \sum_{n=1}^N S + 1$$

bu yerda: M-multipletlik; N- elektron soni; S- spin kvant soni.

Ko'pgina molekulalardagi elektronlar juftlashgan bo'ladi, shuning uchun ularning asosiy holatida spin yig'indisi nolga teng bo'ladi, ya'ni M=1 (singlet holatida) bo'ladi. M=2 bo'lsa dublet, M=3 triplet, M=4 kvadruplet, M=5 kvintet, M=6 sekstet, M=7 septet, M=8 oktet va ko'p bo'lsa multiplet deyiladi.

9.2-§. Yadro magnit rezonans

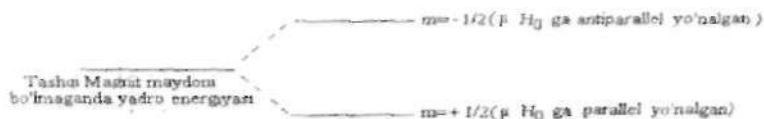
Yadro magnit rezonans (YaMR) usuli 1950-yillardan boshlab organik moddalarning tuzilishini (strukturasi) o'rganishda qo'llanila boshlandi. Bu usulni 1945-1946-yillarda bir-biridan bexabar holda ikkita olimlar F. Blox va E. Pyorsell kashf qilishgan. Hozirgi paytda bu usul juda keng foydalanib kelinmoqda va juda samarali hisoblanadi. YaMR spektroskopiyada ham boshqa spektroskopiya turlaridagiday Plank nazariyasi $\Delta E = h\nu$ ga asoslanadi. YaMRda energiyaning o'zgarishi yadroning magnit xossasi bilan bog'liq bo'ladi.

Har bir yadro I-spin kvant soni bilan xarakterlanadi. U 0, 1/2, 1, 3/2, 2... va hokazo qiymatlarga ega bo'lishi mumkin.

Juft massa soni va juft atom nomeriga ega bo'lgan yadrolar uchun spinlari nolga teng bo'ladi (misol C^{12} , O^{16}) juft massa soniga va toq atom nomeriga ega bo'lgan yadrolar uchun spin birga teng bo'ladi (misol ^{14}N , 2H), agar atom massasi va atom nomeri toq bo'lsa, spinlari kasr songa teng bo'ladi. ($I=1/2$ 1H , 9F , ^{13}C , ^{31}P ; $J=3/2$ ^{11}B , ^{35}Cl , ^{37}Cl , ^{81}Br ; $J=5/2$ ^{17}O , ^{127}I uchun) va hokazo.

Yadro I spini bilan magnit maydonida $2I+1$ holatda bo'lishi mumkin.

Spini 0 ga teng bo'lgan yadro magnit maydonida faqat bitta energetik holatda [$2 \cdot 0 + 1$] bo'ladi. Bunday yadrolar YaMRni o'rganish obyekti hisoblanmaydi. Spini 1 va undan katta bo'lgan yadrolar magnit momentidan tashqari ular elektrik kvadrupol momentiga ham ega bo'ladilar (masalan ^{14}N , 2H , ^{35}Cl , ^{81}Br). Bularning xossalari yadro kvadrupol rezonans yordamida o'rganilishi mumkin. 1/2 spinga ega bo'lgan yadrolar (1H , 9F , ^{13}C , ^{31}P) tashqaridan berilgan magnit maydonida ikki xil energetik holatda ($2 \cdot 1/2 + 1$) bo'lishi mumkin. Birinchisi tashqaridan berilgan magnit maydoniga H_0 yadroning magnit momenti μ ga parallel yo'nalishda [magnit kvant soni $m=+1/2$] va ikkinchisi H_0 ga antiparallel [magnit kvant soni $m=-1/2$] 9.1-rasmga qarang.



9.1-rasm. Spini $I=1/2$ bolgan yadroning energetik pog'onasining (magnit maydonida) ajralishi.

Energetik pog'onalar orasidagi masofa yadroning magnit momentining kattaligiga va tashqi doimiy magnit maydonining kuchlanishiga bog'liq bo'ladi. $\Delta E = 2\mu H_0 = \gamma \frac{h}{2\pi} \cdot H_0$

bu yerda; γ - ayni yadroni xarakterlovchi giromagnit nisbat.

Bu quyidagi tenglamadan topiladi; $\gamma = \frac{2\pi\mu}{hI}$; Bor qoidasiga asosan $E=h\nu$ ga. Demak, $\nu = \frac{\gamma}{2\pi} H_0$ ga. Bu formula yadro magnit rezonans-ning asosiy tenglamasi hisoblanadi. Shunday qilib, yadro magnit rezonansni ko'rish, kuzatish uchun namunani kuchli bir jinsli magnit maydoni H_0 ga qo'yish kerak va asosiy tenglamani qanoatlantiradigan ν chastotali nurlanish bilan unga ta'sir qilish lozim. Shunday sharoitdagina yadro bir gorizonttal o'zgaruvchan H magnit pog'onadan ikkinchi pog'onaga ko'chib o'tishlar kuzatiladi. (Yuqori yoki pastki pog'onaga o'tish ehtimoli bir xil, deyarli teng) ammo, har bir pog'onada joylashgan magnitlangan yadrolar soni qisman har xil bo'ladi; pastki pog'onada joylashgan magnitli yadrolar soni biroz ko'proq bo'ladi, chunki sistema har doim ham energiyasini kamaytirishga intiladi. Odatdagi normal haroratda ($20-25^{\circ}\text{C}$) yuqori va pastki pog'onalarda joylashgan magnitli yadrolar farqi son jihatdan magnitli yadrolarning umumiy sonining 10^{-5} tasidan ortmaydi. Aynan ana shu ozgina farq yadro magnit rezonansini hosil bo'lishini ta'minlaydi, ya'ni radiochastotali nurlanishni yutilishi asosiy tenglamaga mos holda bo'ladi.

Rezonans chastota ν bir xil kuchlanishli berilgan magnit maydonida yadroning magnit momentining kattaligi bilan aniqlanadi.

Yadro konstantasi $I=1/2$

Izotop	Tabiiy foiz miqdori, %	Magnit momenti, μ	Chastota MGs va maydon 10000 gs
^1H (Vodorod)	99,98	2,79270	42,577
^{19}F (Ftor)	100	2,6273	10,705
^{13}C (Uglerod)	1,1	0,70216	40,055
^{31}P (Fosfor)	100	11,26	17,235

Hozirgi vaqtda organik kimyoda yadro magnit rezonansi protonda -protonli magnit rezonans -PMR keng qo'llanilmoqda. Shu sababli, PMR qo'llashning asosiy prinsiplari bilan tanishamiz.

PMR spektrlari 2 xil parametr bilan xarakterlanadi.

1) Kimyoviy siljish; 2) spin-spinli o'zaro ta'sir konstantasi.

Qaysikim ular organik birikmalarning tuzilishi va molekulasida elektron zichligining taqsimlanishi bilan xarakterlanadi.

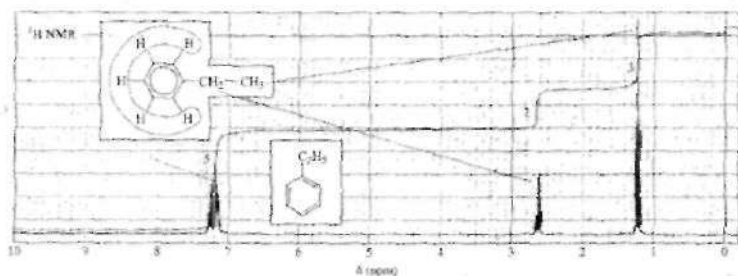
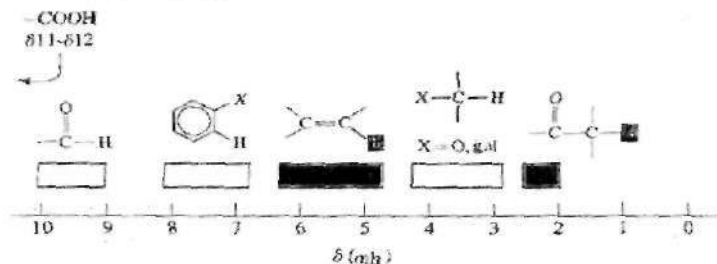
Kimyoviy siljish. YaMRning asosiy tenglamasiga binoan protonning rezonans siljishi berilgan maydonning kuchlanishi uchun faqat bitta xarakterli chastota [vaqt birligi ichida tebranishlar soni] berishi kerak edi. Biroq amalda esa protonning rezonans signali u proton qanday kimyoviy qurshovdaligiga qarab turli chastotalarda kuzatiladi. Rezonans signallarning siljishi diamagnitli ekranlanishi (elektronlar) bilan to'silishiga bog'liq bo'ladi. Chunki berilgan magnit maydoni H_0 ta'sirida ular (elektronlar) o'zining magnit maydonini hosil qiladi va bu berilgan magnit maydonni $-H_0$ ni kamaytiradi. Natijada, yadroning rezonans sharoiti asosiy tenglama bilan emas, balki $\nu = \frac{\gamma}{2\pi} H_0(1-\delta)$ formula bilan ifodalanadi. bunda; δ -o'lchamsiz son bo'lib ekranlash konstantasi deyiladi. Turli protonlarning rezonans signallari oralig'idagi masofa kimyoviy siljish deyiladi. Absolyut kimyoviy siljishni (yani ekranlanmagan, to'silmagan protonning signaliga nisbatan, signalning siljishini) eksperimental yo'l bilan aniqlab bo'lmaydi, shuning uchun kimyoviy siljish etalon modda signaliga nisbatan o'lchanadi. Etalon sifatida bitta

yoki ekvivalent protonlar gruppasi bo'lsa, ko'p moddalardan foydalaniladi. Masalan, suv, dioksan, xloroform, siklogeksan, benzol, geksametildi-siklogeksan va boshqalar xalqaro etalon sifatida tetrametilsilan ($(CH_3)_4Si$ (TMS) qabul qilingan. Buning signali ko'pchilik moddalar protonning signalidan ko'ra kuchli maydonda kuzatiladi. Etalon va namuna signallari oralig'idagi masofa berilgan maydonning kuchlanishiga (yoki chastotasiga) bog'liq bo'ladi.

Shuning uchun kimyoviy siljish nisbiy birliklarda maydonning milliondan qandaydir ulushlari bilan yoki rezonans chastotasi -gers (Hz), million hissa (m.h.) bilan o'lchanadi. (chet el adabiyotlarida ppm- parts per millions deyiladi).

$$Kim.silj = \frac{H_{nam} - H_{et}}{H_0} \cdot 10^6 \text{ yoki } Kim.silj = \frac{\nu_{nam} - \nu_{et}}{\nu_0} \cdot 10^6$$

Bunda $H_{nam} - H_{et}$ yoki $\nu_{nam} - \nu_{et}$ namuna va etalon kimyoviy siljishlarining farqi (gers Hz da ifodalanadi).

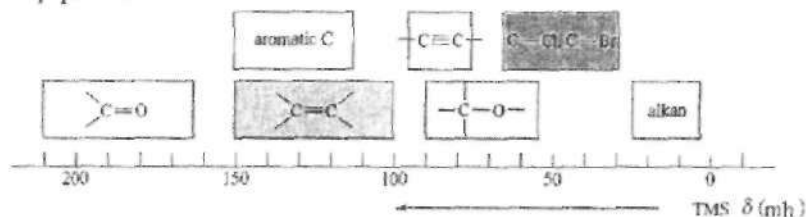


Proton magnit rezonansida kimyoviy siljishning 2 ta shkalasi; δ va τ qo'llaniladi. δ -shkalada tetrametilsilanning signali nol deb qabul qilinadi va kimyoviy siljish kuchsiz maydonga tomon ortib boradi. τ -shkalasida esa tetrametilsilanning signali 10 deb

olinadi. $\tau = 10 - \delta$. Bunda kimyoviy siljish kuchli maydonga tomon ortib boradi.

Kimyoviy siljish proton magnet rezonansida asosiy xarakteristika hisoblanadi va molekula tuzilishiga bog'liq bo'ladi.

Kimyoviy siljishga bir tomondan proton atrofidagi elektronlar zichligi, ikkinchi tomondan qo'shni atomdagi va bog'lardagi elektronlarning aylanishi ta'sir ko'rsatadi. Har ikkala faktor ham molekulaning bevosita tuzilishi bilan bog'liq. Kimyoviy siljish tashqi faktorlar ta'sirida ham o'zgarishi mumkin. Masalan, eritma konsentratsiyasi, harorat, moddaning agregat holati. Moddalarning tuzilishini o'rganishda tashqi faktorlarni yo'qotib, standart sharoitda o'lov ishlari olib boriladi. Metil gruppalarining C=O va C-O larga birikkanlarida protonlarning signallari bir-biridan farq qiladi.



Metil guruhining ham kimyoviy siljishlari ma'lum ahamiyat kasb etadi. Masalan, dimetilefirda ($\delta = 2.7$ m.h.) yod metilda ($\delta = 4.30$ m.h.). Agar ekranlashuv (pardalanish) faqat proton atrofidagi (uni o'rab turgan) elektronlar zichligiga bog'liq bo'lganda edi, u holda ekranlash konstantasi va protonning kislotaliligi bevosita bir-biriga bog'liq bo'lar edi. Haqiqatda esa bunaqa bog'liqlik juda ko'pchilik holatlarda kuzatilmaydi. Masalan asetilening kislotali protoni kuchli maydonda joylashadi. ($\delta = 2-3$ m.h.). Aldegid protonining signali esa, aksincha, kuchsiz maydonda joylashadi. ($\delta = 9-10$ m.h.). Bu holat qo'shni atomning elektronlar toki va atomlararo (ichki molekulyar) tok ta'siridan kelib chiqadi. Ular berilgan magnet maydonini yadroni ekransizlash tufayli oshirishi va uning signalini kuchsiz maydonga siljishi yoki aksincha magnet

maydoniga qarshi yoʻnaladi, demak, ekranlashuvni koʻpaytiradi va proton signalini kuchli maydonga siljitishi mumkin.

H-C-R	0,9-1,8	H-C-NR	2,2-2,9
H-C-C=C	1,6-2,6	H-C-Cl	3,1-4,1
H-C-C- O	2,1-2,5	H-C-Br	2,7-4,1
H-C=C-	2,5	H-C-O	3,3-3,7
H-C-Ar	2,3-2,8	H-NR	1-3*
H-C=C-	4,5-6,5	H-OR	0,5-5*
H-Ar	6,5-8,5	H-OAr	6-8*
H-C- O	9-10	H-O-C- O	10-13*

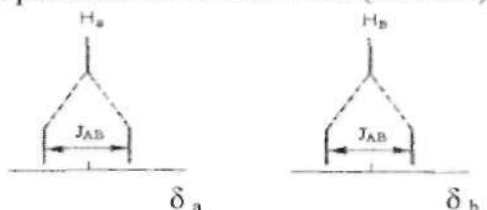
Ekranlanish konstantasiga boʻlgan bunaqa hissalar molekulaning magnitli anizotropiyasi bilan belgilanadi. Masalan, galogenlar, uch bogʻ, karbonil guruhi, uch aʼzoli va aromatik halqalar anchagina katta magnit anizotropiyaga ega boʻladilar.

Kimyoviy siljishga yana gidroksil va boshqa guruhlarining vodorod bogʻlanishi ham taʼsir koʻrsatadi.

9.3-§. Spin-spinli oʻzaro taʼsirlashuv

Organik moddalarning tuzilishi haqida qimmatli maʼlumot faqat kimyoviy siljish orqali emas, balki spin-spinli boʻlinish-ajralish xarakteri haqidagi bilim va maʼlumotlarga qarab ham olish mumkin. Qaysikim, noekivalent protonlar spinlarining valent elektronlari orqali oʻzaro taʼsirlashuvi natijasida spin-spinli parchalanish sodir boʻladi. Agar ikki noekivalent proton H_a va H_b dan iborat sistema boʻlsa, H_a protonning holati haqida maʼlumot va axborotni H_b protonning valent elektronlari orqali olinadi va aksincha beriladi. Yuqorida aytganimizdek, $\frac{1}{2}$ spinli yadro magnit momenti magnit maydonida ikki holatda boʻladi; taʼsir qilayotgan magnit maydoniga mos va teskari yoʻnalgan. Berilgan magnit maydoniga bu holatlarning har biri oʻzining hisasini qoʻshadi. Demak, biz kuzatayotgan yadro ikki maʼlum

joyga xos bo'lgan maydon ta'sirida bo'ladi. Bulardan biri magnit maydonni ta'sirini H_0 ga nisbatan kamaytirsa, ikkinchisi shuncha miqdor ko'paytiradi. Natijada H_b protoning kimyoviy siljishidan hosil bo'ladigan bitta signal o'rniga ikkita signal hosil bo'ladi. Ular orasidagi masofa gers bilan ifodalanib, spin-spinli o'zaro ta'sir energiyasini $I A B$ xarakterlaydi yoki ko'rsatadi, xuddi shunday holat H_a proton uchun ham kuzatiladi. Har ikkala yadro uchun spin-spinli parchalanish bir xil bo'ladi (9.2 rasm).



9.2 rasm Ikki noekivalent protonlarning o'zaro spin-spinli ta'siri

Kimyoviy siljishlar bilan farq qiladigan protonlar saqlovchi $CH-CH_2$ - sistemada $C-H$ grappa protoni CH_2 grappasining ikkita ekvivalent protonlari bilan o'zaro ta'sirlashadi. CH_2 grappasidagi har bir proton ikki xil holatda bo'lishi mumkin va spinlari kombinatsiyasi to'rtga teng bo'ladi. O'zining protonining magnit maydoniga ko'rsatadigan ta'sir hissasi jihatdan ikkinchi va uchinchi kombinatsiya ekvivalentli, ya'ni teng va komponentlarning nisbiy intensivligi 1:2:1 ga teng. Bundan tashqari, CH_2 grappasining protonlarini signali spektrda dublet shaklida kuzatiladi, tripletning integral intensivligi dubletning integral intensivligining protonlar soniga qarab 1 : 2 nisbatga teng bo'ladi.

$^1CH-CH_3$ sistema uchun (ularning protonlari kimyoviy siljishi bilan farq qiladi) spektrda CH_3 grappa protonlarining kvadrurleti paydo bo'ladi CH_3 grappaning 3 protoni uchun ular spinlarining 8 ta kombinatsiyasi bo'ladi. 2-4 va 5-7 kombinatsiyalar magnit maydoniga ta'sir hissasi jihatdan bir xil bo'ladi. Turli kombinatsiyaning ta'sir hissasiga binoan kvadrurletning

intensivligi 1:3 :3:1 nisbatda bo'ladi. Umuman, proton yoki ekvivalent protonlar gruppasi n ekvivalent magnit yadro bilan o'zaro ta'sirlashganda u protoning signali $n+1$ komponentga ajraladi. Agar spin-spinli o'zaro ta'sirning konstantasini kattaligi bilan berilgan magnit maydoning H_0 kuchlanishiga bog'liq emas, u o'zaro ta'sirlanadigan yadrolarning tabiati, ular orasidagi bog' xarakteri va soni hamda molekulaning geometriyasi bilan aniqlanadi. Agar protonlar to'rt yoki undan ortiq bog'lar bilan ajralgan bo'lsa (masalan, H-C-C-C-H), u holda bog' tabiati muhim ahamiyat kasb etadi. Buning spin-spinli konstantasi 0,2 gs bo'ladi. Agar allil bog'i bo'lsa (qo'sh bog' saqlasa) u 2-3 gs bo'ladi. Agar molekulada amin va gidroksil gruppasi bo'lsa, ularning protonlarida odatdagidek o'zaro spin-spinli ta'sir kuzatilmaydi. Amino gruppasi va gidroksil gruppasi protonlari tez almashinib turganligi sababli ajralmasdan, ko'pincha, surkalgan signal hosil bo'ladi.

9.4-§. Elektron paramagnit rezonans (EPR spektri)

Elektron paramagnit rezonans usuli radikallarni aniqlashning fizik usullaridan biri bo'lib, elektron spektroskopiyani o'rganish usulidir. Odatda, radikal hosil bo'lganda modda spektridagi yutilish maksimumi to'liq uzunligi katta soha tomon siljiydi. (bataxrom siljish). Bunga toq elektron sababchi bo'ladi. Toq elektron va magnit maydoni ta'sirlanishidan foydalanib radikallarning paramagnit spektrlari olinadi. Keyingi yillarda radikallarni, ularning tuzilishini aniqlashda EPR spektroskopiyasi usuli qo'llaniladi. EPR vositasida 10^{-2} molgacha radikalni aniqlash mumkin, ularning YAMR spektroskopiyasi usulidan farqi, YAMR spektrlarni olishda radiochastotali nurlarning yutilishidan hosil bo'lsa, EPR spektrlarni olishda mikro to'liqinli nurdan foydalaniladi. Elektr magnit momenti protondan ancha katta va elektronda hosil bo'ladigan magnit maydon kuchlanishi ancha yuqori. Shunga ko'ra, maydon yo'nalishini teskarisiga o'zgartirish uchun nisbatan ko'proq energiya talab qilinadi. Radikaldagi yagona elektron magnit maydondan va doimiy magnit maydoniga

bu maydon yo'nalishi tashqaridan qo'yiladigan maydon yo'nalishiga parallel yoki antiparallel bo'lishi mumkin. Parallel bo'lganda elektron kam va barqaror bo'ladi, antiparallel bo'lganda, aksincha, elektronlarni barqaror holatdan energiyasi ko'p holatga o'tkazish (elektron hosil qiladigan magnit maydoni yo'nalishini teskarisiga almashtirish) uchun tashqaridan mikroto'lqin chastotali generator yordamida hosil qilinadi va moddaga ta'sir ettiriladi. EPR spektroskopiya 1944-yilda **B.K.Zavoyskiy** tomonidan kashf qilingan, ammo 50-yillarda niderland fizigi **K.Gorter** tomonidan tajribada qo'llanilgan.

$$2rV = dN$$

bu yerda: d – giromagnit; V – chastota; N – vektor.

Radikal tarkibida proton bo'lmasa, EPR spektr sodda ko'rinishda bo'ladi, agar radikalda proton, ya'ni vodorod bo'lsa, ular ham mitti magnitchalar kabi magnit maydoni hosil qiladi. Bu maydonlar ham tashqi maydonni kuchaytiradi yoki susaytiradi.

Umuman, EPR spektroskopiya yordamida radikallarni bilib olishdan tashqari, ularning konsentratsiyasi, delokallanish zarrachasini aniqlash mumkin.

EPR spektri radiasion kimyoda, fotokimyoda, katalizda, yarim o'tkazgichlarni aniqlashda, biokimyoda, kristallo kimyoda qo'llaniladi.

Savollar:

1. Molekulyar spektroskopiya turlari qanday nazariyaga asoslanadi?
2. J- spin kvant soni nima va u qanday qiymatlarga ega?
3. Kimyoviy siljish va multipletlik nima?
4. Garmonik va angarmonik ostsilyator nima?
5. YaMR va EPR spektrlarni kim kashf qilgan va qayerda qollaniladi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Элементарный учебник физики. т.2. Электричество и магнетизм / Под ред. Г.С.Ландсберга, 7-е изд. - М.: "Наука", 1971. - 527 с., с.37
2. Абрагам А. Магнетизм, М.: Издательство иностр. лит., 1983.
3. Сликтер Ч. Основы теории магнитного резонанса, М.: Мир, 1981.
4. Эрнст Р., Боденхаузен Дж., Вокаун А. ЯМР в одном и двух измерениях: Пер. с англ. под ред. К. М. Салихова, М.: Мир, 1990.
5. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР: Пер. с англ. — М.: Мир, 1984. — 478 с.
6. Дероум А. Современные методы ЯМР для химических исследований.
7. Калабин. Природная спектроскопия ЯМР природного органического сырья. М.: Мир, 1998. — 248 с.
8. Видков Л.В., Пентин Ю.А. "Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы". М.: Высш. шк., 1989, 288 с.
9. Борн М., Вольф Э., Основы оптики, пер. с англ., 2 изд., М., 1973:
10. Асланов Л.А. Структуры веществ. М.: Изд-во Моск. Унта, 1989.
11. Iskandarov S, Sodiqov B. Organik kimyo nazariy asoslari. Toshkent. 1987.640 b.
12. <http://www.cultinfo.ru/fultex/>
13. <http://www.ru.wikipedia.org>

X BOB. MOLEKULALARARO TA'SIR. VAN-DER VAALS KUCHLARI. π -KOMPLEKSLAR. SOLVATLANISH

10.1-§. Molekulalararo kuchlar. Van-der Vaals kuchlari

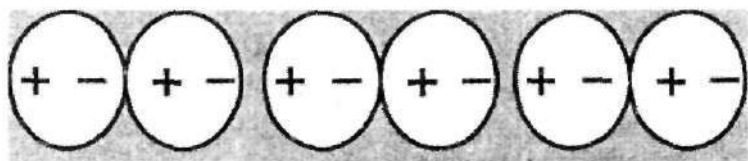
Molekulalar elektroneytral hamda valentliklari to'yingan bo'lsada, ular bir-birini tortadi. Ayniqsa gaz molekulalarining o'rtasida boshqa bir tabiatli tortishish kuchlari mavjud. Bu kuchlar nisbatan zaif bo'lib, ular **molekulalararo kuchlar** yoki bu kuchlarni birinchi marta aniqlagan olim sharafiga **Van-der-Vaals kuchlari** deyiladi. Bu tortilish kuchlari molekula va undagi atomlarning elektr zaryadlaridan kelib chiqadi va elektr qonuniga bo'ysunadi, ya'ni zaryadli zarrachalarning o'zaro tortishuv kuchi zaryadlar miqdoriga to'g'ri proporsional va zaryadlarning markazlari orasidagi masofaga teskari proporsionaldir.

Molekulalar, atomlar va ionlar hamisha harakatda bo'ladi. Ular bu harakatlarida bir-biriga yaqin kelganda ularning elektr maydonlari o'zaro ta'sir etadi. Ayni modda molekulalari (ionlari yoki atomlari) orasida o'zaro tortishish kuchlarining namoyon bo'lishi – kogeziya, turli xil moddalarning molekulalari orasidagi tortishish kuchlarining namoyon bo'lishi esa – adgeziya deb ataladi. Zarrachalarning zaryadi qancha katta bo'lsa va ular o'rtasidagi masofa qancha kichik bo'lsa, ularning o'zaro ta'siri shuncha kuchli bo'ladi. Molekulalararo tortishuv (Van-der-Vaals) kuchlari 3 xil b'ladi:

1. Oriyentatsion;
2. Induksion;
3. Dispersion kuchlar.

Oriyentatsion kuch – qutbli (polyar) molekulaning doimiy dipol momentiga ega bo'lishi, ya'ni molekulalar dipollarining qarama-qarshi tomoni bilan bir-birini elektrostatik tortib turishi dipol-dipol yoki oriyentatsion ta'sir kuchlari deyiladi.

Polyar molekulalar hamisha o'zaro ta'sir etadi (rasm). Ular bir-biriga nisbatan qarama-qarshi qutblari bilan joylashishga intiladi.



Dipollik qancha kuchli bo'lsa, oriyentatsiya shuncha oson bo'ladi. Faqat qutbli zarrachalar orasida sodir bo'ladi. Masalan, H_2O , NH_3 , spirtlar, karbon va aminokislotalarda bo'ladi.

Oriyentatsion kuch ayni moddaning qutblanuvchanligiga va molekulalararo masofaga teskari proporsional bo'ladi. Harorat ko'tarilganda oriyentatsion kuch kamayadi. Keezom 1921-yilda oriyentatsion kuch energiyasini hisoblash uchun quyidagi formulani taklif qildi:

$$U_{ort} = -\frac{2\mu_0^4 N_a}{3kTr^6} = -\frac{A}{r^6}; \quad (10.1)$$

bu yerda; μ - molekulaning dipol momenti;

U_{ort} - oriyentatsion ta'sir energiyasi;

N_a -Avogadro soni;

k -Bolsman konstantasi;

T -absolyut temperatura;

r - markazlararo masofa.

Oriyentatsion ta'sir energiyasi katta dipol momentli moddalar suv, ammiak orasida kuchli namoyon bo'lib, ba'zi modda, masalan uglerod (II) oksidi orasida kuchsiz namoyon bo'ladi.

Induksion kuchlar qutbli va qutbsiz zarrachalar orasida vujudga keladi. Qutbsiz molekula yaqiniga qutbli molekula kelganida qutbsiz zarracha qutblanadi. Uning qutbli zarrachaga yaqin qismida qarama-qarshi ishorali uzoq qismida esa bir ishorali zaryadlar hosil bo'ladi. Natijada qutbsiz molekula induksion dipolga ega bo'lgan zarrachaga aylanadi. Ikkita qutbli molekula orasida ham induksion ta'sir vujudga kelishi mumkin, chunki ular bir-biriga yaqinlashganda o'zaro induksiyalanish tufayli ularning qutbliligi ortadi. Qutbliligi o'zaro teng bo'lgan ikki zarracha orasida vujudga keladigan induksion ta'sir energiyasi Debay taklif etgan quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$U_{ind} = -\sqrt{\frac{2\alpha\mu_0^2}{r_6}} = -\sqrt{\frac{B}{r^6}}; \quad (10.2)$$

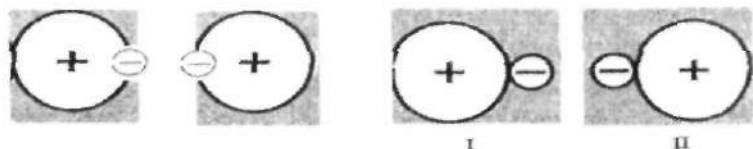
bu yerda; α - molekula elektron qobig'ining qutblanuvchanligi (deformatsiyalanuvchanligi);

U_{ind} - induksion ta'sir energiyasi;

μ - molekulaning dipol momenti; r - markazlararo masofa.

Induksion ta'sir energiyasi oriyentatsion ta'sir energiyasidan 10-20 marta kichik.

Dispersion kuchlar. Qutbsiz, kam qutbli va qutbli moddalar molekulari orasida yana dispersion kuchlar vujudga keladi. H_2 , N_2 , Cl_2 , CH_4 molekulari qutbli emas. Demak, bu gazlarda yuqoridagi har ikkala ta'sir kuchlari mavjud emas. Shu tufayli qutbsiz molekular, hatto inert gazlarning atomlari ham o'zaro tortishadi, bu kuchlarning tabiatini 1930-yilda F. London aniqladi. Uning fikricha, molekula yoki boshqa zarrachalar tarkibidagi har qaysi atom yadrosi atrofida elektronlar borligi uchun molekulaning bir lahzada (**oniy**- bir lahzalik, daqiqalik) o'zining kattalik va yo'nalishini o'zgartirib turadigan mikro-dipol, deb tasavvur qilish mumkin.



Elektronlarning atomlardagi harakati hech qachon simmetrik bo'lmaydi. Qandaydir bir lahzada elektron yadroning bir chetida, keyingi daqiqada ikkinchi tomonida bo'ladi. Sodda qilib tushuntirilganda molekula va atomlar yo'nalishi bir lahzada o'zgarib turadigan oniy dipollar majmuasidir.

Dispersion o'zaro ta'sir energiyasini hisoblash uchun quyidagi formulani London taklif etgan:

$$U_{dis} = -\frac{3\alpha^2 h\nu_0}{4r^6} = -\frac{C}{r^6}; \quad (10.3)$$

bu yerda; h - plank doimiysi;

ν_0 - nolinchii energiyaga muvofiq keladigan tebranish chastotasi. Agar $h\nu_0 = J$ ekanligini nazarga olsak, bu yerda $J = zarrachaning ionlanish potentsiali.$

$$U_{ion} = \frac{3\alpha^2 J}{4r^6} = -\frac{C}{r^6}; \quad (10.4)$$

Moddaning molekulyar massasi ortib borishi bilan dispersion ta'sir kuchayadi. Masalan, fluor va xlor odatdagi sharoitda gaz, brom suyuqlik, yod qattiq modda.

Agar oriyentatsion, induksion va dispersion kuchlarni bir-biriga qo'shsak, ikki zarracha orasidagi tortishish kuchlari energiyasi U uchun quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$U = -\frac{2\mu^2 N}{3RT r^6} - \frac{2\mu^2 \alpha}{r^6} - \frac{3\alpha^2 J}{4r^6} = -\frac{D}{r^6} \text{ yoki}$$

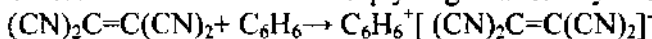
$$U_{um} = -\frac{A}{r^6} - \frac{B}{r^6} - \frac{C}{r^6} = -\sqrt{\frac{D}{r^6}}; \quad (10.5)$$

bu yerda; $D=A+B+C$

Molekulalararo kuchlar kimyoda katta ahamiyatga ega, chunki moddalarning fizik xossalari (suyuqlanish harorati, eruvchanligi, agregat holatlari, issiqlikda kengayish koeffitsienti, pishiqligi, moddalarni o'zida eritish qobiliyati va hokazolar) ayni shu kuchlarga bog'liq. Molekulalararo kuchlar bir-biriga juda yaqin ($5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$) masofadagina namoyon bo'ladi. Ularning energiyasi ($0,1-8,0 \text{ kJ mol}^{-1}$), kimyoviy bog'lanish energiyasi ($80-1500 \text{ kJ mol}^{-1}$) dan iborat bo'lib, kimyoviy ta'sir kuchlaridan keskin farq qiladi.

10.2-§. Molekulyar yoki π -komplekslar

Elektronoakseptor guruhlar elektron juftlarini kuchli tortishi sababli ular bilan bog'langan uglerod atomi elektrofil tabiatli bo'lib qoladi. Elektron juftini nisbatan bo'sh qor tutib turadigan yoki elektron buluti katta hajmda joylashgan qo'shbog'li birikmalar elektronodonor molekulasiga ta'sir qiladi. Masalan: tetrasianetilen va benzol orasida quyidagicha reaksiya boradi.



Benzolning bitta elektroni tetrasianetilen molekulasiga o'tadi va ion bog'ga o'xshash, lekin kuchsiz bog'langan 2 ta

molekuladan iborat sistema vujudga keladi. U molekulyar yoki π -kompleks deyiladi.

Molekulyar kompleks hosil bo'lishida 1 ta molekula donor 2-chisi akseptor rolini o'ynaydi. Donorlar π sistemalar – aromatik halqali birikmalar, spitrlar, azotli asoslar. Lyuis asoslari.

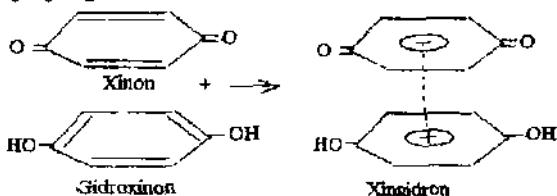
Akseptorlarga esa elektronga moyil va o'zida bo'sh orbitalli atom tutuvchi birikmalar (SO_2 , NO_2 , nitrobirikmalar, xinson va hok). Masalan

Donorlar Akseptorlar Molekulyar komplekslar

Gidroxinon Xinson Xingidron

$\text{NH}_3 \text{BF}_3 \text{NH}_3^+ \text{BF}_3^-$

$\text{C}_6\text{H}_6 \text{J}_2 \text{C}_6\text{H}_6^+ \text{J}_2^-$



π -komplekslarning eng muhim xarakterli xususiyati ularning rangi alohida komponentlaridan farq qiladi. Ms: Xinson sariq rangli, xingidron yaltiroq ko'k rangli, gidroxinon esa rangsiz yoki tetrasian va benzol rangsiz, ularning molekulyar kompleksi to'q sariq tusga egadir.

π -komplekslardagi bog' juda zaif bo'ladi, bog' energiyasi 2-10 kkal/molga teng. π -komplekslarga metallosen birikmalar tarkibida metall kationi tutuvchi π -komplekslarga tipik misol bo'ladi. Demak, π -komplekslar hosil bo'lishi va tuzilishi jihatdan anorganik kompleks birikmalarga o'xshash bo'ladi.

π -komplekslarning hosil bo'lishini M.Dyuar molekulyar orbitallar metodi MOM ga asoslanib isbotladi. Qo'sh bog'ga va aromatik halqaga elektrofil birikish reaksiyalari π -komplekslarning hosil bo'lishi bilan bog'ani uchun ularni o'tkazish shart-sharoitlari va reaksiya yo'nalishini, mexanizmini aniqlashda π -komplekslarning tuzilishi va xossalarini bilish muhim ahamiyat kasb etadi.

10.3-§. Solvatlanish

Erituvchining reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan turlicha ta'sirlashishiga **solvatlanish** deyiladi. Solvatlanish 2 xil bo'ladi: noxususiy va xususiy. *Noxususiy solvatlanish* barcha eritmalarda mavjud va erigan modda bilan erituvchi molekulalari hosil qiluvchi maydonning ta'sirlashuvidan paydo bo'ladi. Noxususiy solvatlanish 2 xil: Qutbli va qutbsiz bo'lishi kuzatilgan. Qutbsiz solvatlanish juda yaqin masofalarda ta'sir qiluvchi molekulalarda bo'lib. Van-der Vaals kuchlari ta'sirida hosil bo'ladi. Qutbli solvatlanish elektrostatik tabiatga ega molekulalar o'rtasidagi uzoq masofalarda ham o'z ta'sirini ko'rsatadi va ion birikmalarda boradigan reaksiyalarda sodir bo'ladi.

Xususiy solvatlanish erigan moddalar va erituvchi o'rtasida donor-akseptor tipidagi komplekslarning vujudga kelishi bilan bog'liq. Vodород bog'lanishli moddalar, π -komplekslar ularga misol bo'ladi.

Savollar:

1. Van-der Vaals kuchlari necha turga bo'lib o'rganiladi?
2. Oniy dipollar nima?
3. π -komplekslarga misollar keltiring ularning barqarorligini tushuntiring
4. Solvat komplekslar va klatrat birikmalar deb nimaga aytiladi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Каплан И.Г. Введение в теорию межмолекулярных взаимодействий. М.: Наука, 1982.
2. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. М.: Мир, 2001, 519 с.
3. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.
4. Волькенштейн М.В. Строение и физические свойства молекул. М., 1985.
5. Iskandarov S, Sodiqov B. Organik kimyo nazariy asoslari. Toshkent. 1987.640 b.
6. <http://www.edu.ru> Образовательный сайт. Книги и учебные пособия.

XI BOB. MOLEKULALARNING ELEKTRON, TEBRANMA VA AYLANMA SPEKTRLARI

11.1-§. Molekulyar spektrlarning xillari

Molekulalar atomlarga qarama-qarshi o'laroq, ikki yoki undan ortiq atomlardan tashkil topganligi uchun ularning harakati atomlardagidan murakkabroq bo'ladi.

Kvant mexanikasi asosida bu 3 xil xarakat energiyasi kvantlangan bo'ladi va umumiy energiya

$$E = E_{el} + E_{teb} + E_{ayl} \quad (11.1)$$

Elektron spektr energiyasi bir necha eV (bir necha yuz kJ/mol) ga, tebranmaning energiyasi $10^{-2} - 10^{-1}$ eV, aylanmada $10^{-5} \dots 10^{-3}$ eV ga teng bo'ladi

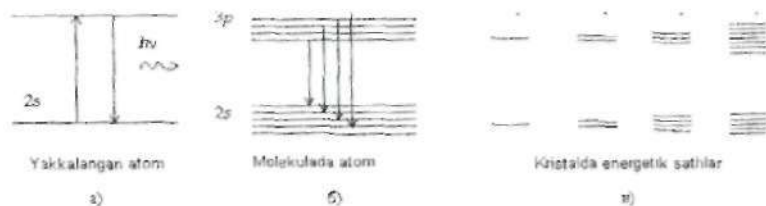
$$E_{el} \gg E_{teb} \gg E_{ayl} \quad (11.2)$$

1. Elektronlarning molekuladagi holatini o'zgarishiga olib keluvchi elektron o'tishlar.

2. Yadrolarning nisbiy joylashishining davriy o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan tebranma harakat.

3. Fazoviy yo'nalish (oriyentatsiya) ning davriy o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan tebranma harakat.

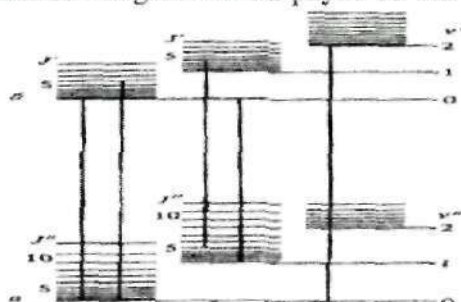
Kvant mexanikada atom holatining bir energetik sathi E_i dan nisbatan ikkinchi energetik sath E_f ga o'tishda chiqaradigan nurlanish chastotasi $\nu = (E_i - E_f)/h$ ga teng degan Bor postulatidan foydalaniladi. Asosiy holatdagi atomda elektronlar eng past energetik sathni egallagan bo'ladi. Atomning qo'zg'atilgan holatida esa bitta yoki bir necha elektronga nisbatan yuqori energetik sathda bo'ladi va shuning uchun undan past sathlar shuncha elektronlarga to'ldirilmagan bo'ladi. Elektronlarning past sathlarga qaytib o'tishi nurlanish chiqarish bilan yuz beradi.



Kvant mexanikasida yorug'lik «sekin-asta» nurlanishi mumkin emas.

Nurlanish to'la holda bir zumda yuz beradi. Boshlang'ich va so'nggi kvant holatlari o'rtasida hech qanday oraliq holatga o'rin yo'q. Shu sababdan ham uning nurlanish spektri chiziqli bo'ladi.

Molekulaning nurlanish spektri butunlay boshqacha ko'rinishga ega. Molekula tashkil topganda atomlarning tashqi elektronlarini energetik sathlari o'zgarib ketadi, chunki molekulada atomlar bir-biri bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi. Bundan tashqari qo'shimcha energetik sathlar paydo bo'ladi.

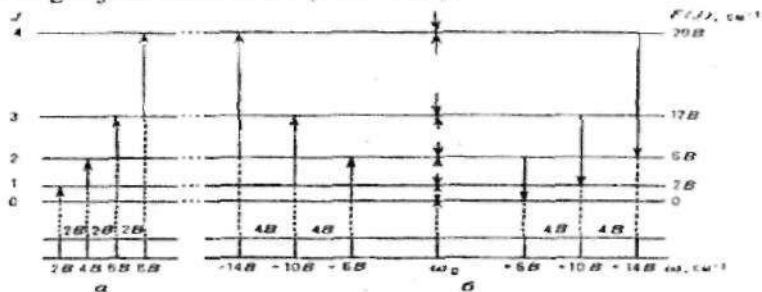


11.1-rasm. Ikki atomli molekulalarning energetik sathi. a va b – elektron sathlari; v' va v'' – tebranma sathning kvant sonlari; J' va J'' – aylanma energetik sathning kvant sonlari.

Bunga sabab, birinchidan, atomlarni bir-biriga nisbatan tebranishi bo'lsa, ikkinchi sabab molekulani yaxlit formada aylanishidir. Tebranish va aylanish harakatining energetik sathlari kvantlangan. Biroq bu energetik sathlar orasidagi masofa juda yaqin, ayniqsa, aylanish sathlari orasidagi masofa juda kichik $\sim 10^{-3} eB$. Natijada atomning har bir sathi tebranish va aylanish

xarakterlariga mos keluvchi bir qancha sathlarga ajraladi (11.1-b rasm).

Shunday qilib, molekulaning energetik sathini uch turga: 1. elektronlar energetik sathlarga, 2. tebranish, 3. aylanish energetik sathlarga ajratish mumkin. (11.2-rasm).



11.2-rasm. Ikki atomli molekulaning aylanma sathlari

Bir-biriga juda yaqin joylashgan bunday energetik sathlar orasida o'tishlar jarayoni bo'lganda bir-biriga juda yaqin bo'lgan juda ko'p spektral chiziqlar hosil bo'ladi. Haqiqatan bu chiziqlarni bir-biridan ajratish qiyin, shuning uchun ham ular **yo'l-yo'l spektrlar** deyiladi. Har bir molekula faqat o'ziga xos bo'lgan ana shunday spektrga ega. Agar modda qattiq (yoki suyuq) holatda yotgan bo'lsa u holda, ularni tashqi elektronlari yoki molekulari bir-birlarini qoplaydilar. Ularni energetik sathlari o'zgaradi va o'zaro ta'sir tufayli yoyilib, energetik zonalar hosil qiladi (11.1-v rasm). Qattiq jismlarda atomlar soni juda ko'p, shu sababli zonalarida joylashgan chiziqlar ham juda zich va deyarli uzluksiz. Bu esa ularni spektri tutash ekanligidan dalolat beradi. Kristall zonalarida ushbu sathlar orasidagi masofa juda kichik. Masalan, zona kengligi eV mashtabida 1 eV ga teng desak, zona sathlari orasidagi masofa taxminan 10^{-4} eV ga teng bo'ladi. Chunki 1 moldagi atomlar soni $N=6 \cdot 10^{23}$ ta desak, u holda sathlar orasidagi masofa $\sim 10^{-10}$ ga teng bo'ladi.

11.2-§. Lyuminessensiya spektri

Nokogerent sochilishga misol tariqasida, energetik sathlar va elektron o'tishlarni yaxshi tushunish maqsadida lyuminessensiya hodisasini ko'rish mumkin.

Nima uchun turli jismlar va muhitlar nur chiqaradi? Bunga sabablar ko'p. Birinchidan, yorug'likning jism yoki muhitda qaytishi va sochilishi tufayli ushbu jism va muhit yorug'likni aks ettirib turishi mumkin. Masalan, Oy yoki kunduzgi osmon. Ikkinchidan, yuqori temperaturalarda jism yoki muhit o'zidan nur chiqarishi mumkin. Masalan, Quyosh, elektr lampochkasining qizdirilgan tolasi, gulxan alangasi va hokazo. Uchinchidan, qizdirish bilan bog'liq bo'lmagan holda jism yoki muhit o'zidan "sovuq nur" chiqarishi mumkin. Jism yoki muhitni "sovuq nur" chiqarishiga *lyuminessensiya* deyiladi. Kunduzgi yorug'lik manbai yordamida televizorni nurlayotgan ekraniga qaraganimizda, dengizning shu'lalanishi lyuminessensiyaga misol bo'lishi mumkin. Qutb yog'dusi ham lyuminessensiya hodisasidir.

Lyuminessensiya nurlanishi bilan issiqlik nurlanishining tabiati bir xil – ikkalasi ham bir xil elektromagnit tabiatga ega. Lekin lyuminessensiya nurlanish issiqlik nurlanishidan keskin farq qiladi. Issiqlik nurlanishi muvozanatli nurlanish bo'lsa, lyuminessensiya nurlanishi nomuvozanatli nurlanishdir. Lyuminessensiya bo'lishi uchun jism (muhit) dastlab vaqt davomida energiya yig'ishi kerak bo'ladi. G'amlangan ushbu energiyani *uyg'onish energiyasi* deyiladi. So'ng bu energiyani jism (muhit) qayta nurlaydi, ya'ni lyuminessensiya nuri vujudga keladi. Lyuminessensiyalanuvchi moddaning atom yoki molekulasi xuddi issiqlik manbaining nurlanishiga o'xshab, tashqaridan olgan energiyani o'zida yutib, uyg'ongan energetik holatlariga o'tadi. Biroq, ushbu yutilgan energiya molekularning faqat bir qismini uyg'otadi va yutilgan energiya boshqa molekularga uzatilmaydi. Shu sababdan ham, bu hodisa muvozanatli issiqlik nurlanishidan farq qilib *nomuvozanatli nurlanish* deb ataladi. Uyg'ongan jism (muhit) shu zahotiyoy 10^{-8} ... 10^{-6} vaqt ichida nurlanishi mumkin. Jismning energetik

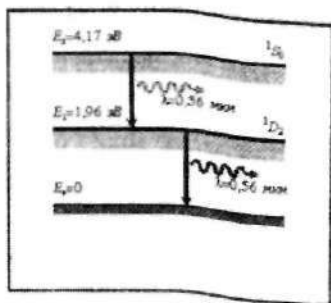
uyg'onishi bilan nurlanishi bir vaqt ichida ro'y bersa, bunday nurlanishni *fluoressensiya* deyiladi. Lyuminessensiya uyg'onish energiyasiga tashqi energiya berishdan to'xtalgandan so'ng ham davom etsa *fosforessensiya* deyiladi. Televizor ekranida biz fluoressensiya, soat siferblatini nurlanishi yoki yo'l ko'rsatkichlarini nurlanishi fosforessensiyaga misol bo'la oladi. Qutb yog'dusining lyuminessensiyasi ham fluoressensiyasidir. Lyuminessensiyani turli yo'llar bilan hosil qilish mumkin. Ulardan ayrimlarini ko'ramiz: fotolyuminessensiya (yorug'lik ta'sirida modda zarralarini uyg'otilishi), xemilyuminessensiya (ayrim kimyoviy reaksiyalarni energetik uyg'otish hisobiga), elektrolyuminessensiya (gazlarda elektr maydon ta'sirida elektr razryadini hosil bo'lishi hisobiga), katodolyuminessensiya (lyuminessensiyaga moyil moddani elektron dasta yordamida bombardimon qilishdagi energiya hisobiga). Masalan, televizor trubkasidagi lyuminessensiya katoddan chiqayotgan elektronlar dastasi yordamida ekranga surtilgan modda zarralarini uyg'otishi tufayli yuz beradi. Qutb yog'dusi lyuminessensiyasi ham katodolyuminessensiyaga misol bo'ladi. Ushbu lyuminessensiya bizni atmosferamizga kirib kelayotgan elektron oqimi tufayli yuzaga keladi, chunki bizning atmosferamiz atom, molekula va ionlardan tashkil topgan bo'lib, bu holda ular ekran vazifasini bajaradi.

Lyuminessensiyalanuvchi modda ham biror temperaturaga ega. U ham atrofdagi moddalar kabi nurlaydi. Lyuminessensiya – jismning issiqlik nurlanishi tepasidagi ortiqcha nurlanishdir. Lyuminessensiya nurlanishi to'xtaganda faqat issiqlik nurlanishi qoladi. Lyuminessensiya hodisasi uyg'ongan holatdan asosiy holatga o'tish jarayonida yuz beradi va bu paytda u qo'shni molekulalardan energiya olmaydi. Lyuminessensiya to'xtagandan so'ng sistema muvozanat holatga o'tadi va shu temperaturaga mos issiqlik nurlanishi vujudga keladi.

Lyuminessensiya hodisasi – kvant hodisa. Lyuminessensiya o'zining davomiyligi bilan boshqa optik hodisalardan farq qiladi.

Lyuminessensiya lotincha lumen (limints – yorug'lik) so'zidan olingan bo'lib, yorug'likni xarakterlaydi.

Lyuminessensiya fizikasi kvant fizika yaratilishi tufayli tushunarli bo'ladi. Tashqi energiya ta'sirida lyuminessensiya- lanuvchi moddalarning uyg'ongan mikrozararlari (atom, ion, molekula) energiyasi kvantlanadi va aniq bir diskret qiymatlarga ega bo'ladi. Mikrozararlarning turiga qarab ushbu energiyalarni qiymatlari ham turlicha bo'ladi. Mikrozaralar energiyasi eng kichik bo'lgandagi sathni *asosiy sath* deyiladi. Uyg'onish energiyasi esa mikrozaralarni uyg'ongan holatlaridan biriga o'tishida ro'y beradi. Bu sathdan sakrash yoki bir qancha sakrash orqali mikrozarra asosiy holatiga o'tadi va natijada lyuminessensiya nurlanishiga mos keluvchi foton chiqaradi (11.3-rasm). Lyuminessensiya hodisasiga bir misol keltiramiz. Yer atmosferasining yuqori qatlamlarida ham kislorod atomlar mavjud bo'lib, ularni quyosh shamolining elektronlari bombardimon qiladilar.



11.3-rasm. Lyuminessensiya nurlanishiga mos keluvchi foton.

Oqibatda kislorod atomlari uyg'onadi. So'ng $1S_0$ catxdan $1D_2$ sathga o'tish orqali lyuminessensiyalanadi. Shu hodisa uchun energetik sathlar va elektron o'tishlar yuqoridagi rasmda keltrilgan.

11.3 rasmda $1S_0$ sathdan $1D_2$ sathga o'tish va keyingi sathdan asosiy sathga o'tish tasvirlangan. $1S_0$ sath energiyasi 4,17 eV ga, $1D_2$ sathning energiyasi esa 1,96 eV ga teng. Birinchi o'tishda ($1S_0$

→ 1D_2) kislorod atomi 0,56 mkm to'liq uzunlikdagi yashil nur chiqaradi, 1D_2 sathdan asosiy sathga o'tishda u 0,63 mkm dagi qizil nur chiqaradi. Uncha qiyin bo'lmagan shu hisobni ko'raylik. Borning chastotalar qoidasi deb atalgan postulatiga ko'ra nurlanish chastotasi

$$\nu = \frac{\varepsilon}{h} = \frac{E_2 - E_1}{h}, \quad (11.3)$$

bunda ε - foton energiyasi, bundan

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{ch}{E_2 - E_1} \quad (11.4) \text{ kelib chiqadi.}$$

(11.3) formulaga 11.3-rasmdagi energetik sathlar energiyasini son qiymatlarini qo'yamiz.

$$\lambda_1 = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/c} \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Ж} \cdot c}{(4,17 - 1,96) \text{ эВ} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Ж/эВ}} = \frac{1,98 \cdot 10^{-25}}{3,54 \cdot 10^{-19}} \text{ м} = 0,56 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 0,56 \text{ мкм}$$

Ikkinchi o'tish ($E_1 \rightarrow E_0$):

$$\lambda_2 = \frac{ch}{E_1 - E_0} = \frac{1,98 \cdot 10^{-25} \text{ Жм}}{1,96 \text{ эВ} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Ж/эВ}} = 0,63 \text{ мкм}$$

Lyuminessensiya nurining to'liq uzunligi yutilgan yorug'likni (Stoks qonuni) to'liq uzunligidan katta. Bu xulosa lyuminessensiyaning har bir akti uchun yozilgan energiyaning saqlanish qonunidan kelib chiqadi. Lyuminessensiyalanuvchi molekulaning yutgan foton energiyasini

$$\varepsilon_1 = h\nu_1 = \frac{hc}{\lambda_1} \quad (11.5)$$

desak, u holda molekula chiqargan fotonning energiyasi

$$\varepsilon_2 = h\nu_2 = \frac{hc}{\lambda_2} \quad (11.6)$$

Ularga mos kelgan to'liq uzunliklar $\lambda_1 = \frac{hc}{\varepsilon_1}$ va $\lambda_2 = \frac{hc}{\varepsilon_2}$ formulalar yordamida topiladi. Yutilgan foton energiyasining bir qismi lyuminessensiyaga moyil moddani molekulasini uyg'otishga sarflanadi. Qolgan qismi esa jismning ichki energiyasini (molekulalarning tartibsiz kinetik energiyasini) o'zgartirishga sarflanadi. Shuning uchun

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 + E$$

Bo'ladi. $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ bo'lgani uchun $\nu_1 > \nu_2$ yoki $\lambda_2 > \lambda_1$. Bu esa stoks qonunidir. $E=0$ da yutilgan va chiqarilgan fotonlarning energiyasi teng, ya'ni $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$. Shuning uchun $\lambda_2 = \lambda_1$. Bu holni *rezonans nurlanish* deyiladi. Rezonans nurlanish natriy lampasi yordamida natriy bug'larini lyuminessensiyalanishida kuzatish mumkin. Agar lyuminessensiya energiyasini E_1 , yutilgan energiyani E_0 desak, u holda ularning nisbatini *lyuminessensiyaning energetik chiqishi* deyiladi.

$$\eta = \frac{E_1}{E_0} < 1$$

Agar chiqarilgan fotonlar sonini n_1 , yutilgan fotonlar sonini n_0 desak, u holda,

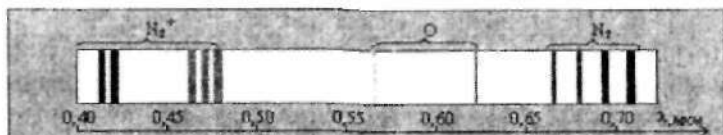
$$\eta = \frac{n_1 \varepsilon_1}{n_0 \varepsilon_0}$$

nisbatni olamiz. Bunda $E_1 = n_1 \varepsilon_1$, $E_0 = n_0 \varepsilon_0$ bo'lgani uchun lyuminessensiyaning kvant chiqishi

$$B = \frac{n_1}{n_0}$$

Bu formulaga lyuminessensiya *kvant chiqishi* deyiladi.

Qutb yog'dularini paydo bo'lishida kosmos elektronlarini *kislorod* va *azot* molekullari bilan to'qnashishi rol o'ynaydi. To'qnashish atom va molekullar uyg'onadilar yoki ionlashadilar. Birinchi holda atom (molekula) ni uyg'ongan holatga o'tishi natijasida mikrozaralar (atom, molekula, ion) ning elektron qobig'ida o'zgarishlar ro'y beradi. Ikkinchi holda esa mikrozaralarning elektron qobig'i qisman buziladi; mikrozarra elektronini yo'qotadi va atomar yoki molekulyar ionga aylanadi. Uyg'ongan mikrozarra asosiy holatga o'tadi, ion esa elektron bilan rekombinasiyalanadi. Ikkala holda ham uyg'onish energiyasini olib ketuvchi foton hosil bo'ladi va bu nurlash lyuminessensiyali nurlanish bo'ladi. Qutblarda kuzatiladigan qutb yog'dusi jarayoni ana shundaydir (11.4. rasm).



11.4-rasm Qutb yog'dusi spektri.

Ionlashgan azot molekulari rekombinatsiya spektrning zangori va binafsha tasmalarini nurlaydi. Uyg'ongan kislorod atomlari esa yashil ($\lambda=0,56$ mkm) va qizil (0,63 mkm) chiziqlarni chiqaradi. Uyg'ongan azot molekulari qizil nurlarni chiqaradi. Azotning zangori chizig'i va kislorodning yashil chizig'i juda intensiv nurlanish hosil qilgani uchun qutb yog'dusi asosan zangori – yashil rangda tovlanadi.

Nima uchun kislorod spektridagi qizil chiziqning intensivligi zangori chiziq intensivligiga nisbatan kuchsiz? Esingizda bo'lsa kerak, 11.4-rasmda kislorodning energetik sathlari va o'tishlarini ko'rsatgan edik. Hamma gap shundaki kislorod atomining 1S_0 va 1D_2 sathlarida atomning yashash vaqti turlichadir. Berilgan holatda bir atom «uzoqroq», ikkinchisi «qisqaroq» yashashi mumkin. Bir xil atomlardan tashkil topgan sistema uchun – yashash vaqt o'rtacha kattaligidir. Kislorodni 1S_0 sathida atomning yashash vaqti 0,7 s bo'lsa, 1D_2 sathida atomning yashash vaqti 100 s dir. Ko'rib turibsizki farq ancha katta. 1D_2 holatda bo'lgan kislorod atomi asosiy holatga o'tguncha uzoq «yashaydi». Atom ushbu holatdan asosiy holatga o'tguncha bo'lgan vaqt oralig'ida unga boshqa biror atom yoki biror erkin elektron kelib urilishi mumkin; bu to'qnashish tufayli bizning atom zarraning ortiqcha energiyasini olib asosiy holatga o'tishi mumkin. Natijada bu holda 0,63 mkm to'lqin uzunlikka ega bo'lgan foton chiqmasligi mumkin. 1S_0 sathdan 1D_2 sathga o'tishda kislorodning barcha atomlari ishtirok etishi mumkin, aksincha 1D_2 sathdan asosiy sathga o'tishda esa faqat ayrim atomlarga rol o'ynashi mumkin. Shuning uchun ham qizil nurlanish intensivligi yashil nurning intensivligiga nisbatan ancha kamdir.

Hozirgi kunda qutb yog'dusining ko'p mexanizmlari tushunarli. Shunga qaramay biz bilmagan sirlar ham ko'p.

Masalan, nima uchun magnitosferaning dumi elektronlarni tezlantiradi va fokuslaydi? Nima uchun tovlanish zonasi oval shaklda, nima uchun qutb yog'dusi ayrim hollarda qasir-qusir shovqinlar bilan bo'ladi? Dengizlarining shu'lalanishi, tirik organizmlarning shu'lalanishi ham lyuminessensiya hodisasi bilan tushuntiriladi. Dengizning shu'lalanishi tirik organizmlarning nurlanishidir. Hozirgi paytda nurlovchi tirik organizmlarni 800 dan ko'p holi aniqlangan. Bakteriyalardan tortib to ayrim baliqlargacha o'zidan nur chiqaradi. Quruqlikda esa har xil hasharotlardan (qo'ng'iz, chivin va b.) tortib to ayrim qushlarga o'zidan nur chiqaradi. Bu nurlanishning mexanizmlari ham lyuminessensiya hodisasi bilan tushuntiriladi.

Savollar:

1. Molekulyar spektrlarning turlari necha xil bo'ladi?
2. Qattiq va noqattiq rotator nima?
3. Garmonik va angarmonik ossilyator tushunchalarini tushuntiring
4. Lyuminessensiya hodisasini tushuntiring.
5. Stoks va antistoks chiziqlari haqida ma'lumot bering.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Ельяшевич М.А., Атомная и молекулярная спектроскопия, М., 1969;
2. Вилков Л. В., Пентин Ю. А., Физические методы исследования в химии.
3. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.
4. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. М.: Мир, 2001, 519 с.
5. М.В. Волкенштейн. Строение и физические свойства молекул. М., 1985
6. <http://www.cultinfo.ru/fultex/>
7. <http://www.ru.wikipedia.org>
8. www.ihtik.lib.ru/books.htm Библиотека Ихтика. Литература по химии.

XII BOB. MOLEKULALARNING TO'LIQ SPEKTRLARI

12.1-§. Molekulalarning elektron spektrlari

Molekulalarning to'liq spektrini ba'zan elektron spektr deb ham yuritiladi, chunki bu spektr molekuladagi elektronlar atomlardagi kabi bir energetik pog'onadan o'tganda paydo bo'ladi. Qo'shni elektron pog'onalarining orasi nisbatan uzoq, shuning uchun unga to'g'ri kelgan kvantning chastotasi ultrabinafsha sohada bo'ladi. Elektron o'tish ro'y bergan paytda u bilan birgalikda aylanma va tebranma o'tishlar ham paydo bo'ladi. Elektron o'tish vaqtida molekulaning deyarli hamma parametrlari ψ , W_e , X_e , V_e lar o'zgaradi. Agar uchala o'tishning o'zaro ta'sir qilishini hisobga olsak V_{um} ni topish ancha qiyin bo'ladi. Shuning uchun ayrim chastotalarning additiv yig'indisi olinadi.

$$\nu = \frac{E'_e + E'_r + E'_o}{h} - \frac{E_e + E_r + E_o}{h} = \frac{E'_e - E_e}{h} + \frac{E'_r - E_r}{h} + \frac{E'_o - E_o}{h} = \nu_e + \nu_r + \nu_o$$

Bu takrorliklar o'zaro ν_e , ν_r , ν_o ko'rinishida bog'langan. Agar elektron o'tish ma'lum pog'onalar orasida ro'y bersa $\nu_e = \text{const}$ deb hisoblash mumkin.

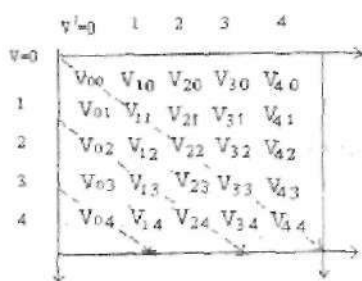
Elektron o'tish bo'lgan hol uchun ν_r bunday o'tish bo'lmagan holdan farq qiladi, chunki W_e , X_e lar o'zgaradi.

$V_a = B_0 I'(I' + 1) - B_0 I(I + 1)$ $V_a \ll V_e$ bo'lgani uchun uni tushirib qoldirsak.

V to'liq = $V_e + W_e(V + 1/2) - W_e X_e(V + 1/2) - W_e(V + 1/2) + W_e X_e(V + 1/2)^2$

Elektron o'tish vaqtida V istalgancha o'zgarishi mumkin tanlash qoidasi aniq emas. Molekula istalgan pastki tebranma pog'onadan istalgan yuqorigi pog'onaga o'tishi mumkin. To'liq spektrni tahlil qilish uchun uni seriyalarga ajratiladi. Seriyalarga ajratish uchun Delandr sistemasidan foydalaniladi (12.1 rasm). Bu sistemaga asos qilib pastki va yuqorigi energetik pog'onalardagi tebranish kvant sonlarining qiymati e'tiborga olinadi.

Ko'ndalang seriyalar chastotalari: yutilish spektriga xos $V = \text{const}$: V' - o'zgaradi. Start-finish misoliga o'xshaydi. Bu seriyalar chiziqlari yutilish spektrida ravshanroq bo'ladi. Bo'ylanma seriyalar $V' = \text{const}$: chastotalari V -o'zgaradi chiqarish spektrida ravshanroq bo'ladi.



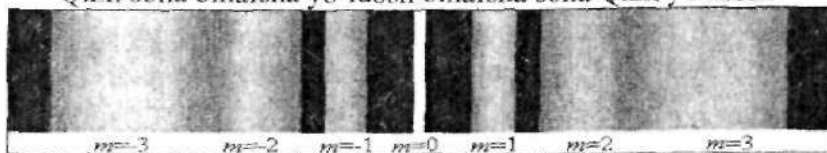
12.1.-rasm Delandr sistemasi

Ko'ndalang seriya chiziqlari molekular bir xil pastki tebranma energetik pog'onadan har xil yuqorigi pog'onaga ko'tarilganda paydo bo'ladi.

Bo'ylanma seriyalar molekular bir xil yuqorigi tebranma energetik pog'onadan har xil pastki pog'onalariga o'tgan paytda hosil bo'ladi.

Diagonal seriyalar chiziqlari uchun pastki pog'onaning ham, yuqoridagi tebranma energetik pog'onaning ham tebranish kvant sonlari istalgancha bo'lishi mumkin. Bo'ylanma seriyalar chiziqlari uchun binafsha soha va qizil yo'ldosh (kombinasion sochilish spektridagi chastotasi moddaga tushayotgan yorug'lik chastotasidan kichik bo'lgan chiziqlar) xarakterlidir. Ko'ndalang seriya chiziqlari to'plami uchun qizil soha va binafsha yo'ldosh (chastotasi katta bo'lgan chiziqlar) xarakterlidir.

Qizil soha binafsha yo'ldosh binafsha soha Qizil yo'ldosh



Ko'ndalang seriyalar chiziqlari Bo'ylanma seriyalar chiziqlari

12.2.-rasm. Ko'ndalang va bo'ylama seriya chiziqlari

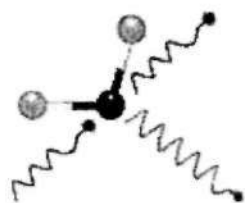
Atomlardagiga o'xshash molekularidagi elektron o'tishlar ultrabinafsha sohada ro'y beradi. O'tish chastotasi atomlar

chastotasiga yaqin. Energiyasi 1 eV dan 20 eV gacha bo'lgan interval oraliqda bo'ladi. Mazkur elektron holat uchun molekulaning to'liq energiyasi atomlar orasidagi masofa, ya'ni molekula qanday tebranma va qanday aylanma energetik pog'onada turganligiga bog'liq.

12.2-§. Nurning sochilishi. Raman effekti

Qattiq, suyuq, gaz agregat holatdagi moddalarga monoxromatik nur bilan yorug'lik tushirilsa, bu moddalar bilan nurlanish maxsus usul yordamida ta'sir qiladi, ya'ni u yutilishi, sochilishi yoki yoyilishi va sinishi mumkin. Shu nurlanishning sochilishi xohlagan agregat holatdagi moddaning molekulyar strukturasi haqida ma'lumot beradi. Agar nurning sochilish chastotasi(to'lqin uzunligi)ni tahlil qiladigan bo'lsak, unda faqat tushayotgan nurning to'lqin uzunligi (Releychasiga sochilishi)ni emas, balki biroz nurlanish qismini boshqa to'lqin uzunligidagi sochilishi (Raman sochilish-Stoks va antistoks chiziqlar) ni ko'rish mumkin. Molekulyar sistemada bu chastotalar asosiy sohada joylashadi va energiyaning aylanma, elektron va tebranma pog'onalariga tegishli bo'ladi. Chastotaning o'zgarishligi bilan boradigan sochilish jarayoniga Releychasiga sochilish deyilib, Lord Reley tomonidan aniqlangan.

Molekuladan shochiladigan yorug'lik bir necha komponentdan iborat: Releychasiga sochilish, Raman sochilish (Stoks va antistoks komponentlar)



Yorug'likning chastotasining o'zgarishiga esa **Raman sochilish** deyiladi Raman yorug'lik fotonlarining yoyilishi ko'p energiyaga yoki kam energiyaga ega bo'lib, molekulaning tebranma holatiga bog'liqdir. Hindistonlik fiziklar Ch.B.Raman va Krishian 1930 yilda Kalkuta universitetida nurning kombinatsion sochilishini o'zining

tajrabalarida aniqlaydilar va shu yili Ramanga Nobel mukofoti beriladi. Nurning kombinatsion sochilishi esa- **Raman effekti** deb

nom oladi. Kombinatsion sohilish hodisasi ko'p atomli murakkab molekulalardagi tebranma va aylanma energetik sanhlarni, molekulalarning tuzilishini o'rganishda keng qo'llaniladi.

12.3-§. Ultrabinafsha (UB) spektroskopiya usuli

UB spektroskopiya moddalarni fizikaviy tadqiq qilish uchun keng imkoniyatlar beradi. Ultrabinafsha va ko'rinadigan sohada organik moddalarning elektromagnit tebranishlarni yutilishiga asoslangan bo'lib, bunda elektronlar bog'lovchi orbitaldan bo'shashtiruvchi orbitalga o'tadi. Molekulaning bu holati qo'zg'algan holat deyiladi. Kvantning yorug'lik bilan ta'sirlanishida energiya yutiladi va elektron pastki pog'onadan yuqori orbitaga o'tadi. Molekulalarda elektronlar yadro bilan mustahkam bog'langan bo'ladi, ularni qo'zg'algan holatga o'tkazish uchun ko'p energiya kerak va kichik to'lqin uzunligiga (120-800nm) ega bo'lgan elektromagnit nurlanishdan foydalaniladi. Ultrabinafsha sohada barcha organik moddalar yutadi. Ultrabinafsha nurlanish chastotasi $8 \cdot 10^{14}$ - $6 \cdot 10^{16} \text{ s}^{-1}$ ga teng..

Ultrabinafsha sohadagi elektromagnit tebranishlarni yutilishiga sabablilarga xromoforlar deyiladi. Siljish uzun to'lqinlar tomoniga borsa **batoxrom**, qisqa to'lqinlar tomoniga borsa **gipsoxrom** siljish deyiladi. Asosy xromoforlar 200-800 nm oraligi da yutadi

Ultrabinafsha spektrlar spektrometrlarda aniqlanadi. Erituvchi sifatida toza geksan, geptan, suv etanol, dioksan kabi erituvchilar qo'llaniladi.

Savollar:

1. Molekulalarning elektron spektrlari deb nimaga aytiladi?
2. Ko'ndalang va bo'ylanma seriya chiziqlari qachon paydo bo'ladi?
3. Delandr sistemasini tushuntiring.
4. Ultrabinafsha spektroskopiya qayerda qo'llaniladi?
5. Raman effekti deb nimaga aytiladi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.

2. Степанов И.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. М.: Мир, 2001, 519 с.

3. Волькенштейн М.В. Строение и физические свойства молекул. М., 1985.

4. Фабелинский И. Л. Комбинационному рассеянию света - 70 лет (Из истории физики) // Успехи физических наук.- 1998.- Т. 168, №12.- С. 1342-1360.

5. www.ihtik.lib.ru/books.htm Библиотека Ихтика. Литература по химии.

6. <http://www.ru.wikipediya.org>.

Mustaqil ishlash uchun testlar

1. Spektr deb nimaga aytiladi?

A. Prizmadan o'tgan yorug'lik oqimining aniq to'lqin uzunligiga ega bo'lgan qismi.

B. Prizmadan o'tgan yorug'lik oqimining aniq to'lqin soniga ega bo'lgan qismi.

C. Prizmadan o'tmagan yorug'lik oqimining aniq to'lqin chastotasiga ega bo'lgan qismi.

D. Prizmadan o'tgan yorug'lik oqimining aniq to'lqin uzunligiga ega bo'lmagan qismi.

2. Protonning massasini kim aniqladi?

A. Malliken B. Zommerfel'd C. Gol'shteyn D. Shedvig

3. Balmer serisida elektronlar qaysi orbitadan qaysi biriga ko'shadi?

A. 4,5,6 – orbitadan 2 orbitaga B. 3,4,5 – orbitadan 2 orbitaga

C. 4,5,6 – orbitadan 3 orbitaga D. 4,5,6 – orbitadan 1 orbitaga

4. Ridberg konstantasi va uning formulasini ko'rsating.

A. $1,096775 \text{ sm}^{-1} R = \frac{2\pi^2 me^4}{h^3 C}$ B. $109,6775 \text{ sm}^{-1} R = \frac{2\pi^2 me^4}{h^3 C}$

C. $1096775 \text{ sm}^{-1} R = \frac{2\pi^2 me^4}{h^3 C}$ D. $2,096775 \text{ sm}^{-1} R = \frac{2\pi^2 me^4}{h^3 C}$

5. Leptonlar sinfiga qaysi oilalar kiradi?

A. mezon va barion B. elektron

C. elektron va myuon D. myuon va pion

6. M. Plank tenglamasini belgilang.

A. $E = \lambda \cdot h \cdot \nu$ B. $E = h \cdot C$ C. $E = h \cdot \nu$ D. $\nu = \frac{c}{\lambda}$

7. Elektronning antizarrachasi qaysi?

A. elektron neytrino B. Antizarrachasi yo'q

C. pozitron D. proton

8. Massa deffekti deb nimaga aytiladi?

A. Massaning o'zgarishligi.

B. Yadroning bog'lanish energiyasiga ekvivalent bo'lgan massa miqdoriga. C. Massaning kamayib ko'payishi.

D. To'g'ri javob yo'q.

9. Litiy molekulasining (Li_2) molekulyar orbitalini aniqlang?

A. $(\sigma 1s)^2(\sigma^* 1s)^2(\sigma 2s)^2$ C. $(\sigma 1s)^2(\sigma^* 1s)^2(\sigma 2s)$

B. $(\sigma 1s)^2(\sigma^* 1s)(\sigma 2s)^2$ D. $(\sigma 1s)^2(\sigma^* 1s)^2(\sigma^* 2s)^2$

10. Infraqizil sohada qaysi seriyadagi spektrlar topilgan?

A. Brekket B. Pashen va Pfunda

C. Pashen, Brekket, Pfunda D. Layman va Pashen

11. Qaysi elementar zarrachalar mezonlar oilasiga mansub?

A. Mezon va neytron B. Pion, kaon va η -mezonlar

C. Foton, Proton, neytron D. foton, elektron va elektron neytrinosi

12. Pashen seriyasida elektronlar qaysi orbitadan qaysi biriga kushadi?

A. 5,6,7 – orbitadan 3 orbitaga B. 4,5,6 – orbitadan 3 orbitaga

C. 5,6,7 – orbitadan 2 orbitaga D. 5,6,7 – orbitadan 4 orbitaga

13. ZrF_4 ning fazoviy shakli qanday?

A. Pentogonal bipiramida B. Pentogonal piramida

C. Kvadrat antiprizma D. Oktaedr

14. Ionlanish potentsiali nima?

A. Atomdan elektronni chiqarish ushun sarflangan kuch

B. Atomdan elektronni urib chiqarish ushun sarflangan energiya

C. Atomga elektronni urib kiritish ushun sarflangan energiya

D. Atom bitta elektron biriktirib olib barqaror manfiy zaryadga aylanishi ushun chiqargan energiya

15. Yorug'lik difraksiyasi deb nimaga aytiladi?

A. Yorug'likning to'siqdan o'tmasdan, tor tirqishdan o'tib tarqalish hodisasi.

B. Yorug'likni to'siqdan o'tishi va tor tirqishdan o'tib tarqalish hodisasi.

C. Yorug'likni to'siqdan o'tishi va tor tirqishdan o'tib tarqalmaslik hodisasi.

D. Yorug'likning to'siqdan o'tishi va tor tirqishdan o'tib kushayish hodisasi.

16. ds^2 gibridlanishda bog' burchagi qanday bo'ladi?

A. 109 B. 90 C. 120 D. 109 $\sqrt{2}$

17. Spektral term nima?

A. Triplet chiziqlar a'zosi B. Algebraik tenglamalar a'zosi
C. Seriya chiziqlari D. Fraungofer chiziqlari

18. Elektronni ifodalovshi 'f' harfining ma'nosi nima?

A. Diffuziya B. Bosh
C. Fundamental D. Asosiy

19. Yorug'likning dualistik tabiatga ega ekanligini qaysi olim va qachon kashf etgan?

A. 1927-yil A.G.Stoletov B. 1925-yil Shredengir
C. 1924-yil De-Broyl D. 1924-yil Geyzenberg

20. Fotonlarning elektronlar bilan ta'sirlashishi natijasida tarqalishi nima deyiladi?

A. Shtark effekti B. Zeeman effekti
C. Fotoeffekt D. Kompton effekti.

21. Yorug'likning qutblanishi nima?

A. Yorug'likning magnit maydonida, prizmadan o'tib sinib ajralishi.

B. Yorug'likning elektr maydonida, prizmadan o'tib sinib ajralishi.

C. Yorug'likning magnit va elektr maydonida prizmadan o'tib sinib ajralishi.

D. Yorug'likning magnit va elektr maydonida, prizmadan o'tib sinib tarqalmasligi.

22. Layman serisida elektronlar qaysi orbitadan qaysi biriga ko'shadi?

A. 4,5,6 – orbitadan 2 orbitaga B. 2,3,4 – orbitadan 1 orbitaga
C. 3,4,5 – orbitadan 2 orbitaga D. 4,5,6 – orbitadan 3 orbitaga

23. Fraungofer chiziqlari qachon topilgan?

A. 1847-yil B. 1917-yil C. 1887-yil D. 1817-yil

24. Myuon oilasiga qaysi elementar zarrachalar kiradi?

A. Mezonning o'zi va neytron B. Kaon, mezon va neytrino
C. Mezonning o'zi va neytrinosi D. Mezonning o'zi va proton

25. Kislrorod molekulasining (O_2) molekulyar orbitalini aniqlang?

A. $(\sigma 1s)^2(\sigma^* 1s)^2(\sigma 2s)^2(\sigma^* 2s)^2(\sigma 2p_z)^2(\sigma 2p_x)^2(\pi 2p_x)^2(\pi^* 2p_x)(\pi^* 2p_x)$

B. $(\sigma 1s)^2(\sigma^* 1s)^2(\sigma 2s)^2(\sigma^* 2s)^2(\pi 2p_x)^2(\pi 2p_x)^2(\sigma 2p_x)^2(\pi^* 2p_x)(\pi^* 2p_x)$

- C. $(\sigma 1s)^2(\sigma^* 1s)^2(\sigma 2s)^2(\sigma^* 2s)^2(\sigma 2p_z)^2(\pi 2p_x)^2(\pi 2p_y)^2(\pi^* 2p_x)^2$
 D. $(\sigma 1s)^2(\sigma^* 1s)^2(\sigma 2s)^2(\sigma^* 2s)^2(\sigma 2p_z)^2(\pi 2p_x)^2(\pi 2p_y)^2(\pi^* 2p_x)^2(\pi^* 2p_y)^2$

26. Xidaki – Yukava nazariyasi nimani ifodalaydi?

- A. Atom tuzilishi va elementar zarrachalarga tegishli
 B. Fazoviy modellarni
 C. Spektroskopiyani
 D. Dielektrik singdiruvshanlik va sindirish ko'rsatgichini.

27. Elektronning absolyut zaryadi nechaga teng?

- A. $1,602 \cdot 10^{19}$ Kl B. $1,602 \cdot 10^{-28}$ Kl C. -1 D. $1,602 \cdot 10^{-19}$ Kl

28. d^3sr gibridlanishda bog burchagi qancha bo'ladi?

- A. $109^{\circ}28'$ B. 120° C. 109° D. 90°

29. Termotrop suyuq kristallar neshga sinfga bo'linadi?

- A. 2 ta sinfga: nematik, smektik
 B. 3 ta sinfga: nematik, smektik va xolesterik
 C. 2 ta sinfga: nematikva xolesterik
 D. 3 ta sinfga: liotrop smektik va xolesterik

30. Neytronning massasini kim va qachon aniqladi?

- A. 1932-yil Shedvig B. 1909-yil Gol'shteyn
 C. 1909-yil Malliken D. 1916-yil Zommerfel'd

31. Brikket seriyasida elektronlar qaysi orbitadan qaysi biriga to'chadi?

- A. 5,6 – orbitadan 4 orbitaga B. 3,4,5 – orbitadan 1 orbitaga
 C. 4,5,6 – orbitadan 2 orbitaga D. 4,5,6 – orbitadan 3 orbitaga

32. Suyuq kristall tushunchasini fanga kim kiritgan?

- A. 1934-yil Truton B. 1904-yil Otto Leman
 C. 1934-yil Koul'son D. 1934-yil Kompton

33. Ko'p elektronli atomlarning ionlanish potentsiali qaysi formula bilan ifodalanadi?

- A. $I = 13,6 \frac{Z}{n}$ B. $I = 13,6 \frac{Z^2}{n}$ C. $I = 13,6 \frac{Z}{n^2}$ D. $I = 13,6 \frac{Z^2}{n^2}$

34. Moddalar tuzilishida radiusning neshga xili farqlanadi?

- A. 4 xil atom ion kovalent va Vander – Vaals
 B. 4 xil atom ion kovalent va effektiv
 C. 3 xil atom ion kovalent
 D. radius farqlanmaydi

35. Spektrdagi yagona chiziq nima deb aytiladi?
 A. Kvadruplet B. Singlet C. Multiplet D. Triplet
36. CO molekulasida gibridlanishning qanday turi mavjud.
 A. sp^3 B. sp^3d C. sp D. gibridlanish mavjud emas
37. d^3s gibridlanishda bog' burchagi qancha bo'ladi?
 A. 109°28' B. 90° C. 109° D. 120°
38. Zeeman effekti deb nimaga aytiladi?
 A. Moddaning normal sharoitdagi holati
 B. Nurning elektr maydondagi to'liqlarining holati.
 C. Moddaning magnit maydondagi holati haqidagi effekt
 D. Moddaning elektr to'liqlar ta'siridagi o'zgarishi
39. Vodород atomining ionlanish energiyasi qaysi formula orqali aniqlanadi?
 A. $I = m \cdot e^4 / h^2$ B. $I = m \cdot e^2 / h$ C. $I = m^2 \cdot e^4 / h^2$ D. $I = m \cdot e^4 / h^4$
40. Yorug'lik interfrensiyasi deb nimaga aytiladi?
 A. Yorug'liklarning qo'shilib bir-birini kuchaytirish hodisasi.
 B. Yorug'liklar impulsining qo'shilib bir-birini susaytirish hodisasi.
 C. Kogerent to'liqlar chastotasining qo'shilib bir-birini kuchaytirish hodisasi.
 D. Kogerent to'liqlarning qo'shilib bir-birini kuchaytirish yoki susaytirish hodisasi.
41. Orbital kvant son tushunchasini kim va qachon fanga kiritdi?
 A. 1916-yil N. Bor B. 1913-yil N. Bor
 C. 1916-yil Zommerfel'd D. 1909-yil Malliken
42. Qanday zarralar Adronlar oilalariga mansub?
 A. Mezon va barionlar B. Elektron va myuon
 C. Barion va lepton D. mezon va lepton
43. Azot molekulasining (N_2) molekulyar orbitalini aniqlang?
 A. $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\sigma^* 2p_x)^2 (\sigma 2p_y)^2$
 B. $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\pi 2p_x)^2 (\pi 2p_y)^2$
 C. $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma 2p_z)^2 (\sigma 2p_x)^2 (\sigma 2p_y)^2$
 D. $(\sigma 1s)^2 (\sigma^* 1s)^2 (\sigma 2s)^2 (\sigma^* 2s)^2 (\sigma^* 2p_z)^2 (\sigma^* 2p_x)^2 (\sigma^* 2p_y)^2$

44. Proton, neytron va giperonlar qaysi oilaga kiradi?
 A. Barion B. Mezon C. Elektron D. Lepton
45. Atom orbitallarning gibridlanish konsepsiyasini kim yaratdi?
 A. Truton B. Bashinskiy C. L. Poling D. Kistyakovskiy
46. De-Broyl qanday nazariya asoschisi?
 A. Kvant nazariya B. Dualistik nazariya
 C. Korpuskulyar nazariya D. To'liqning zarracha ekanligi
47. Kimyoviy bog'lari qutbli, lekin shunday bog'lardan tashkil topgan molekulalar qutbsiz bo'lishining sababini qaysi holat to'g'ri tushuntiradi?
 A. markaziy atom bilan boglangan atomlar qutbining vektorlari yig'indisi maksimal qiymatga ega bo'lishi kerak
 B. molekuladagi bog'larning qutblari vektori orasidagi burchak past simmetriyaga ega bo'lishi kerak
 C. molekuladagi qutbli bog'lar yo'nalishi simmetriyasi yuqori darajada bo'lishi kerak
 D. molekuladagi bog'larning qutblari vektori orasidagi burchak nolga teng bo'lishi kerak
48. Elektronni ifodalovchi 'p' harfining ma'nosi nima?
 A. Asosiy B. To'satdan C. Diffuziya D. Bosh
49. Shtark effekti nima?
 A. Nurning magnit maydondagi holati
 B. Agar nurlanayotgan atom elektr maydoniga kiritilsa, optik chiziqlar parshalanishi
 C. Moddaning magnit va elektr maydonidagi holati
 D. Elektr maydonning to'liq ta'siridagi o'zgarish
50. Elektronning zaryad qiymatini kim va qachon aniqladi?
 A. 1909 y Gol'shteyn B. 1909 yil Malliken
 C. 1932 yil Shedvig D. 1916 yil Zommerfel'd
51. Fazoviy modellar nisha xil bo'ladi?
 A. 4 xil (Vant – Goff, Nyumen, Fisher, Dreyding)
 B. 3 xil (Nyumen, Fisher, Dreyding)
 C. 2 xil (Nyumen, Dreyding)
 D. 3xil (Sleyter, Nyumen, Dreyding)

52. Kim va qachon elektron difraksiyasini kuzatib uni to'liqin xossaga ega deb aytdi?

- A. 1827-yilda Geytler va London
- B. 1927-yilda Malliken va Jermer
- C. 1827-yilda Devisson va Malliken
- D. 1927-yilda Devisson va Jermer

53. "Plazma" terminini kim va qachon fanga kiritdi?

- A. 1928-yilda Lengmyur va Tonks
- B. 1823-yilda Lengmyur va Kryuks
- C. 1923-yilda Lengmyur va Tonks
- D. 1923-yilda Kryuks va Tonks

54. Elektronlarning bir xilda teng taqsimlanishiga nima deyiladi?

- A. Lokallashish
- B. Qo'shilish
- C. Gibridlanish
- D. Delokallashish

55. d-d qoplanish natijasida qanday bog' hosil bo'ladi?

- A. σ va δ
- B. π va δ
- C. π va φ
- D. δ

56. Elektronni ifodalovshi 'd' harfining ma'nosi nima?

- A. Asosiy
- B. Fundamental
- C. Bosh
- D. Diffuziya

57. Stereokimyo fani nimani o'rganadi?

- A. Birikmalarning energetik holatini
- B. Birikmalarning agregat holatini
- C. Birikmalarning struktura va elektron tuzilishini
- D. Birikmalarning fazoviy tuzilishini

58. To'liqin soni deb nimaga aytiladi?

- A. Bir dona to'liqin chastotasining belgilanishi.
- B. Bir dona to'liqinning 1 m dagi uzunligi.
- C. Bir sm uzunlikdagi to'liqinlar soniga aytiladi.
- D. To'liqin soni degan kattalik yo'q.

59. Spektrdagi yaxlit ko'ringan chiziq nima deb aytiladi?

- A. Singlet
- B. Kvadruplet
- C. Multiplet
- D. Dublet

60. Yorug'lik dispersiyasi deb nimaga aytiladi?

A. Moddalar nur sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'liqin soniga bog'liq bo'lishiga

B. Moddalar nur sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'liq uzunligi (chastotasi)ga bog'liq bo'lmashligiga.

C. Moddalar nur sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'liq impulsiga bog'liq bo'lishiga.

D. Moddalar nur sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'liq uzunligi (chastotasi)ga bog'liq bo'lishiga.

61. Qaysi formula radioaktiv yemirilish qonunini ifodalaydi?

A. $N=N_0 e^{-\lambda t}$ B. $N=N_0 e^{-\lambda \nu t}$ C. $N=N_0 e^{-\lambda \lambda t}$ D. $N=N_0 e^{-\lambda \lambda t}$

62. Molekulyar orbitalda kimyoviy bog'ni hosil bo'lishini ko'rsatuvshi bog'lanish tartibi qaysi formula bilan ifodalanadi?

A. $N = \frac{n_{bog} - n_{bo'sh}}{2^2}$ B. $N = \frac{n_{bog} - n_{bo'sh}}{4^2}$

C. $N = \frac{n_{bo'sh}}{2}$ D. $N = \frac{n_{bog} - n_{bo'sh}}{2}$

63. Molyar refraksiya nima?

A. Yuqori chastotada molekularning ion qutblanuvchanligi

B. Yuqori chastotada molekularning elektron qutblanuvchanligi

C. Yuqori chastotada molekularning atom qutblanuvchanligi

D. Past chastotada atom va molekularning elektron qutblanuvchanligi

64. Lanjevan -Debay formulasini ko'rsating.

A. $\frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} \cdot \frac{M}{d} = \frac{4}{3} \pi N_0 \left(\alpha + \frac{\mu^2}{3KT} \right)$

B. $\frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} \cdot \frac{M}{d} = \frac{4}{3} \pi N$

C. $\frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} \cdot \frac{M}{d} = \frac{4}{3} \pi N (d_{\text{at}} + d_{\text{om}} + \frac{\mu^2}{3KT})$

D. $\frac{M}{d} = \frac{4}{3} \pi N (d_{\text{at}} + d_{\text{om}} + \frac{\mu^2}{3KT}) = R$

65. Harakat miqdori momenti bilan orbital kvant soni o'rtasidagi bog'liqlik formulasini ko'rsating?

A. $mVr = 3l \sqrt{3+l^2} \frac{1}{2\pi}$ C. $mVr = \sqrt{1+l} \frac{h}{2\pi}$

B. $mVr = \frac{1}{l} \sqrt{3+l} \frac{1}{2\pi}$ D. $mVr = 2l \sqrt{2+l^2} \frac{1}{2\pi}$

66. Yadro radiusi qaysi formula bilan hisoblanadi?

A. $R=r_0A^{1/3}$ B. $R=r_0A^{2/3}$ C. $R=r_0^2A^{1/3}$ D. $R=r_0^2A^{2/3}$

67. Yadro bog'lanish energiyasi qaysi formula bilan hisoblanadi?

A. $E=[Zm_p+(A-Z)m_{y_a}-m_p]s^2$ B. $E=[Zm_p+(A+Z)m_p-M_{y_a}]s^2$

C. $E=[Zm_p+(A-Z)m_{y_a}-m_n]s^2$ D. $E=[Zm_p+(A-Z)m_p-m_n]s^2$

68. PCl_5 ning fazoviy shakli qanday?

A. Kvadrat antiprizma B. Tetraedr C. Oktaedr D. Piramida

69. Vodородning ultrabinafsha sohada qaysi seriyadagi spektrlari topilgan?

A. Brekkt B. Layman va Pfunda

C. Balmer, Brekkt, Pfunda D. Layman

70. Foton qancha vaqt yashaydi?

A. $1,6 \cdot 10^{-10}$ Sek B. Cheksiz C. $1,7 \cdot 10^{-10}$ sek D. $3,4 \cdot 10^{-6}$ sek

71. Elementar zarralar qanday hossalarga qarab sinflarga bo'linadi?

A. Spiniga

B. Masssiga

C. Zaryadiga

D. Yashash davriga

72. Qaysi olim yorug'lik bo'shliqda (vaakumda) $3 \cdot 10^8$ m/s tezlik bilan tarqaluvchi elektromagnit to'lqinlardan iboratligini nazariy isbotladi:

A. 1875-yilda Maliken

B. 1873-yilda Maksvell

C. 1973-yilda Maliken

D. 1875-yilda Maksvell

73. Bosh kvant soni tushunshasini kim va qachon fanga kiritdi.

A. 1916-yil N.Bor B. 1913-yil N.Bor

C. 1916-yil Zommerfel'd D. 1909-yil Malliken

74. Taqsimlanmagan elektron juftlarning itarilish modelini kim yaratgan.

A. Laynus Poling B. Pauli

C. Nevel Sidjvik D. Ronald Gillespe

75. De – Broyl to'liqini qachon kashf etilgan?

A. 1894 B. 1914 C. 1904 D. 1924

76. Ikki atomli molekulaning orbitallarining energiyasi qanday tartibda ortadi?

A. $\sigma 1s < \sigma^* 1s < \sigma 2s < \sigma^* 2s < \sigma 2p < \pi 2p_x (= \pi 2p_y = \pi^* 2p_x < \pi^* 2p_y$

B. $\sigma 1s = \sigma^* 1s = \sigma 2s < \sigma^* 2s < \sigma 2p; \sigma 2p < \pi 2p_x (= \pi 2p_y < \pi^* 2p_x < \pi^* 2p_y$

C. $\sigma 1s < \sigma^* 1s < \sigma 2s < \sigma^* 2s < \sigma 2p; \sigma 2p < \pi 2p_x (= \pi 2p_y < \pi^* 2p_x < \pi^* 2p_y$

D. $\sigma 1s < \sigma^* 1s < \sigma 2s = \sigma^* 2s = \sigma 2p; \sigma 2p < \pi 2p_x (= \pi 2p_y < \pi^* 2p_x < \pi^* 2p_y$

77. Annigilyatsiya hodisasi qachon sodir bo'ladi?

A. Bir xil ionlar to'qnashganda

B. Ikkita zarrachalar urilganda

C. Zarracha o'zining antizarrachasi bilan to'qnashganda

D. Pozitron bilan elektron to'qnashganda

78. Spektrdagi to'rtta ko'ringan chiziq nima deb aytiladi?

A. Dublet B. Kvintet C. Multiplet D. Kvadruplet

79. Quyidagi qaysi zarrachaning antizarrachasi yo'q?

A. Pozitron B. Foton C. Elektron D. Proton

80. Yorug'likning korpuskulyar nazariyasini kim yaratgan?

A. Gyugens B. Nyuton C. Gers D. Stoletov

81. YAMR spektroskopiya qaysi nurlar chastotasida ishlaydi?

A. radiochastota

B. mikroto'liqlik nurlar

C. ko'zga ko'rinuvshi nurlar

D. α -nurlar

82. EPR spektroskopiya qaysi nurlar chastotasida ishlatiladi?

A. mikroto'liqlik nurlar C. ko'zga ko'rinuvshi nurlar

B. radioshashtotalar D. α -nurlar

83. Xidaki – Yukava nazariyasi nimani ifodalaydi?

A. Atom tuzilishi ba elementar zarrachalarga tegishli.

B. Dielektrik singdiruvchanlik ba sindirish ko'rsatkichi.

C. Fazoviy modellarga D. Modda tarkibidagi funksional guruhlarga tegishli

84. 500 m/sek tezlikda hararatlanayotgan 10 g massali o'q uchun De-Broyl to'liqin uzunligini hisoblang.

A. $2,67 \cdot 10^{-30}$

B. $2,67 \cdot 10^{-31}$

C. $1,67 \cdot 10^{-31}$ D. $2,32 \cdot 10^{-31}$

85. $7 \cdot 10^6$ sm/sek tezlik bilan harakatlanayotgan neytron uchun De-Broyl to'liq uzunligini hisoblang.

A. $3,8 \cdot 10^{-34}$ B. $2,67 \cdot 10^{-34}$

C. $1,67 \cdot 10^{-34}$ D. $2,32 \cdot 10^{-34}$

86. Molekulyar orbitalda kimyoviy bog'ni hosil bo'lishini ko'rsatuvchi bog'lanish tartibi qaysi formula bilan ifodalanadi?

A. $N = \frac{n_{\text{bos}} - n_{\text{osim}}}{2^2}$ B. $N = \frac{n_{\text{bos}}}{2}$

C. $N = \frac{n_{\text{osim}}}{2}$ D. $N = \frac{n_{\text{bos}} - n_{\text{osim}}}{2}$

87. Ridberg konstantasining formulasini ko'rsating.

A. $R = \frac{2\pi^2 m}{h^3 C}$ B. $R = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3 C}$

C. $R = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3}$ D. $R = \frac{2m e^4}{h^3 C}$

88. Bor nazariyasi bo'yicha elektronning umumiy energiyasi qaysi formula bilan ifodalanadi.

A. $E = \frac{2\pi^2 m e^4}{2} \cdot \frac{1}{n^2}$ B. $E = \frac{2m e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$

C. $E = \frac{2\pi^2 e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$ D. $E = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2}$

89. Elektronni yadroga tushirish uchun qanday omil zarur?

A. Barchasi B. Kuch C. Energiya D. Ish

90. CO molekulasida gibridlanishning qanday turi mavjud.

A. sp^2 B. sp^3d C. gibridlanish mavjud emas D.

sp

91. Atomda 3 ta kvant soni (n,l,m) teng bo'lgan nechta elektron bo'lishi mumkin?

A. 20 B. 14 C. 12 D. 18

92. Atomda bosh kvant soni teng bo'lgan maksimal elektronlar soni nechta bo'lishi mumkin.

A. 50 B. 8 C. 18 D. 32

93. Bo'shashtiruvchi orbitallarning hosil bo'lishi ushun atom orbitallar qanday qoplanadi?

A. Elektronlarning spini parallel bo'ladi.

- B. Elektronlar bir xil zaryadli tomoni bilan qoplanadi.
 C. Elektronlar qarama-qarshi zaryadli tomoni bilan qoplanadi.
 D. Elektronlar antiparallel bo'ladi.
94. Atom orbitallarining chiziqli kombinatsiyasi nima?
 A. atom orbitallar usuli. B. valent bog'lanishlar usuli.
 C. bog'lanish nazariyasi. D. molekulyar orbitallar usuli.
95. FES va RES nima?
 A. foto va rentgenoelektron spektroskopiya B. Fotoeffekt
 C. Spektroskopiyaning ko'rinishlari D. Bunday termin yo'q
 E) Modda tuzilishining bo'limlari
96. Yadroning negizi proton va neytrondan iborat bo'lib, ularni nuklon deb ataymiz. Nuklon so'zining ma'nosi nima?
 A. o'zak B. proton C. yadro D. asoschi
97. H_α uchun ϵ ning qiymati nechaga teng bo'ladi?
 A. $3,03 \cdot 10^{-9}$ J B. $3,103 \cdot 10^{-19}$ J
 C. $13,03 \cdot 10^{-19}$ J D. $3,03 \cdot 10^{-19}$ J
98. Agar misning zichligi $8,93 \text{ g/sm}^3$ bo'lsa, atom massasi 63,55 bo'lgan hol uchun bir dona mis atomining hajmini hisoblang.
 A. $1,182 \cdot 10^{-23} \text{ sm}^3$ B. $1,82 \cdot 10^{-23} \text{ sm}^3$
 C. $1,12 \cdot 10^{-23} \text{ sm}^3$ D. $1,1 \cdot 10^{-23} \text{ sm}^3$
99. Yod va xlor molekularida atomlar o'rtasidagi masofa $2,67 \cdot 10^{-10}$ va $1,99 \cdot 10^{-10}$ m bo'lsa I-Cl molekulasida bog' uzunligini toping.
 A. $2,33 \cdot 10^{-12}$ m B. $2,33 \cdot 10^{-11}$ m
 C. $2,33 \cdot 10^{-10}$ m D. $2,33 \cdot 10^{-20}$ m
100. Protonning boshqa atomlarga nihoyatda yuqori qutblantiruvchi ta'sirining sababi qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?
 A. protonning to'liqin xossaga ega ekanligi
 B. proton zaryadining shar ifodasi bo'yisha bir tekisda taqsimlanganligi
 C. protonning gidratlashga moyilligi D. proton radiusining nihoyatda kichikligi
101. Moddalarning rangga ega bo'lishida sabab nima?

- A. Ion radiusiga bog'liq B. Moddaning turli xil nurlarni yutishi
 C. Nurning to'liq uzunligiga bog'liq
 D. Kationlarning ta'sirida anionlarning qutblanishi
102. SO_2 ushun elektr dipol momenti $5,4 \cdot 10^{-30}$ Kl. m ga teng bo'lsa S-O bogning dipol uzunligini toping.
 A. $1,349 \cdot 10^{-10}$ B. $3,349 \cdot 10^{-10}$ C. $3,349 \cdot 10^{-11}$ D. $1,349 \cdot 10^{-11}$
103. II davr elementlaridan qaysilari paramagnit xossasiga ega?
 A. B, O B. Li, Be C. N, F D. O, F
104. Uglarod molekulasida nechta bog'lovchi va bo'shashtiruvchi elektronlar bor?
 A. 4;6 B. 6;4 C. 8;4 D. 6;2
105. N_2 ning bog'lanish tartibi nechaga teng?
 A. 1,5 B. 1 C. 0,5 D. 3
106. Brom atomining kovalent radiusi $0,114$ nmga teng. Agar vodorod atomining kovalent radiusi $0,03$ nmga teng bo'lsa, brom molekulasida va vodorod bromidagi yadroaro masofalarni aniqlang.
 A. $0,258; 0,114$ B. $0,114; 0,053$ C. $0,117; 0,372$ D. $0,228; 0,144$
106. 1 sm/sek bilan harakatlanayotgan toshbaqa ushun De-Broyl to'liq uzunligini hisoblang.
 A. $2,32 \cdot 10^{-31}$ B. $2,67 \cdot 10^{-31}$
 C. $1,67 \cdot 10^{-31}$ D. $6,6 \cdot 10^{-30}$
107. 90 kg massali 2 m/sek tezlik bilan harakatlanayotgan odam uchun De-Broyl to'liq uzunligini hisoblang.
 A. $2,67 \cdot 10^{-20}$ B. $3,6 \cdot 10^{-20}$
 C. $1,67 \cdot 10^{-20}$ D. $2,32 \cdot 10^{-20}$
108. Valent bog'lanishlar nazariyasining kamchiligi nimada?
 A. U bog'ning yo'naluvchanligini tushuntir olmaydi.
 B. U gibridlanishni tushuntir olmaydi.
 C. U bog'ning to'yinuvchanligini tushuntir olmaydi.
 D. U bir elektronli bog' hosil bo'lishini tushuntirib ber olmaydi.
109. Molekulyar orbitalar usulining afzalligi nimada?
 A. U gibridlanishni tushuntiradi.
 B. U bir elektronli bog' hosil bo'lishini tushuntiradi.

- C. U bog'ning to'yinuvchanligini tushuntiradi.
D. U bog'ning yo'naluvchanligini tushuntiradi.

110. Bo'shashtiruvchi orbitallarning hosil bo'lishi ushun atom orbitallar qanday qoplanadi?

- A. Elektronlarning spini parallel bo'ladi.
B. Elektronlar bir xil zaryadli tomoni bilan qoplanadi.
C. Oldindan aniqlab bo'lmaydi.
D. Elektronlar qarama-qarshi zaryadli tomoni bilan qoplanadi.

111. Vodород atomida Balmer seriyasi ushun ajralib chiqadigan nurning to'lqin uzunligini aniqlang.

- A. 3861 \AA^0 B. 5861 \AA^0
C. 6861 \AA^0 D. 7861 \AA^0

112. Molekulaning kimyoviy reaksiyaga kirishish qobiliyatini qanday aniqlash mumkin?

- A. molekulaning geometrik holatidan
B. molekulyar tuzulishdan
C. molekulyar diagramma tahlilidan
D. molekulaning diagrammasi va geometrik holatidan

113. IOF_6 ning fazoviy ko'rinishi qanday?

- A. Oktaedr B. Tetraedr
C. Pentagonal bipiramidal D. Piramida

114. Elektronning absolyut zaryadi nechaga teng?

- A. $1,602 \cdot 10^{19} \text{ Kl}$ B. $1,602 \cdot 10^{-28} \text{ Kl}$ C. $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ D. -1

115. ^{235}U radiusi $7,5 \cdot 10^{-15}$ bo'lsa uran atomining zichligini g/sm^3 da zichligini toping.

- A. $2,2 \cdot 10^{-15} \text{ g/sm}^3$ B. $2,2 \cdot 10^{-14} \text{ g/sm}^3$ C. $2,2 \cdot 10^{-16} \text{ g/sm}^3$
D. $2,2 \cdot 10^{-17} \text{ g/sm}^3$

116. ^{222}Rn chiqarayotgan α zarrachaning kinetik energiyasi 5,5 MeV bo'lsa, uning tezligini toping.

- A. $v=1,63 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ B. $v=1,67 \cdot 10^7 \text{ m/s}$
C. $v=1,66 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ D. $v=1,64 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

117. BF_3 strukturasi ifodalang. Molekuladagi atomlar orasidagi bog'ning xarakteri qanday?

A. BF_3 molekulasi strukturasi tekislikda, uchta σ -bog', bog'lar o'rtasidagi burchak 120^0

B. BF_3 molekulasining strukturasi chiziqli, uchta σ -bogʻ, bogʻlar oʻrtasidagi burchak 180° .

C. BF_3 molekulasining strukturasi fazoviy, uchta σ -bogʻ, bogʻlar oʻrtasidagi burchak $104,5^\circ$

D. BF_3 molekulasining strukturasi tekislikda, ikkita σ -bogʻ va bitta π -bogʻ, bogʻlar oʻrtasidagi burchak 120°

118. SO_2 molekulasini markaziy atomining gibridlanish tipi qanday?

A. sp B. sp^2 C. sp^3d D. sp

119. Konformatsiya deb nimaga aytiladi?

A. Bogʻlanish tartibi, bogʻ uzunligi va valent burchagining oʻzgarishligi saqlangan holda atomlarning bogʻ atrofidan aylanishidan organik molekulaning qabul qilgan geometrik shakli

B. Molekulaning unga yorugʻlik nuri kvanti taʼsir ettirilganidan keyingi geometrik shakli

C. Valent burchagining oʻzgarishligi saqlangan holda atomlarning bogʻ atrofidan aylanishidan organik molekulaning qabul qilgan geometrik shakli

D. Molekulaning unga issiqlik taʼsir ettirilganidan keyingi geometrik shakli

120. KMnO_4 molekulasini markaziy atomining gibridlanish tipi qanday?

A. sp^3d^2 B. sp^3d C. sp^3d^3 D. sp^3

121. Yorugʻlik dispersiyasi deb nimaga aytiladi?

A. Moddalar nur sindirish koʻrsatkichining yorugʻlik toʻlqin soniga bogʻliq boʻlishiga

B. Moddalar nur sindirish koʻrsatkichining yorugʻlik toʻlqin uzunligi (chastotasi)ga bogʻliq boʻlmashligiga

C. Moddalar nur sindirish koʻrsatkichining yorugʻlik toʻlqin impulsiga bogʻliq boʻlishiga

D. Moddalar nur sindirish koʻrsatkichining yorugʻlik toʻlqin uzunligi (chastotasi)ga bogʻliq boʻlishiga

122. Litiy toʻlqin uzunligi 589 nm boʻlgan monoxromatik yorugʻlik bilan yoritilsa, fotoeffekt yuz beradimi?

A. yuz bermaydi, chunki yorug'lik kvantining energiyasi 2,11 eV ga teng

B. yuz beradi, uning energiyasi 0,29 eV ga teng

C. 21,11 eV bo'lganligi uchun yuz beradi

D. 211,1 eV bo'lganligi uchun yuz beradi

123. Platina uchun fotoeffektning qizil chegarasini toping

A. 235 nm B. 262 nm C. 276 nm D. 305 nm

124. Elektrometrga ulangan, zaryadlangan metall plastinkaga rentgen nurlari dastasi yo'naltiriladi. Plastinka 124 V potensialgacha zaryadlangach undan elektronlarning chiqishi to'xtaydi. Rentgen nurlarining to'lqin uzunligini toping. Elektronlarning chiqish ishini hisobga olmag.

A. 10 nm B. 100 nm C. 1000 nm D. 1 nm

125. Energiyasi 0,35MeV bo'lgan foton, erkin elektronlarda 60°ga sochiladi. Elektronning boshlang'ich kinetik energiyasini hisobga olmagan holda sochilgan fotonning energiyasini toping.

A. 0,26 MeV B. 2,6 MeV C. 26 MeV D. 260 MeV

126. Elektron kinetik energiyasining qanday qiymatida De-Broyl to'lqin uzunligi kompton to'lqin uzunligiga teng bo'ladi?

A. 0,212 MeV B. 2,12 MeV C. 21,2 MeV D. 212 MeV

127. Kompton effektini kuzatish vaqtida elektronning to'qnashguncha va to'qnashgandan keyingi energiyasini yozing.

A. $h\omega_0 + m_0c^2 = h\omega + mv$

B. $h\omega_0 + m_0c^2 = h\omega + mc^2$

C. $h\omega_0 = h\omega + mv$

D. $h\omega_0 + h\omega = 2\lambda_0(1 - \cos\theta)$

128. Kompton tajribasida rentgen nurlanishining sochilishdagi to'lqin uzunligi siljishini ifodalovchi formulani yozing.

A. $\Delta\lambda = 2\lambda_0 \sin^2 \frac{\theta}{2}$ B. $\Delta\lambda = \frac{2\pi h}{\sqrt{2m_0E}}$ C. $\Delta\lambda = \frac{2\pi h}{P}$ D. $\Delta\lambda = \frac{2\pi h}{\sqrt{2m_0eU}}$

129. Vodorod atomi uchun spektrning ko'zga ko'rinadigan sohasidagi eng katta va eng kichik qiymatini toping.

A. $3,65 \cdot 10^{-7} M$ 1157HM

B. 541HM 1157HM

C. 1872HM 97HM

D. 97HM 122HM

130. Qutblanish deb nimaga aytiladi?

A. Molekulada elektr maydoni ta'sirida dipolning paydo bo'lish hodisasi

B. Modda konsentratsiyasining oshishidan dipolning paydo bo'lish hodisasi

C. Modda konsentratsiyasining kamayishidan dipolning paydo bo'lish hodisasi

D. Bosimning konsentratsiyasining oshishidan dipolning paydo bo'lish hodisasi

ENG MUHIM SANALAR

1817-yilda nemis fizigi **Fraungofer** quyosh spektrida ko'plab qora chiziqlar borligini kuzatdi.

1850-yilda italyan olimi **O.F.Mosotti** molekulyar qutblanuvchanlikni aniqlagan.

1873-yil **Van-Der Vaals, Yan Diderik** (Waaals, Johannes Diderik van der) (1837–1923yy), niderland Real gazlarning holat tenglamasini, Suyuq va gazlarning agregat holati tenglamasini yaratgan. 1910y- Nobel mukofoti laureati bo'lgan.

1863-yilda **Maksvell** yagona elektromagnit maydon nazariyasini fanga kiritdi. 1873-yilda Maksvell yorug'lik bo'shliqda (vaakumda) $3 \cdot 10^8$ m/s tezlik bilan tarqaluvchi elektromagnit to'lqinlardan iboratligini nazariy isbotladi.

1885-yilda shvesariyalik olim **Balmer** tomonidan Vodorod atomining ko'zga ko'rinadigan spektri chiziqlari topilgan.

1888-yilda avstriyalik botanik **F. Reynitser** suyuq kristallarni kashf etgan. 1902-yil Lorens Xendrik Anton (Lorentz, Hendrik Antoon) (1853-1928), niderland. Zeeman effektini yaratdi va Nobel mukofoti bilan taqdirlandi.

1905-yil Albetr Eynshteyn Albert Eynshteyn 14-mart, 1879, Germaniya — 18-aprel, 1955) Massa va energiya orasidagi bog'lanish formulasini yaratgan va 1921-yilda Nobel mukofotini olgan.

1913-yilda Yoxannes Shtark Shtark effektini kashf qilgan va 1919-yilda Nobel mukofotini olgan.

1913-yilda **Nils Bor** vodorod atomining tuzilish nazariyasini taklif etdi.

1914-1915 yilda Djozef Djon Tomson angl.(J.J.Thomson) (1856-1940) va Y.Shark Elektron valentlik va "Valent elektron" tushunchasini fanga kiritdi.

1916-yil Gilbert Lyuis – Atomning kubsimon nazariyasini (oktet qoidasi) yaratgan. 1919-yil Irving Lengmyur (I.Langmuir) (31.01.1881-1957)– Musbat, manfiy zaryad va kovalentlik tushunchalarini fanga kiritdi.

1920-yilda Quyosh nurlanish spektriga to'g'ri kelgan 22 ta spektr chizig'ini **Vud** fotosuratga oldi va undan 20 ta chiziqlari Balmer seriyasiga taaluqli ekanligi aniqlandi.

1921-yilda Keezom oriyentasion kuch energiyasini hisoblash formulasini aniqladi.

1923-yilda amerikalik fiziklar Lengmyur va Tonks plazma terminin fanga kiritdilar.

1923-yilda daniyalik Yoxannes Brensted (J.N.Bronstedt) (22.02.1879-1947) va Gilbert Lyuis Kislota va asoslarning elektron va proton nazariyasini yaratganlar.

1923-yilda amerikalik fizik Kompton Kompton effektini kashf etgan.

1924-yilda Lui de-Broyl korpuskulyar-to'lqin dualizmi faqat fotonlarga xos bo'lmasdan, har qanday boshqa zarrachalarga, jumladan, elektronlarga ham xos degan gipotezani ilgari surdi.

1925-yil Verner Karl Geyzenberg nemis olimi. (1901-1976yy) Kvant mexanikasining birinchi variantini kashf qilgan 1927-yil noaniqlik prinsipi. 1932-yil yadroning proton modelini yaratib shu yili Nobel mukofotini olgan.

1925-yil avstriyalik Volfgan Pauli (1900-1958) Kvant sonlar prinsipini yaratgan.

1926-yil avstriyalik Ervin Shredenger. (12.08.1887-1961) Mikrozarrahalmi chuqur o'rgangan va Shredenger tenglamasini yaratgan.

1926-yilda Gilbert Lyuis Nur energiyasining eng kichik ulushi kvantni **foton** deb atadi.

1927 yilda Devisson va Djermer elektronlarda difraksiya hodisasi uchrashini eksperimental isbot etdilar.

1927-yil **Valter Gaytler** nemis.(W.H.Heitler) (2.01.1904y) va Fris London F.London (7.03.1900-1954) Vodorod molekulasi va MOM ni yaratdilar

Fridrix Gund (Xund) nem.(F.Hund) (4.02.1896y) Orbitallarning to'lib borish qoidasini yaratgan.

1930-yilda angliyalik fizik **P.Dirak** o'z nazariyasini isbot etgan.

1930-yilda Hindistonlik fiziklar **Ch.B.Raman** va **Krishian** Kalkuta universitetida nurning kombinatsion sochilishini o'zining tajribalarida aniqlaydilar va shu yili Ramanga Nobel mukofoti beriladi.

1935-yilda yapon fizigi **Xidaki Yukava** o'z gipotezasini yaratdi

1940-yilda **Nevil Sidjvik** va **Pauell** tashqi qobiqdagi taqsimlanmagan elektron juftlarning itarilishi modelini taklif etdilar, keyinchalik bu **R.Gillespi** tomonidan chuqur o'rganildi va **Gillespi modeli** deb tan olindi.

1944 yilda **B.K.Zavoyskiy** tomonidan EPR spektroskopiya kashf qilingan, ammo 1950-yillarda niderland fizigi **K.Gorter** tomonidan tajribada qo'llanilgan.

1945-1946 yillarda bir-biridan bexabar holda ikkita olimlar YAMR spektrini **F. Blox** va **E. Pyorsell** kashf qilishgan.

1947-yilda **S.Pauell** yangi zarrachani topdi va **Xidaki Yukava** gipotezasi isbotlandi

1973 yilda angliya kimyogarlari **Dj Grey** boshchiligida arzon xom-ashyolardan Suyuq kristallarni sintez qilishdi.

ILOVALAR

Elektromagnit to'liqlar shkalasi

1-jadval

Nurlanish turlari	To'liqin uzunligi, m	To'liqin chastotasi, Gs	Nurlanish manbalari
Radioto'liqlar	$10^{-4} - 10^3$	$3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^{12}$	Tebranish konturi Gers vibratori lampali generator
Yorug'lik to'liqlari Infraqizil Ko'zga ko'rinadigan nurlar	$8 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10$	$8 \cdot 10^{11} - 3,75 \cdot 10^{14}$	Lampalar
	$8 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7}$	$3,75 \cdot 10^{14} - 7,5 \cdot 10^{14}$	Lazerlar
Ultrabinafsha nurlar	$10^{-9} - 4 \cdot 10^{-7}$	$7,5 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{17}$	Lazerlar
Rentgen nurlari	$6 \cdot 10^{-12} - 2 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{17} - 5 \cdot 10^{19}$	Rentgen trubalari
γ -nurlanish	$< 6 \cdot 10^{-12}$	$> 5 \cdot 10^{19}$	Radioaktiv parchalanish, Yadro jarayonlari, kosmik nurlanish

Fundamental fizik doimiylar

2-jadval

Kattalik	Belgisi	Son qiymatlari
Yorug'lik tezligi	c	$2,997924458 \cdot 10^{11}$
Vakuumning magnit singdiruvchanligi	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Gn} \cdot \text{m}^{-1}$
Dielektrik singdiruvchanlik	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$	$8,85418782 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$
Ridberg doimiysi	R_∞	$10973731,77 \text{ m}^{-1}$
Plank doimiysi	$h = \frac{h}{2\pi}$	$1,0545887 \cdot 10^{-34} \text{ Dj} \cdot \text{s}$
	h	$6,626176 \cdot 10^{-34} \text{ Dj} \cdot \text{s}$
Elektronning tinch holatdagi massasi	m_e	$9,109534 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Elektronning tinch holatdagi	$m_e c^2$	$0,5110034 \text{ MeV}$

energiyasi		
Protonning tinch holatdagi massasi	m_p	$1,6726485 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Protonning tinch holatdagi energiyasi	$m_p c^2$	$938,2796 \text{ MeV}$
Neytronning tinch holatdagi massasi	m_n	$1,6749543 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Neytronning tinch holatdagi energiyasi	$m_n c^2$	$939,5731 \text{ MeV}$
Proton massasining elektron massasiga nisbati	m_p/m_e	1836,15152
Elektron zaryadi	e	$1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$
Elektron zaryadining uning massasiga nisbati	e/m_e	$4,803242 \cdot 10^{10} \text{ SGSE z.b.}$
Bor magnetoni	μ_B	$1,7588047 \cdot 10^{-11} \text{ Kl.kg}^{-1}$
Yadro magnetoni	μ_N	$9,274078 \cdot 10^{-24} \text{ Dj.Tl}^{-1}$
Yadro magnetonida neytronning magnit momenti	μ_n/μ_H	$5,050824 \cdot 10^{-27} \text{ Dj.Tl}^{-1}$
Yadro magnetonida protonning magnit momenti	μ_p/μ_N	1,91315
Massaning atom birligi	$m.a.b.$	2,7928456
($10^{-3} \text{ kg. mol}^{-1}$). N_A		$1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
M.a.b. birligida:		
Vodorod massasi	1H	1,007825036
Deyteriy massasi	2H	2,014101795
Geliy-4 massasi	4He	4,002603267
Avogadro doimiysi	N_A	$6,022045 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Faradey doimiysi	$F = e \cdot N_A$	96484,56 Kl.mol^{-1}
Molyar gaz doimiysi	R	$8,31441 \text{ Dj.mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Normal sharoitda ($P=1 \text{ atm}$, $T=273 \text{ K}$) ideal gazning molyar hajmi	V_m	$22,41333 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
Nozik tuzilish doimiysi	α	0,0072973506
Birinci Bor qobig'ining radiusi	l/α	137,03604
	α_0	$0,52917706 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
Elektronning klassik radiusi	r_e	$2,8179380 \cdot 10^{-15} \text{ m}$
Djozefson doimiysi	$2e/h$	$4,835939 \cdot 10^{14} \text{ Gs.V}^{-1}$
Magnit oqimining kvanti	$F_0 = h/2e$	$2,0678506 \cdot 10^{-15} \text{ Vb}$

MUNDARIJA

Kirish	4
Ibob. Atom yadrosining tuzilishi	10
1.1-§. Modda va maydon. Massa bilan energiya tushunchalari...	10
1.2-§. Atom tuzilishi sohasidagi asosiy ishlar	11
1.3-§. Atom tuzilishining nuklear nazariyasi.....	15
1.4-§. Nils Bor nazariyasi	21
IIbob. Moddalarning fundamental va elementar zarrachalari	23
2.1-§. Elementar zarrachalarning paydo bo'lish tarixi.....	23
2.2-§. Fermionlar va Bozonlar.....	24
2.3-§. Leptonlar. Adronlar va Mezonlar.....	25
2.4-§. Annigilyatsiya va elektron juftning hosil bo'lishi.....	27
2.5-§. Xidaki Yukava nazariyasi.....	28
IIIbob. Atom spektrlari. Vodorod va boshqa atomlar spektrlari	30
3.1-§. Spektr haqida tushuncha	30
3.2-§. Atomlarning dispersion spektr turlari	31
3.3-§. Vodorod va boshqa elementlar spektrlari.....	33
3.4-§. Kvant nurlari.....	37
IVbob. Zarrachalarning to'liq xossalari. Dualistik nazariya. Kompton effekti	40
4.1-§. Zarrachalarning to'liq xossalari	40
4.2-§. Massa bilan energiya ortasidagi bog'lanish	42
4.3-§. Kompton effekti.....	43
4.4-§. De-Broyl to'liqlari	44
4.5-§. Kvant mexanikasi. Shredinger tenglamasi	45
Vbob. Moddalarning agregat holatlari. Moddalarning plazma holati	56
5.1-§. Moddalarning qattiq, suyuq, gaz holatlari.....	56
5.2-§. Moddalarning plazma holati va plazma xillari.....	57
5.3-§. Termoyadroviy reaksiyalar	58
5.4-§. Suyuq kristallar.....	60
5.5-§. Ionlanish energiyasi va elektronga moyillik. Nisbiy elektromanfiylik.....	65

5.6-§. Atom, ion, kovalent va Van-der Vaals radiuslari	70
VI bob. Molekularning fazoviy tuzilishi va geometriyasi. Atom orbitallarning gibridlanishi. Gillespi nazariyasi.....	74
6.1-§. Polingning atom orbitallarning gibridlanish konsepsiyasi	74
6.2-§. Kvant sonlar.....	79
6.3-§. sp^3 sp^2 sp gibridlanish turlari.....	82
6.4-§. Gillespi nazariyasi	84
VII bob. Valent bog'lar nazariyasi. Molekulyar orbitallar metodi.....	88
7.1-§. Valent bog'lar va molekulyar orbitallar metodi	88
7.2-§. Molekulalarning simmetriyasi. Simmetriya tekisligi	94
7.3-§. Ichki aylanish va burilish izomerlari.....	96
VIII bob. Molekulalarning elektr xususiyatlari. Qutblanuvchanlik. Molyar refraksiya	99
8.1-§. Elektr tabiati va kashf qilinishi tarixidan ayrim lavhalar. Dipol momenti va uning temperaturaga bog'liqligi.....	99
8.2-§. Molekulalarning oriyentatsion, atom va elektron qutblanuvchanligi.....	103
8.3-§. Lorens-Lorens tenglamasi.....	105
8.4-§. Molyar refraksiya va uni hisoblash usullari	106
IX bob. Molekulalarning magnit momenti. Multipletlik. Spin-spin ta'sir. Yadro magnit va elektron paramagnit rezonans	109
9.1-§. Molekulalarning magnit momenti va magnitlanuvchanlik	109
9.2-§. Yadro magnit rezonans	110
9.3-§. Spin-spinli o'zaro ta'sirlashuv	115
9.4-§. Elektron paramagnit rezonans (EPR spektri)	117
X bob. Molekulararo ta'sir. Van-Der Vaals kuchlari. π-komplekslar. Solvatlanish	120
10.1-§. Molekulararo kuchlar. Van-der Vaals kuchlari	120
10.2-§. Molekulyar yoki π -komplekslar.....	123
10.3-§. Solvatlanish	125
XI bob. Molekulalarning elektron, tebranma va aylanma spektrlari.....	126

11.1-§. Molekulyar spektrlarning xillari	126
11.2-§. Lyuminessensiya spektri.....	129
XI bob. Molekulalarning to'liq spektrlari.....	136
12.1-§. Molekulalarning elektron spektrlari.....	136
12.2-§. Nurning sochilishi. Raman effekti	138
12.3-§. Ultrabinafsha (UB) spektroskopiya usuli.....	139
Mustaqil ishlash uchun testlar.....	141
Eng muhim Sanalar.....	158
Illovalar.....	161

CONTENTS

Introduction.....	4
Chapter I. Structure atomic nucleus.....	10
1.1- Substance and field. Notion of the mass and energy.....	10
1.2- Scientific work on structure of the atom.....	11
1.3- The theory atomic nucleus.....	15
1.3- Theory of Niels Bohr.....	21
Chapter II. Fundamental and elementary particles.....	23
2.1- History of the elementary particles.....	23
2.2- Fermions and Bosons.....	24
2.3- Leptons. Adrons and Mesons.....	25
2.4- Annihilation.....	27
2.5- The Theory of Hidaki Yukava.....	28
Chapter III. Atoms spectrums. Hydrogen and other atomic spectrums.....	30
3.1- Notion about spectrum.....	30
3.2- Dispersion spectrums atom.....	31
3.3- Hydrogen and other elementary spectrums.....	33
3.4- Quantum rays.....	37
Chapter IV. The Wave characteristic of the particles. The Theory of Dualizm. Compton scattering.....	40
4.1- The Wave characteristic of the particles.....	40
4.2- Relationship between mass and energy.....	42
4.3- Compton scattering.....	43
4.4- Waves De Broily.....	44
4.5- Quantizing mechanics. The Wave equation Shredingera.....	45
Chapter V. Agregats condition material. Plasma.....	56
5.1- Kristall, fluid and gaseous condition material.....	56
5.2- Types of the plasma.....	57
5.3- Thermonuclear reactions.....	58
5.4- Liquid crystals.....	60
5.5- The Potential energy. Electronegative.....	65
5.6- Atom, ionic, covalent and Van der Waals radiuses.....	70
Chapter VI. The Geometry and construction of the molecules. Hybridization atomic orbital. Theory Gillespi.....	74
6.1- Concept Poling on Hybridization atomic orbital.....	74
6.2- Quantum numbers.....	79
6.3- Hybridization sp^3 sp^2 sp	82

6.4- The Theory Gillespi.....	84
Chapter VII. The Theory Valence connection. Molecules orbital method (MOM).....	88
7.1- Valents connections and MOM.....	88
7.2- The Symmetry of the molecules.....	94
7.3- Inside rotation.....	96
Chapter VIII Electric characteristic of the molecules. The Polarization. Molecular refraction.....	99
8.1- Dipole moment.....	99
8.2- Orientation, atomic and electron polarization.....	103
8.3- Equation Lorenca –Lorenca.....	105
8.4- Molecular refraction.....	106
Chapter IX. The Magnetic moment of the molecules. Multiplets. Spin-spin interaction. Nucleus magnetic and electronic resonance	109
9.1- Magnetic dipole moment of the molecules and magnetism...	109
9.2- Nuclear magnetic resonance (NMR).....	110
9.3- Spin-spin- interaction.....	115
9.4- Electronic para magnetic resonance (EPR).....	117
Chapters X. Intermolecular forces. Van der Waals force. π -complexes. Solvation.....	120
10.1- Intermolecular forces. Van der Waals force.....	120
10.2- Molecular or π -complexes.....	123
10.3- Solvatatiion.....	125
Chapter XI. Electronic, oscillatory and vibration spectrums molecules.....	126
11.1- Types molecular spectrum.....	126
11.2- Luminescence spectroscopy.....	129
Chapter XII. Full spectrum of the molecules.....	136
12.1- Electronic spectrums of the molecules.....	136
12.2- Raman spectroscopy.....	138
12.3- Method ultraviolet spectroscopy (UF).....	139
Tests for independent decision.....	141
Important dates of the event.....	158
Exhibits.....	161

G.A.IXTIYAROVA, A.A.YULCHIBAYEV

MODDA TUZILISHI
(O‘quv qo‘llanma)

Muharrir: N.Egamqulova
Texnik muharrir: M.Rahmonov
Sahifalovchi: M.Muxamadiyeva

“Turon zamin ziyo” nashriyoti
Litsenziya: AI №171. 2010-yil 11-iyunda berilgan.
Toshkent sh. Yunusobod-14. 27/35.

2014-yilning 29-dekabrida terishga berildi. 2015-yilning 30-aprelida bosishga ruxsat etildi. Bichimi 60x84 1/16. Hajmi 10.5 shartli bosma tobog‘. 9.7 hisob-nashriyot bosma tobog‘i. Ofset qog‘oziga ofset usulida chop etildi.
Adadi 300 nusxa. 36-sonli buyurtma.

«Standart Poligraf» x/k bosmaxonasida chop etildi
Buxoro shahri, Navoiy shohko‘chasi 6-uy.



Ixtiyarova Gulnora Akmalovna - Kimyo fanlari doktori, dotsent, "Antik dunyo" xalqaro fanlar akademiyasining professori. Buxoro davlat universiteti Tabiiy fanlar fakulteti Kimyo kafedrasini mudiri.

Ilmiy izlanishlari yo'lida 150 dan ortiq ilmiy metodik ishlar e'lon qilgan. Bitta hammuallifdagi darslik, 2 ta elektron darslik, 2 ta patent, 20 ga yaqin metodik qo'llanmalarni nashr etgan.

"Kimyo texnologiyasi" darslik (2012 - yil)

"Umumiy va anorganik kimyo" elektron darslik (2008 - yil)

"Kimyoviy texnologiya" elektron darslik (2011 - yil)

Yulchibayev Abduasafi Abdulazizovich - Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti kimyo fakulteti, polimerlar kimyosi kafedrasini professori.

O'zbekistonda yuqori molekulyar birikmalar kimyosini, sellyuloza va sintetik polimerlar, firopolimerlar kimyosini, polimerlar fizik-kimyosi va texnologiyasi sohalarini rivojlanishiga katta hissa qo'shgan olim. U 41 ta ilmiy ixtiro, 400 dan ortiq ilmiy maqolalar, 4 ta monografiya va 10 ta o'quv va metodik qo'llanmalarining muallifi. Bir nafar fan doktori, 40dan ortiq fan nomzodlari tayyorlagan.

1995-yilda O'zbekiston Respublikasi Prezidenti faxriy yorlig'i bilan mukofotlangan.

ISBN 978-9943-4476-6-



9 789943 447660