

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

KIMYO KAFEDRASI



NAMANGAN 2010

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Ushbu uslubiy ko'rsatma Vazirlar Mahkamasining 2001 yil 16 avgust 341- sonli, O'zR OO'MTV, O'zRXTV va O'zRDMQ larining 2002 yil 7 mart 71//44//22 - sonli qo'shma buyrug'i, shuningdek O'zR OO'MTV ning 1999 yil 28 sentyabrdagi 288-sonli sonli buyruqlarini ijrosi sifatida tayyorlandi.

Tuzuvchilar:

F.F.Hoshimov
T.A.Sattarov
F. N.Tillaboyeva

Taqrizchilar:

K.f.d.professor Sh.V.Abdullaev
K.f.n.dotsent R.S.Dehqanov

Uslubiy ko'rsatma 5440400-kimyo bakalavr yo'nalishi talabalari uchun ishlab chiqilgan. Uslubiy ko'rsatmadan kollej va litsey o'quvchilari, kollokviumlarga tayyorlanayotgan, ilmiy ish olib borayotgan, bitiruv malakaviy ishini bajarayotgan talabalar, magistrlar, ularning rahbarlari, professor-o'qituvchilar va mutaxassislar foydalanishlari mumkin.

Uslubiy ko'rsatma Kimyo kafedrasining 2010 yil 25 maydagi 9-sonli yig'ilishida muxokama qilingan va ma'qullangan.

© NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

SO'Z BOSHI

O'zbekiston Respublikasi o'z mustaqilligiga erishganidan so'ng mamlakatni rivojlantirish va dunyoning etakchi davlatlar qatoridan munosib o'rin olish vazifasi dolzarb vazifa bo'lib qoldi. Ushbu maqsad yo'lida eng avvalo mamlakatni malakali mutahassislariga bo'lgan ehtiyojini qondirish va raqobat bardosh kadrlar bilan boyitish lozim edi. Chunki ekstensiv rivojlanishdan ko'ra intensiv rivojlanish sifat jihatdan ustuvordir. Bularni amalga oshirish maqsadida "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi" qabul qilindi. Dasturda belgilangan vazifa va maqsadlarga erishish uchun zamonaviy pedagogic va informasion texnologiyalarga asoslangan o'qitish usullari, yangi turdagi adabiyotlar yaratish yoki o'zlashtirish, hamda talabalarga etkazish zaruriyati paydo bo'ldi. Ushbularni hisobga olib Vazirlar Mahkamasi 1998 yil 5 yanvar 4-son "Uzluksiz ta'lim tizimini darsliklar, o'quv adabiyotlar bilan ta'minlashni takomillashtirish to'g'risida" va O'zROO'MTV 1999 yil 28 sentyabrdagi 288-sonli "Uzluksiz ta'lim tizimini darsliklar, o'quv adabiyotlar bilan ta'minlashni takomillashtirish to'g'risida", hamda Vazirlar Mahkamasining 2001 yil 16 avgust 341-sonli, O'zR OO'MTV, O'zRXTV va O'zRDMQ larining 2002 yil 7 mart 71//44//22 - sonli "Uzluksiz ta'lim tizimi uchun o'quv adabiyotlarining yangi avlodini yaratish Konsepsiyasi" qo'shma buyrug'ini bajarish maqsadida ushbu o'quv ko'rsatma tayyorlandi.

Ushbu uslubiy ko'rsatma 5440400-Kimyobakalavr yo'nalishi bo'yicha universitetlarning bakalavriatida tahsil olayotgan talabalarga "Modda tuzilishi" fani asosida kimyoviy birikmalar va ularning tuzilishi hamda reaksiya qobiliyatini tushunishga yordam beradi. Jumladan, mikrozarrachalardan iborat bo'lgan moddalarni tashqi maydonlar bilan ta'sirlashuvi natijasida makrosistemalarda ro'y beradigan jarayonlar, ularning mexanizmi, kvant – mexanika sabablarini tushuntirishga va bu yo'lda amaliy ko'nikmalarga ega bo'lishlariga xizmat qiladi.

Mazkur uslubiy ko'rsatma talabalarning ana shu yo'ldagi harakatini osonlashtirsa va unga ma'lum hajmdagi ma'lumotlarni bersa Biz o'zimizni oldimizga qo'ygan maqsadlarimizga erishdik deb hisoblaymiz.

ELEMENTLAR ZARRACHALARINIG KASHF QILINISHI TARIXI VA ENG MUHIM HARAKTERESTIKASI

Reja.

1. *Elementar zarrachalar haqida umumiy tushunchalari.*
2. *Elementar zarrachalarning asosiy xarakteristikasi.*
3. *Eng muhim elementar zarrachalar.*

1. Mikroduyoni o'rganish o'z ichiga uch bosqichni oladi.

2. Atom tuzilishi va unda sodir bo'ladigon jarayonlarni o'rganish.

3. Yadro tuzilishinin va yadro ichida sodir bo'ladigon jarayonlarni o'rganish.

Atom yadrolari va atomlarning electron qobiqlarini tashkil qilgan, yadro aylanishlarida vujudga keladigan zarralarni va ularni tashkil qilgan zarralarni o'rganish.

Elementar zarralar. Hozir bunday zarralar qatoriga elektiron, positron, proton, antiponlar, neytronlar va antineytronlar, neyrino va antineytrionlar, mezonlar, geperonlar, flotn va boshqalar kiradi. Bu zaralardan ba'zilari barqaror zarralar hisoblanib, o'z-o'zidan yemirilib boshqa zarralarga aylanmaydi, holbuki ko'pgina elimentar zarralar barqaror bo'lib, ma'lum vaqtdan keyin boshqa zarralarga aylanadi. Eelimentar zarralar mazmuniga ko'ra eng soda zarralar ya'ni bu so'z ular bundan ketin boshqa tashkiliy qismlarga ajralmaydi degan ma'noni anglatadi. Haqiqatda esa elimentar zarralar elimentar emas, balki ular boshqa tur zarralarga aylanishi mumkin. Elektron zarralarning xarakterli xususiyati shuki, ular ikki xil ko'rinishda –zarralar vaantizarralar ko'rinishida namayon bo'ladi. Bu muayyan ko'rinishdagi musbat zaryadlangan zarralar bilan bir qatorda ularning manfiy zarralari ham mavjudligida o'z ifodasini topgan. Endi zarralarning asosiy xarakteristikalarini ko'rib o'tamiz.

Tinchlikdagi massa va xususiy enirgiya. Elementar zarralar har qanday holatda ham massaga ega. Massa erkin zarraning to'la enirgiyasi w bilan quydagi munosabatda bog'langan;

$$w^2=c^2p^2+m^2c^4=m^2c^4$$

Bunda m_0 - $c=0$ ($v=0$)dagi massa, m esa $P \neq 0$ dagi massa. Yuqoridagi formuladan ko'rinish turibdiki, massa zarralarning to'la enirgiyasiga bog'liq ekan. Shuning uchun umumiy xolda u doimiy emas. Shu sababli, elementar zarrani m_0 tinchlikdagi massa orqali xarakterlanadi.

Elementlar zarraning ichki energiyasi tinchlikdagi massa orqali quyidagicha bog'langan: $w_0 = m_0 c^2$. Bioroq shunday zarrali borki, borki, ularda energiya implus bilan quyidagicha munosabatda bog'langan.

$$W = op$$

Ya'ni $m_0=0$. Bunday zarrarlarga fotonlar va neytrinolar kiradi. Ular tinchlikda massaga ega bo'lmagan sababli vakumda c yorug'lik tezligida xarakatlanadi.

Elektr zaryadi. Hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan zarralarning ko'pchiligi elektr zaryadga ega Bunda hamma vaqt ham musbat zaryadli, ham manfiy zaryadli zarralar (zarra va antizarralar) mavjud ekanligi malum bo'ldi. Elektron zaryadning absalyut qiymati electron zaryadi e ning absolyut qiymatiga teng. Bu kattalikni odatda eliktron zaryadi birligi sifatida qabul qilinadi. Zaryadlangan zarralargadan tashqari, zaryadlanmagan zarralar ham bor bo'lib, ular ham zarralar va antizarralar ko'rinishda mavjuddir.

Elementar zarralarning o'zaro ta'sir turlari. Eementar zarralarning aylanish prosesslarida namayon bo'ladigon o'zaro ta'sir kuchlarining kattaligiga qarab uch xil o'zaro ta'sir ajratiladi.

a) kuchli o'zaro ta'sir ;

b) elektromagnit o'zaro ta'siri

c) kuchsiz o'zaro ta'sir

Kuchli o'zaro ta'sirlar og'ir zarralar – protonlar , neytronlar, T- mezonlar, K- mezonlar, giperonlar orasida vujudga keladi. Demak kuchli o'zaro ta'sirlashuvchi zarralar oilasi

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

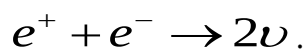
adronlar deb ataladi. Kuchli o'zaro ta'sirlar mezonlar vositasida uzatiladi. Ular bilan harakterlanadigan prosesslar juda qisqa ($\approx 10^{-22} - 10^{-24}$ sek). Elektromagnit o'zaro ta'sirlar elektr zaryadlar tufayli vujudga keladi. Ushbu o'zaro ta'sir $10^{-18} - 10^{-20}$ sek davom etadi.

Kuchsiz o'zaro ta'sirlar konstantasi $\approx 10^{-12} - 10^{-13}$

Elektronlar va pozitronlar. Elektronlar moddaning atom tuzilishini o'rganishda topilgan eng birinchi elementar zarralardandir. Elektronlar e^- simvol orqali belgilanadi.

Elektron o'z – o'zidan boshqa xil zarralarga aylanmaydigan barqaror zarradir. Manfiy elektronlar bilan bir qatorda musbat elektronlar -- **pozitronlar** ham mavjudki, ular elektronlarga nisbatan antizarra hisoblanadi. Pozitronning massasi va zaryadi absalut qiymati jihatidan elektronning massa va zaryadiga teng. Pozitron vakumda turg'un biroq modda uzoq vaqt mavjud bo'la olmaydi. Chunki u elektron bilan to'qnashganda elektron va pozitron annigilyatsiyasi hodisasi ro'y beradi. Bu hodisa elektron va pozitron qo'shilganda ular yo'qolib qoladi, ular o'rniga esa ikki yoki undan ko'p foton paydo bo'ladi.

Bu fotonlar o'z navbatida annigilyatsiyalangan elektron va pozitronning massasini va energiyasini olib ketadi. Bu protsess quyidagi sxema bo'yicha tasvirlanadi:



Annigilyatsiyadan so'ng elektron va pozitron mustahkam zarralar juftini hosil qiladi yoki boshqacha aytganda virtual juftini hosil qiladi.

Annigilyatsiyaga teskari hodisa yahi elektron pozitron juftini hosil bo'lishi ham mumkin. Biroq bunga katta energiya kerak bo'ladi

Protonlar va antiprotonlar. Elektron zarralarning eng muhim ikkinchi turi protonlar va antiprotonlardir. Bu elementar zarrachalarda ham annigilyatsiya hodisasi kuzatiladi

Protonning massasi elektronning massasidan 1836,09 marta katta. Proton uchun p va h simvollik belgilar qabul qilingan.

Neytronlar va antineytronlar. Elementar zarralar ichida ikkinchi eng muhimi nuklon – neytrondir. Uning massasi protonning massasiga deyarli, biroq elektr zaryadiga ega emas.

Neytron beqaror zarra bo'lib, u atom yadrosidan ozod bo'lib chiqqandan keyin 1000 sek vaqt o'tishi bilan β – yemirilishga uchrayd: $n \rightarrow p + e + \tilde{\nu}_e$. Neytronga nisbatan antizarra - antineytrondir, uning massasi neytron massasiga teng, zaryadi nol.

SUYUQ KRISTALLAR VA ULARNING QO'LLANISHI

Reja

1. *Moddalarni qattiq agregat holatlari. Amorf va kristall*
2. *Suyuq kristallar haqida tushuncha va ularning turlari*
3. *Suyuq kristallarni ahamiyati*

Qattiq jismlar tuzilishi, tarkibi, ularni tashkil qilgan zarralari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari mexanik, elektr magnit, optik va boshqa xossalari jihatidan turli guruxlarga bo'linadi.

Qattiq jismlar ularning tashkil qilgan zarralarning joylashish tartibiga asoslanib kristall va amorf jismlar guruxiga ajraladi.

Amorf jismlarni tashkil qilgan atomlarning joylashishida qat'iy bir tartib yo'q, ammo kristall jismlarni tashkil qilgan atom (ion, molekula)lar joylashishida muayyan tartib mavjud. Ma'lum yo'nalishlarda har qanday ikki qo'shni atom oralig'i bir xil shuning uchun ham

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

kristall holatdagi qattiq jismlarning fazalari o'zgarishi (suyuqlanish qotish) qat'iy muayyan temperaturada va bosimlarda sodir bo'ladi.

Biz yuqorida aytib o'tdik. Kristall tuzulishli moddalar aniq suyuqlanish temperaturasiga ega bo'ladi. Lekin shunday kristall tuzulishli moddalar ham borki, ular ma'lum temperatura oralig'ida xira suyuqlanma holatiga o'tib, undan so'ng temperaturaning ma'lum qiymatida tiniq suyuqlanmaga aylanadilar.

Suyuq kristallar oraliq (mezamorf) fazalar bo'lib, anizotropiya (kristallarga xos) va oquvchanlik (suyuqliklarga xos) xossaga ega suyuq kristallarning molekulalari cho'ziq shaklga ega bo'lib, ular orasida mavjud bo'ladigan yonlama bog'lanishlar molekulalarni parallel yo'naltiradi, chekkalama bog'lanishlar esa ularni zanjirsimon joylashtiradi.

Suyuq kristallarning **nematik**, **smektik**, **xolisterik** turlari mavjud.

1. **Nematik** (yunoncha "Nema"-in) suyuq kristallarda molekulalar o'qlari bir-biriga nisbatan ixtiyoriy ravishda siljigan bo'ladi. Moddada molekulalar chiziqlar bo'ylab joylashgan, optik o'qlari bitta va musbat. Nematiklarga elektr va magnit maydon ta'sirida nematiki suyuq kristall para-azoksianizolning qovushqoqligi kuchli darajada o'zgaradi.
2. **Smektik** (yunoncha "Smegma"-sovun) suyuq kristallarda molekulalar faqat o'zaro parallel yo'nalgan bo'libgina qolmay balki, bir molekula qalinligida yassi qatlamlar hosil qiladi. Masalan: sovun pufagining tashqi va ichki sirtlari smektik qatlamlardan iborat. Sirt qatlamlaridagi sovun molekulalarning o'zaro tortishishi pufakning barqarorligi uchun zarur bo'lgan sirtiy taranglikni hosil qiladi.
3. **Xolisterik** suyuq kristallar nomining kelib chiqishiga sabab tarkibida xolesterin bo'lgan birikmalarning suyuq kristall fazalarini hosil qilishidir.

Xolesteriklar aralash-smektik, nematik turdagi tuzilishga ega. Bunday kristallarda molekulalar smektiklardagidek parallel qatlamlar tashkil qiladi, ammo har bir qatlamda molekulalar o'qlari, qatlamga nematik holidagidek paralleldir.

Xolesterik suyuq kristallar yorug'lik nuri ta'sir ettirilganda uni qaytarish xossasiga ega bo'lib, bu xususiyat qavat-qavat joylashgan 500-5000 ta molekulalar qatlamidan kelib chiqadi. Bunday suyuq kristallar tuzilishi uchun zanjirli, molekulalari turli yo'nalishdagi qatlamlarning markaziy o'q atrofida bir tomonga burilib joylashishi tufayli hosil bo'lgan spiraldan iboratdir. Spiraldagi har bir burilish "qadam" deyiladi. SHu tuzilish sababli suyuq kristallar yorug'lik nurlarini turlicha qaytaradi.

Bu kristallar temperaturaga ham sezgir bo'lib, kichik temperatura o'zgarishini aniqlashga yordam beradi. CHunki ulardagi turli rangning o'zgarishi (energiya o'zgarishi) temperatura o'zgarishi bilan bog'liq bo'lib, u 0,1⁰S dan 40⁰S gacha bo'lgan oraliqda ro'y beradi. Xolesterik kristallarning temperatura o'zgarishi sohasi 3⁰S atrofida bo'lgani uchun bu moddalar yordamida teri sirtini termografik o'rganish mumkin. Qon tomirlarida tiqin (tromblar) hosil bo'lishini aniqlash mumkin. Qon tomirida tromba hosil bo'lsa, qon tomirining shu erida temperatura yuqori bo'lgani uchun, teriga surtilgan suyuq kristall ko'k rangga kiradi. SHunday usul bilan ko'krak bezi raklari, metall buyumlardagi juda kichik kamchiliklar, metallarni payvandlashda yo'l qo'yilgan xatoliklar ham aniqlanadi.

Termometrlarda xolesterik suyuq kristallar ishlatilganda temperaturaga qarab turli rangdagi raqamlarning paydo bo'lishi ham shunga asoslangan.

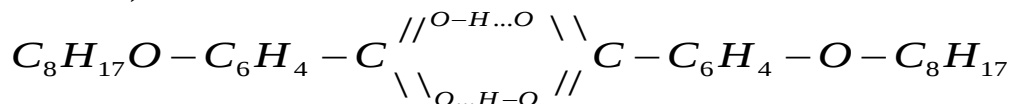
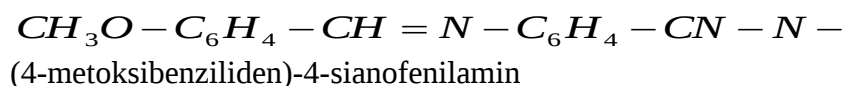
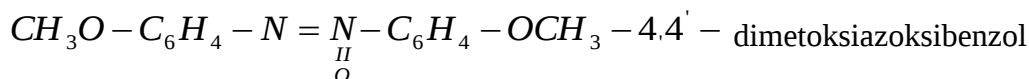
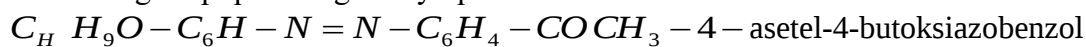
Raqamli soatlar va mikrokal'kulyatorlarning ekranlarida nematik tuzilishli kristallar ishlatiladi. Nematik kristallar oquvchan, lekin molekulalari yuqori qutblanganligi sababli, ular qayta orientatsiyalanish uchun juda kam elektr maydoni etarli bo'ladi. energiyaning ozgina o'zgarishi molekulalar orientatsiyasini o'zgartiradi va bu ular optik xossasining o'zgarishiga olib kelib, ekrandagi informatsiya raqamlar ko'rinishida paydo bo'ladi.

Raqamlar o'zgarishi kvarts kristallar orqali amalga oshiriladi. Chunki ularda oz energiya ta'sirida 1 sekundda 32768 marta tuzilish o'zgarishi ro'y beradi. Kvartslar soatlarda harakatlantiruvchi mexanizm yo'q, shunisi bilan ular oddiy mexanik soatlardan ustun turadi.

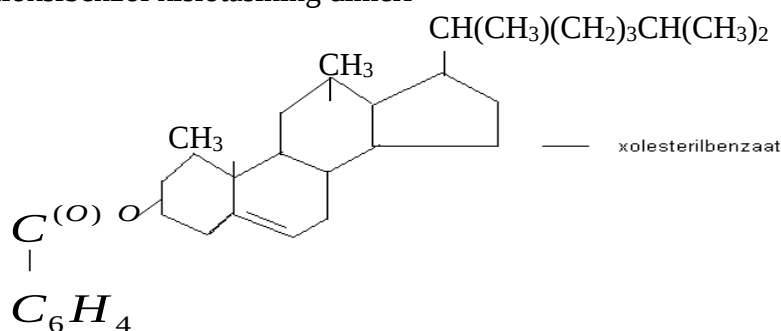
Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, suyuq kristallar hozirgi zamonda o'ta sezgir va aniq o'lchov asboblari (tarozi, soatlar, boshqa jihozlar), radiotexnika, elektronika sanoatida juda keng qo'llanilayotgan muhim kimyoviy moddalardir.

Eng ko'p qo'llanilgan suyuq kristallar:



Para-okliloksibenzol kislotasining dimeri



4-pentil-4-sianobifenil (xona temperaturasida suyuq kristall)

VODOROD BOG'I, HOSIL BO'LISH SHARTLARI VA AHAMIYATI

Reja:

1. Kimyoviy bog'lar hosil bo'lishi
2. Kimyoviy bog'lar turlari
3. Vodorod bog'i. Bog' hosil bo'lish shartlari
4. Vodorod bog'ini moddalar hossalriga ta'siri

Molekula barqaror sistema bo'lib, uni tashkil qilgan atomlar o'zaro tortishib turadi. Bunday tortishish kimyoviy bog'lar orqali yuzaga keladi. Atomlar orasida vujudga keladigan kimyoviy bog'ning xili ionlanish potentsiali, elektrongga moyillik va elektromanfiylik deb ataluvchi kattaliklarning qiymatiga bog'liqdir.

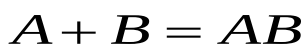
Atom (molekula, radikal, ion)dan bitta elektron ajratish uchun zarur bo'lgan energiya miqdori ionlanish potentsiali deyiladi.

Ionlanish potentsiali elementning kimyoviy xossasi bilan uzviy bog'liqdir. Har bir gruppada yuqoridan pastga tomon, bu gruppada joylashgan elementning ionlanish potentsiali kamaya boradi. Bu esa yuqoridan pastga tushgan sari elementlarda elektromanfiylikning kamayib, metallik xossalarning kuchayib borishini ko'rsatadi: metallarning ionlanish potentsiali, metallmaslarning ionlanish potentsialidan kichik bo'ladi.

Elektronlarga moyillik. Molekulaning hosil bo'lishida ionlanish potentsiali bilan bir qatorda elektrongga moyillik ham alohida ahamiyatga ega. Atomlarning elektrongga moyilligineytral atomga (molekula va radikalga) elektron birikkanda ajarlab chiqadigan energiya miqdori shu atomning elektrongga moyilligi deb ataladi. Bu energiya, odatda Y/atom (ev/atom) bilan o'lchanadi. elektrongga moyillik elektron qavatining tuzilishiga bog'liq.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Elektromanfiylik. Faraz qilaylik, A element atomi V element atomi bilan birikib, AV molekulani hosil qilayotgan bo'lsin;



Bu moddalarning asosida hosil bo'luvchi kimyoviy bog'lar atomlari elektronlarning qanday gneppalanishi, ionlanish potentsiali va elektronga moyillik kabi hossalarni yig'indisini elektromanfiylik deb ataluvchi kattalik ko'rsatadi.

Elektromanfiylik χ bilan o'lchanadi va o'lchov birligi qilib Flor (F) atomining elektromanfiyligi (4 ga teng) qabul qilingan.

Bog'lanish turlari. Kovalent bog'lanish. Ion bog'lanish, vodorod bog'lanish:

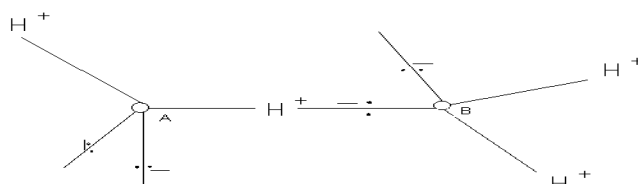
Kovalent bog'lanish - o'zaro birikuvchi elementlar atomlarining elektromanfiyligi bir-biriga teng yoki juda yaqin bo'lganda, kovalent bog'lanish hosil bo'ladi: H_2 , O_2 , N_2 , CH_4 .

Ion bog'lanish - elektromanfiyligi jihatidan bir-biridan katta farq qiladigan ikki element orasida hosil bo'ladi. Bu bog'lanish birinchi grupp metallari bilan ettinchi grupp elementlari orasida osonlik bilan vujudga keladi: NaF , $NaCl$.

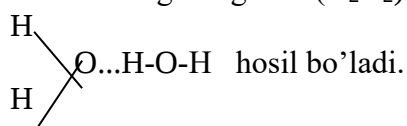
Vodorod bog'i - faqat birgina vodorod atomiga mansub bo'lib, bu xil bog' boshqa atomlarda bo'lmaydi-sababi vodorod elementida yagona elektron bo'lib, shu yagona elektronini bog' hosil qilishga berib elektronsiz yadro (praton H^+) ga aylanib qoladi. Bu protonning diametri boshqa atomlarning diametridan bir necha marotaba kichik, demak, yuzadagi elektr potentsiyali juda kuchli, atrofida elektron qatlami bo'lmaganligidan, u boshqa atom yoki ionga yaqinlashganda itarishmaydi va aksincha tortishadi va hatto boshqa atom yoki molekulaning elektron qavatlariga kirib ketadi: H_3O^+ , NH_4^+ .

Vodorod kuchli elektromanfiy elementlarning ($F > O > N > Cl$) atomi bilan birlashib qutbli bog' hosil qilganda, vodorod atomi bir oz musbat zaryadlanadi $H^+ F^-$. Bunday hollarda unga boshqa elektromanfiy atom yaqinlashsa bog' vujudga keladi. Vodorod bog'ning energiyasi, uni qanchalik musbat zaryadlanganligiga qarab, N^+ holida kuchli. Masalan HF da HCl, HBr ga qaraganda kuchliroq bo'ladi. Vodorod bog'ining hosil bo'lish mexanizmini suv misolida ko'raylik. Suv molekulasida orbitalar tetraedr shaklida joylashgan bo'lib, uning uch qismida kislorod atomi bo'ladi. Bu orbitallarni ikkitasi O-N ni hosil qilish uchun sarflanadi (elektron juftlar bo'lingan), qolgan ikkita orbital esa taqsimlanmagan juft elektron bilan band bo'ladi. Bu joyda manfiy zaryad to'planadi, ya'ni atomlararo dipol: $H^+ \rightarrow O^-$: hosil bo'ladi.

Ikkita $H^+, \rightarrow O^-$: dipolning qarama-qarshi qutblari orasida elektrostatik tortishishi – dipollariga tortishish



vujudga keladi. Shu bilan bir vaqtda O_A-H dipol O_V atomdagi bo'linmagan juft elektronlarni qutblaydi, natijada bu juft elektronlar O_A bilan bog'langan H va O_V atomlari orasida o'linadi, ya'ni O_A atomdagi H bilan O_V atomi orasida kovalent bog' hosil bo'ladi. Bulardan tashqari, vodorod bog'ida Van-der-vaals tortishish kuchi ham ishtirok etadi deb faraz qilinadi. Bu uchta tortishish kuchi O-H bog'ida ishtirok etgan elektronlar jufti va O_V dagi bo'linmagan elektronlar juftining itarishishi bilan muvozanatda turadi. Natijada 20 kJ/mol energiyali vodorod bog'i degidrol (H_2O_2)



Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

H_2F_2 , HF_2^- , HCl_2^- larning borligi vodorod bog'ining borligi bilan tushuniladi.

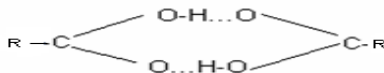
Suyuq vodorod ftorid H_2F_2 (HF) molekula holida bo'ladi. –suvda eriganda H^+ va HF_2^- ion holda bo'ladi. HF_2^- quyidagicha hosil bo'ladi. F atomi vodorod bilan kuchli qutbli bog' hosil qiladi, ya'ni H atomini H^+ ga aylantiradi va bu H^+ ioni F^- ioni deyarli kuchli tortib turadi natijada vodorod bog' hosil bo'ladi:

$F^- \dots H^+ - F^-$, umuman $X^- \dots H^+ - X^-$

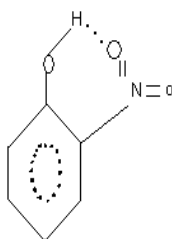
..... vodorod bog'i

– qutbli yoki ion bog'i

Karbon kislotalarning ikki molekulasini vodorod bog'i orqali birlashib assotsialanadi.



O-nitrofenol xossalari *n*-nitrofenol va *m*-nitrofenol xossalari bilan farq qilishi ham vodorod bog'i xisobiga qo'shimcha xalqa hosil bo'lishidir.



Qolgan ikkita modda OH bilan NH_2 guruxlar orasida masofa uzoq bo'lgani uchun vodorod bog'lanish hosil bo'lmaydi.

Oqsil molekulasi spiral shaklini eslatuvchi fazaviy konfiguratsiyasi

ham $\begin{array}{c} -C- \\ || \\ O \end{array}$ va $\begin{array}{c} -N- \\ | \\ H \end{array}$ gruppalar orasida juda ko'p vodorod bog'lar

borligi tufayli oqsilning ikkilamchi strukturasi hosil qiladi.

MOLEKULALARARO TA'SIR VA UNING XILLARI

Reja

1. Molekulalararo ta'sir haqida tushuncha.
2. Molekulalararo ta'sir turlari: orientatsion, induksion, dispersion ta'sirlar.
3. Bu ta'sirlarning orasidagi farq.

Ma'lumki, kimyoviy jihatdan valentliklari to'yingan va elektroneytral molekular bir-biriga yaqin kelganda, o'zaro tortishadi. Demak, molekularni bir-biriga tortib turadigan molekulalararo kuch mavjud ekan. Bu kuch ta'sirida gazlar suyuqlikka aylanadi, molekular bir-biriga tortilib, mustahkam kristall hosil qiladi, bir molekula ikkinchi molekula yuzasiga tortilib, adsorbilanadi, bir xil molekular birlashib assotsilanadi va hokazo. Molekulalararo

kuch Vander-Vaal's tenglamasida e'tiborga olingan va a/v^2 ga teng. SHu sababdan, molekulalararo kuch Van-der-Vaal's kuchi deb ataladi. Uzoq vaqtgacha Van-der-Vaal's kuchining tabiati noma'lum bo'lib keldi, keyingi vaqtdagina bu kuchning tabiati oydinlashtirildi. Bu kuch ham atomlararo kuch singari, elektr tabiatiga ega ekanligi aniqlandi. Molekulalararo kuch, asosan, uch xil kuchdan (effektdan) - orientatsion, induksion va dispersion kuchlardan iborat. endi bu kuchlar ustida qisqacha to'xtalib o'tamiz.

Orientatsion kuch. Bu

kuch qutblangan molekular orasida vujudga keladi.

Qutblangan molekular

bir-biriga nisbatan ma'lum tartib bilan joylashadi. Ularning qarama-qarshi ishorali qutblari bir-biriga yaqinlashgan vaziyatda o'rtnashadi. Natijada qarama-qarshi ishorali qutblar elektrostatik kuch (kulon kuchi) bilan bir-biriga tortiladi. Dipollar orasidagi bunday kuch orientatsion effekt (kuch) deb ataladi. Kizomi Van-der-Vaal's kuchi orientatsion effektdan



Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

iborat, deb faraz qilgan edi. SHu sababdan, bu kuch **Kizomi kuchi** deb ham ataladi. Orientatsion kuchning energiyasi

$$U_0 = -\frac{2}{3} \cdot \frac{\mu_1^2 \mu_2^2}{kTr^6}$$

Bu erda μ_1, μ_2 - bir-biriga ta'sir etayotgan molekulalarning tug'ma dipol' momenti; k - Bol'tsman konstantasi; r - molekulalar orasidagi masofa, T - absolyut temperatura.

Issiqlik ta'siridagi harakat qutblangan molekulalarning tartibli joylashishiga to'sqinlik qilganligidan, orientatsion kuch temperaturaga teskari proportsional bo'ladi. Tenglama oldidagi minus (-) ishorasi ta'sir energiyasi tortishish energiyasi ekanligini ko'rsatadi (itarish energiyasi plyus «+» ishorasi bilan ifodalanadi). Qutblangan molekulalarda molekulalararo tortishuv kuchli bo'lganligidan, molekulalararo tortishuv kuchi kam bo'lgan qutblanmagan molekulalarga nisbatan yuqori temperaturada suyuqlanadi va qaynaydi.

Induksion kuch. Bu kuchni Debay kashf etgan. Bir-biriga yaqin kelgan molekulalarning biri qutblangan, ikkinchisi qutblanmagan (tug'ma dipoli bo'lmagan) molekula deb faraz qilaylik. Bu vaqtda tug'ma dipolsiz molekula tug'ma dipolli molekula ta'sirida qutblanadi. Natijada ikkinchi molekulada induksion dipol' vujudga keladi va tug'ma dipol' bilan induksion dipol' tortishadi. SHunday qilib, bu molekulalar bir-birini tortadi. Bu tortishish kuchi induksion kuch deyiladi. Uning energiyasi qutbli molekulaning tug'ma dipoli (μ) ga va tug'ma dipoli bo'lmagan molekulaning qutblanuvchanligi (a) ga proportsional

bo'ladi:
$$U_u = -\frac{a\mu^2}{r^6}.$$

Dispersion kuch. Tug'ma dipoli bo'lmagan molekulalar ham bir-biri bilan tortishadi, aks holda, ular suyuqlikka aylanmasligi kerak edi. Bunday molekulalar orasida orientatsion va induksion tortishish kuchlari bo'lishi mumkin emas. Ular dispersion kuch bilan tortishib turadi.

Dispersion kuchning tabiati sxema ravishda quyidagicha tushuntiriladi. Bu kuchning vujudga kelishiga asosiy sabab, elektronlar yadro atrofida ayrim vaqtlarda (bir onda) notekis taqsimlanishidir. Masalan, vodorod atomini olsak, uning yagona elektroni yadroning goh bir tomonida, goh ikkinchi tomonida bo'lishi mumkin. Natijada bir onli dipol' vujudga keladi. SHuning uchun elektrik simmetrik molekulalarda (vodorod atomining) o'rtacha bir onli dipol' momenti nolga teng bo'lsada, bir onli dipol' qo'shni molekulalarga ta'sir qilib uni induksiylaydi. Masalan, argon atomi yadrosi atrofida 18 ta elektron aylanib yuradi. Bir paytda bu elektronlarning yarmi yadroning bir tomonida, yarmi ikkinchi tomonda aylanib yurishi ehtimoldan uzoq, shuning uchun argonning bir onli dipol' momenti nolga teng bo'lishi mumkin emas. SHunday qilib, argon dipol momentining qiymati va yo'nalishi har onda turlicha bo'ladi. Lekin elektronlarning uzoq vaqt mobaynida yadroning turli tomonlarida guruhlanish ehtimolligi o'zaro tengdir. SHunga ko'ra, argonning dipol' momenti nolga teng deyiladi. Tajribada ana shu o'rtacha dipol' o'lchanadi.

Atom yoki molekulalarda ma'lum vaqtda vujudga keladigan dipol' moment fluktatsion dipol' momenti deyiladi. Yuqorida keltirilgan misolimizda argonning ma'lum vaqtda hosil bo'ladigan, ya'ni fluktatsion dipol' atom atrofida elektron maydonni vujudga keltiradi. Bu maydon qo'shni atomga ta'sir etib, uniig zaryadini siljitadi va natijada argon bilan bu atom orasida tortishish sodir bo'ladi.

Bu hodisaning sababini quyidagicha tushuntirish to'g'riroq bo'ladi. Ta'sir qiluvchi atom yoki molekulani garmonik ostsillyator deb qarash mumkin. Bu holda atom yoki molekuladagi elektronlarni muvozanat holati chegarasida garmonik tebranayotgan zarrachalar deb qarash mumkin. elektronlar bunday tebranib turganligidan, atomning har daqiqada (o'rtacha dipol' momenti nolga teng bo'lsa ham) dipol' momenti nolga teng bo'lmaydi.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

SHuning uchun ostsillyatorlar (atom yoki molekulalar) bir-biriga tortiladi. Bunday tortishish kuchi **dispersion kuch** deyiladi. Bu kuchni kvant mexanika tasavvuri yordamida dastlab London kashf etgan: dumaloq simmetrik tuzilishdagi molekula uchun quyidagi tenglama bilan

hisoblab chiqargan edi:
$$U_D = -\frac{3}{2} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{I_1 + I_2} \cdot \frac{a_1 a_2}{r^6}.$$

Bu erda, $I_1 \cdot I_2$ – birinchi va ikkinchi atomning taxminan ionlanish potentsiallariga teng. ($I = h\nu_0$). a_1, a_2 – ularning qutblanuvchanligi, r – molekulalar yadrosi o'rtasidagi masofa.

Ikkita bir xil atomdan iborat molekula uchun:
$$U_D = -\frac{3}{4} \cdot \frac{h\nu_0 a^2}{r^6}.$$

ν_0 - absolyut noldagi tebranish energiyasiga mos tebranish chastotasi.

SHunday qilib, tug'ma dipoli bor molekula bilan tug'ma dipoli bo'lmagan molekula orasidagi tortishish kuchi orientatsion, induksion va dispersion kuchlar yig'indisiga teng:

$$U = U_0 + U_u + U_D = -\frac{1}{r^6} \left[\frac{2\mu^4}{3kT} + 2\alpha\mu^2 + \frac{3}{4}h\nu_0 a^2 \right] = -\frac{n}{r^6}$$

Demak, molekulalararo kuch molekulalar orasidagi masofaning oltinchi darajasiga proporsional ravishda kamayadi. Molekulalararo kuch kimyoviy kuchga nisbatan anchagina kichik, taxminan bir necha kkal-mol' atrofida bo'ladi. Induksion kuch ham kichik bo'lib Van-der-Vaal's kuchining atigi 5% ini tashkil etadi. Tug'ma dipol' momenti kichik bo'lgan molekulalar (CO, H₂) da orientatsion kuch juda kichik, kuchli qutblangan molekulalarda esa birmuncha kattaroq qiymatga ega bo'ladi va Van-der-Vaal's kuchining asosini tashkil qiladi. Qutblanmagan molekulalarda Van-der-Vaal's kuchining asosiy qismini dispersion kuch tashkil etadi. Umuman, yuqoridagi uch xil asosiy kuchdan boshqa kuchlar ham bor. Lekin ularning qiymati juda kichik bo'lganligi uchun ular ustida to'xtalmaymiz.

Bir-biriga ta'sir etuvchi molekulalar o'zaro juda yaqinlashganda ular orasida itarishish kuchi paydo bo'ladi.

Molekulalar o'rtasidagi itarishish energiyasi
$$U_{IT} = \frac{m}{r^{12}}$$
 ga teng.

Bu erda: m -itarishish konstantasi (musbat qiymatli miqdor). Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, bu energiya masofaning 12-darajasi bilan o'zgaradi, ya'ni bu energiya juda kichik masofadagina mavjud bo'ladi, masofa kattalashishi bilan katta tezlikda kamaya boradi.

Molekulalar orasidagi ta'sir kuchi tortishish va itarishish kuchlari yig'indisiga teng

(Bu Lennard-Jonson tenglamasidir):
$$U = U_{mopm} + U_{umap} = -\frac{n}{r^6} + \frac{m}{r^{12}}$$

REFRAKSIYA VA UNING EKZALTATSIYASI

Reja:

1. Molekulalarning elektr va magnit xossalari, qutblanish.
2. Klauzius – Mosotti tenglamasi.
3. Refraksiya va uning ekzaltatsiyasi.

Moddalarni tuzulishi ularning elektr va magnit xossalari bog'liq bo'ladi. Shuning uchun moddalarning elektromagnit xossalari o'rganish ularning tuzilishini o'rganish va tuzilishi xossalari qanday ta'sir etishini bilishga yordam beradi. Moddalarning

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

elektromagnit xossalari ulardagi elektronlarning xatti - harakatiga bog'liq. Ko'pincha kimyoviy reaksiyalar elektromagnit maydondagi yoki yorug'likda boradi.

Atom yoki molekula statik elektr maydoniga kiritilsa, uning musbat va manfiy zaryadlari maydonning qarama – qarshi zaryadlangan qutblari tomon, ya'ni moddalarning musbat zaryadlari maydonning manfiy qutbi tomon, manfiy zaryadi esa maydonning musbat qutbi tomon siljiydi. Natijada, musbat va manfiy zaryadlar bir-biridan ma'lum masofada bo'ladi. SHunday qilib dipol hosil bo'ladi. Demak, maydonga qutblanmagan modda kiritilsa, u qutblanib qoladi, qutblangan modda kiritilganda esa qutbliligi (dipol' momenti) ortadi. Moddalarning maydon ta'sirida bunday o'zgarishi, ya'ni tashqi elektr maydon ta'sirida elektron va atom yadrosi bo'limining, molekula va ionlarda bir-biriga nisbatan siljishi qutblanish deyiladi. Maydon ta'sirida vujudga kelgan dipol' induktsiyalangan dipol' deb ataladi.

Qutblanish maydonning kuchlanishiga proporsionaldir: $P = aE$.

Bu erda: E -Maydonning kuchlanishi, R -Induktsiyalangan dipol momenti, a -Qutblanuvchanlik

Klauzius – Mosotti dielektriklarning qutblanishi uchun yuqorida aytilganlarga asoslanib quyidagi tenglamani joriy etdi.

$$P = \frac{D-1}{D+2} \cdot \frac{M}{\rho} = \frac{4}{3} \cdot \pi N_0 a.$$

Bu erda: p -molekulaning qutblanishi; D -dielektrik konstanta; M - Molekulyar massa; P -moddaning zichligi; N_0 -Avogadro soni; $\pi = 3,14$, a -qutblanuvchanlik,

$\frac{4}{3} \pi a$ shar shaklidagi molekulaning N_0 marta ko'paytirilgan hajmi.

Qutblanish uch xil bo'ladi:

a) elektron qutblanish – elektronlar maydonning musbat qutbli tomon siljishni ifodalaydi.

b) atom (yoki yadro) qutblanish (P_a)- atom yadrosining elektr maydonida manfiy qutb tomon siljishini ifodalaydi.

s) Orientatsion (mos joylashish) qutblanish faqat qutbli molekulalardagina sodir bo'ladi. Maydon bo'lmaganda bir qadar tartibsiz o'rtnashgan qutbli molekulalar maydonga kiringach, o'z o'qi atrofida harakatini davom ettirib, musbat qutblari bilan maydonning manfiy qutbi tomon, manfiy qutblari bilan esa maydonning musbat qutbi tomon buriladi.

Refraksiya. Yuqorida moddalar statik elektr maydon ta'sirida joylashganda, ularda sodir bo'ladigan o'zgarishlar bilan tanishdik. Moddadan elektromagnit tebranish o'tgan vaqtda uning o'zgaruvchan elektr maydon ta'sirida moddalarda yuz beradigan o'zgarish alohida ahamiyatga ega. O'zgaruvchan bunday elektromagnit maydoni sifatida yoruhlikni ham olish mumkin. elektromagnit nazariyasiga muvofiq nurning to'liq uzunligi juda katta bo'lganda

$$n = \sqrt{D} \text{ yoki } n^2 = D \text{ bo'ladi.}$$

n - nurning sindirish ko'rsatkichi. Bu erda agar D ning bu qiymati Klauzius – Mosotti

tenglamasiga qo'yilsa, quyidagi tenglama kelib chiqadi: $R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{\mu}{\rho} = \frac{4}{3} \pi N_0 a \dots$

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

R- refleksiya, deb ataladi. Demak $n^2 = D$ bo'lganda, $P = R$ bo'lishi kerak. Bu tenglama faqat tug'ma dipoli bo'lmagan moddalargina xos. Qutblangan molekullar uchun $D > n^2$ (D va n^2 ning qiymati maydon chastotasiga ham bog'liq) va $P > R$ bo'ladi.

Qutblangan molekullarda D ning n^2 ga, P ning R ga teng bo'lmashligi sabablari quyidagilardir. Nurning elektr maydoni tez o'zgaruvchan bo'lib, uning o'zgarish tezligi (chastotasi) $4 \cdot 10^{14} \text{ sek}^{-1}$ ga teng (ko'zga ko'rinadigan nur uchun). Issiqlik ta'sirida molekullarning tebranish chastotasi $10^{11} - 10^{12} \text{ sek}^{-1}$ ga teng. SHunday qilib molekulaning tug'ma dipoli nur maydonida qutblanishga ulgura olmaydi, ya'ni qutblangan molekula o'zgaruvchan maydonda orientatsion qutblanishga uchramaydi uning dipoli o'zgarmasdan qoladi. SHu sababdan, o'zgaruvchan maydonda qutblanmagan va qutblangan molekula bir xilda qutblanadi va P ning qiymati molekula uchun ham bir xil bo'ladi. Bunday holda tenglama o'z kuchini saqlab qoladi.

Xuddi shuningdek, og'ir yadro ham tez o'zgaruvchan maydonda qutblanishga ulgura olmaydi. Natijada atom qutblanish sodir bo'lmaydi. SHunday qilib refraksiya faqat elektron qutblanishga teng bo'lib qoladi: $P_e = R$.

Molekulyar refraksiya (yoki solishtirma refraksiya) molekuladagi hamma elektronlarning qutblanishini ko'rsatadi. Tenglamalarga muvofiq, molekulyar refraksiyaning qiymati temperaturaga va bosimga bog'liq emas. SHu bilan birga, uning qiymati moddaning agregat holatiga ham bog'liq bo'lmaydi. SHunday qilib, refraksiya moddani harakterlovchi eng ahamiyatli fizik konstantalarning biridir.

Refraksiya additiv xossadir, molekulaning refraksiyasi shu molekulani tashkil qilgan atomlar tuzilishi va tarkibiy qismlari (bog', xalqalar) refraksiyalar yig'indisiga teng bo'ladi.

Refraksiyaning additivligiga induksion effekt kam ta'sir ko'rsatadi, lekin yondosh bog'lar ta'sir etadi. Bu vaqtda kuzatilgan refraksiya additivlik qoidasiga muvofiq hisoblab chiqilgan refraksiyadan ortiq bo'ladi. Bu hodisa refraksiya ekzal'tatsiyasi deyiladi.

Refraksiyaning additivligi moddalarning tuzilishini aniqlashga imkon beradi: moddalarning tuzilishini refraksiyaning additivligidan foydalanib aniqlash bu sohadagi fizik usullarning biridir.

MASSA VA ENERGIYA O'RTASIDAGI BOG'LANISH VA ULARNING O'ZARO EKVIVALENTLILIGI

Reja:

1. *Massa va uning orasidagi bog'lanish haqida tushuncha*
2. *Jismlarning tinchlikdagi va kinetik energiyasi*
3. *Massa va energiya orasidagi bog'lanishga misollar.*

Massa tezlikka bog'liq bo'lganligidan energiya bilan massa orasida bog'lanish bo'lishi kerak. Bu bog'lanishni jismning harakatlanish tezligikichik ($v \ll c$) bo'lgan holda aniqlash

eng oson. Buning uchun:
$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$
 Formuladagi maxrajni quyidagicha

o'zgartiramiz:
$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{c^2}\right)^2 - \frac{1}{4} \frac{v^4}{c^4}}.$$

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Juda kichik $\frac{1}{4} \frac{v^4}{c^4}$ miqdorni hisobga olmay, quyidagini hosil qilamiz:

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \approx 1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \cdot \text{Shuning uchun} - m \approx \frac{m_0}{1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}}.$$

Bu ifodaning maxrajini ham, suratini ham $\left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}\right)$ ga ko'paytirib va yana $\frac{1}{4} \cdot \frac{v^4}{c^4}$ hadni hisobga olmay, quyidagi taqribiy formulaga ega bo'lamiz:

$$m \approx m_0 + \frac{1}{2} m_0 v^2 \frac{1}{c^2}.$$

Bu formuladagi ikkinchi had massaning tezlik ortishi hisobiga ∇m oshuvini ifodalaydi:

$$\nabla m = m - m_0 = \frac{\frac{1}{2} m_0 v^2}{c^2}.$$

Demak, jism tezligini ortishi bilan massaning oshuvchi shu jismga berilgan kinetik energiyaning yorug'lik tezligi kvadratiga bo'lgan nisbatiga teng.

Idishdagi gaz isitilganda gaz molekulalarining energiyasi ortadi. Yuqorida keltirilgan formulaga binoan, gazning massasi ham ortadi.

Massa va energiyaning orttirmalari orasidagi yuqorida ko'rib o'tilgan bog'lanish birinchi bo'lib Eynshteyn bayon etgan fikrga olib keladi: barcha hollarda jismning massasi yorug'lik tezligining kvadratiga bo'lingan energiyasiga teng. Keyinchalik borib, impul's va energiyaning saqlanish qonunlarining bajarilishi fazo va vaqt to'g'risidagi relyativistik tasavvurlarga jism energiyasi quyidagicha ifodalangandagina zid kelmasligi aniq isbotlandi:

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

$v \ll c$ bo'lgan holda oddiyligi va umumiyliги jihatidan ajoyib bo'lgan yuqoridagi formula quyidagicha yozilishi mumkin:

$$E = m_0 c^2 + \frac{m_0 v^2}{2} + \dots$$

Bu formuladagi ikkinchi had jismning klassik mexanikadagi kinetik energiyasidir. Yuqoriroq tartibli hadlar kinetik energiya qiymatiga tuzatma kiritadi, bu tuzatma esa tezlikning ortishi bilan massaning oshuvini hisobga oladi.

Formulaning birinchi hadi eng diqqatga sazovor va yangilikdan iborat haddir: bu had jismning tezligi nolga teng bo'lgandagi energiyasini-tinchlik energiyasi deb ataladigan E_0 energiyani ifodalaydi:

$$E_0 = m_0 c^2.$$

Bu juda ajoyib natijadir. Har qanday jism o'zining mavjudlik fakti tufayligina energiyaga ega va bu energiyaning miqdori tinchlikdagi m_0 massasiga proporsionaldir. Tinchlik energiyasini jismning ichki energiyasi deb qarash mumkin. Tinchlik energiyasi

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

mavjudligining eng ravshan eksperimental isboti tinchlik massasiga ega bo'lgan elementar zarralarning massasi $m_0 = 0$ bo'lgan zarralarga aylanishini kuzatishdan iboratdir. Bunda tinchlik energiyasi yangi hosil bo'ladigan zarralarning kinetik energiyasiga batamom aylanadi.

SHunday qilib, nisbiylik nazariyasi massa bilan energiya orasida chambarchas bog'lanish bor, degan xulosaga olib keladi: jismning yoki jismlar sistemasining to'liq energiyasi (tinchlik energiyasi bilan kinetik energiyasi yig'indisi) massasi bilan yorug'lik tezligi kvadratining ko'paytmasiga teng. Agar sistemaning energiyasi o'zgarsa, uning massasi ham o'zgaradi:

$$\nabla m = \frac{\nabla E}{c^2} /$$

Lekin $\frac{1}{c}$ koeffitsient juda kichik bo'lganligidan, energiya juda ko'p miqdorda o'zgargandagina massaning o'zgarishi sezilarli bo'ladi. Ximiyaviy reaksiyalar vaqtida yoki jismlarning odatdagi sharoitlarda qizdirilishida energiyaning o'zgarishi shu qadar kichik bo'ladiki, massaning unga yarasha o'zgarishini tajribada payqab bo'lmaydi. Masalan, qaynoq choynakning massasi sovuq choynaknikiga qaraganda kattaroq bo'ladi: biroq juda sezgir tarozi bilan ham bu farqni sezib bo'lmaydi. Atom yadrolarining va elementar zarralarning bir-biriga aylanishidagina energiyaning o'zgarishi shu qadar kattaki, bunda massaning energiya o'zgarishlari bilan bog'liq bo'lgan o'zgarishi sezilarli bo'ladi.

Atom bombasi portlaganda parchalanish mahsulotlarining massasi parchalanadigan dastlabki materialning massasidan 1 g chamasi yoki hatto bir necha gramm kichik bo'ladi. Bu massa portlash vaqtida hosil bo'lgan energiya bilan birga ketadi. Massaning 1 g o'zgarishiga to'g'ri keladigan energiya quyidagicha bo'ladi:

$$\nabla E = \nabla mc^2 = 1 \cdot (3 \cdot 10^{10})^2 \text{ erg} \approx 10^{21} \text{ erg} = 10^{14} \text{ j}.$$

Formulalarning tadbiq etilishi bilan biz yadro fizikasi va elementar zarralar fizikasida ko'p marta uchrashamiz.

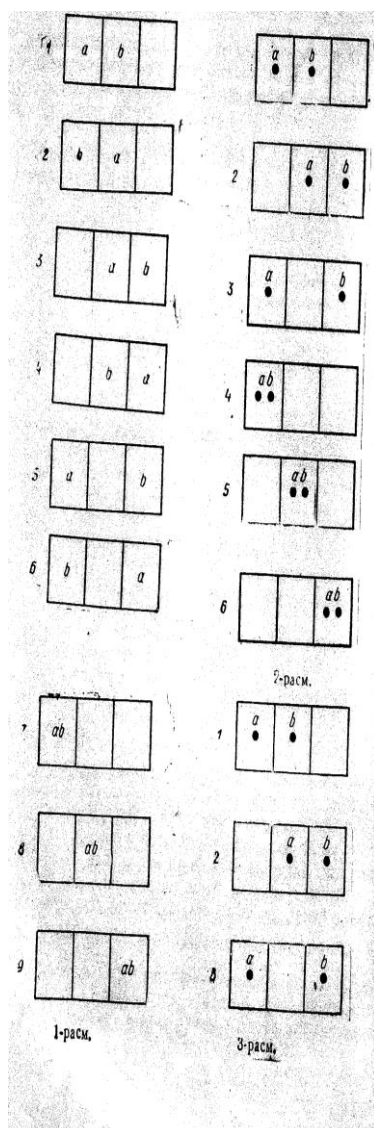
FERMI, DIRAK VA BOZE-EYNSHTEYN STATISTIKASI. FERMIONLAR VA BOZONLAR

Reja:

1. *Fermi-Dirak va Boze-Eynshteyn statistikasiga boysunadigan zarralar.*
2. *Boltsman, Fermi Dirak va Boze-Eynshteyn statistikasi va ularning bir-biridan farqi.*

Hozirgi zamon kvant mexanikasiga ko'ra hamma elementlar va murakkab zarralar statistik taqsimotga ko'ra ikkiga: fermionlar va bozonlarga bo'linadi.

Yarim spinli elementar zarralar, masalan, elektron, proton, neytron μ^- mezon va



giperonlar fermionlar deyilib, **butun spinli zarralar** masalan, foton, π^- mezon va K-mezonlar va hakoza bozonlar deyiladi. Bozonlar Boze-Eyneshteyn statistikasiga, fermionlar esa Fermi-Dirak statistikasiga bo'ysunadi. Bu zarralarning kvant holatlariga qarab, taqsimlanishi ham taqsimot funksiyasi ham turlicha bo'ladi. Ma'lum shartlar bajarilganda Fermi-Dirak va Boze-Eyneshteyn statistikasidan xususiy holi sifatida Bol'tsman taqsimot funksiyasini kelitirib chiqarish mumkin. Bol'tsman statistikasining yuqoridagi har ikki statistikadan farqi shundaki, u zarralarning bir-biridan farq qiladi deb qaraydi. Masalan: agar a zarra I kvant holatda b zarra II kvant holatda bo'lib, bu zarralar o'rin almasha, ya'ni a zarra II kvant holatga b zarra I kvant holatga kelar ekan, Bol'tsman statistikasiga ko'ra yangi mikroholat vujudga keladi. Fermi-Dirak va Boze-Eyneshteyn taqsimotlari bo'yicha bu zarralarning o'rin almashishi hech qanday boshqacha mikro holatni vujudga keltirmaydi, sistemada esa hech qanday o'zgarish bo'lmaydi. Bu ikki statistika hamma zarralarni bir-biriga aynan o'xshash deb qaraydi. Boze-Eyneshteyn va Fermi-Dirak statistikalaridagi farq quyidagidan iborat: Fermi-Dirak statistikasiga ko'ra har bitta kvant holatda bittadan ortiq zarra bo'lishi mumkin emas. Boze-Eyneshteyn statistikasiga ko'ra, har bir kvant holatda ixtiyoriy sondagi zarralar bo'lishi mumkin. Har uchula taqsimlanishlarni taqsimlanish xususiyatlarini bilish uchun ikkita o'xshash a va b zarralarni olib, bu zarralarni uchta holat (katak) bo'yicha taqsimlanishini ko'rib chiqaylik. Bol'tsman statistikasiga ko'ra mumkin bo'lgan taqsimlanishlar mikroholatlarning soni to'qqizta statistik fizikada bunday holatlar teng ehtimolli deb, postulat qabul qilinadi. U holda har bir holatning ehtimolligi $\frac{1}{9}$ ga teng bo'ladi. Boze-Eyneshteyn va Fermi – Dirak taqsimotlari esa 2 va 3-rasmlarda tasvirlangan. Bu ikki statistika bo'yicha zarralarning bir-birlaridan farqi yo'q. U holda ikkita zarrani ham

a (yoki nuqtadan borat) deb olamiz. Agar zarralar bozonlardan iborat bo'lsa, uchta kvant holat bo'yicha ular olti xil usul bilan joylashadi. Har bir juft holatni bitta mikroholat deb qarash mumkin bo'lib, hamma mumkin bo'lgan holatlarning soni oltita bo'lib, har birining

ehtimolligi esa $\frac{1}{6}$ ga teng. Agar zarralarning kataklarga ko'ra taqsimlanishdagi ehtimollik

Bol'tsman statistikasiga nisbatan aniqlanadigan bo'lsa, birinchi uchta holatning har biriga $\frac{1}{6}$,

qolgan uchtaga esa $\frac{1}{3}$ matematik ehtimollik to'g'ri kelgan bo'lar edi.

Demak, Bol'tsman taqsimoti, Fermi-Dirak va Boze-Eyneshteynlar taqsimotidan jiddiy farq qiladi. Fermi – Dirak taqsimotiga bo'ysunadigan zarralar uchun 2-rasmdagi keyingi uchta katakdagi zarralarning joylashishi ma'noga ega bo'lmay, faqat qolgan uchtagigina bu

taqsimotda o'rinli bo'lib, uning matematik ehtimolligi (Bol'tsman taqsimotiga ko'ra $\frac{1}{9}$) ga teng.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Masalan: I holat birinchi va ikkinchi qutilarda bittadan zarra bo'lgan mikroholatni ifodalasa oltinchi holat bu uchinchi qutidan ikkita zarra bo'lgan holatdir. Fermi – Dirak statistikasiga ko'ra (fermionlar uchun) to'rtinchi, beshinchi va oltinchi holatlar ma'noga ega emas. SHu sababli zarralar fermionlardan iborat bo'lganda mikroholatlarning soni uchga; har bir holat ehtimolligi esa $1/3$ ga teng. Kvant mexanikasida bu zarralarning holati antisimmetrik to'liq funktsiyasi bilan foydalanib Pauli printsipiga bo'ysunadi.

Shunday qilib 1-rasmdan ko'rinib turibdiki, zarralarning tabiati bir xil bo'lganda, birinchi va ikkinchi holatlar bu ikkita holat emas, bitta holatdir, birinchi holatning ikkinchi holatdan hech qanday farqi yo'q. Xuddi shunga o'xshash hamma uchinchi va to'rtinchi, beshinchi va oltinchi, ettiinchi, sakkizinchi, to'qqizinchi holatlarham bitta holat hisoblanadi.

Boze-Eyneshteyn va Fermi – Dirak taqsimotining analitik ifodasini hosil qilishdan avval quyidagi masalani qaraylik. N ta bir xil zarralarning g kvant holatlar bo'yicha necha xil usul bilan taqsimlanishini ko'raylik. Masalan, mehmonxonadagi g ta xona bor. N ta odamlarni necha xil usul bilan bu xonalarga joylashtirish mumkin. Masalada qaysi odam qaysi xonaga joylashadi-farqi yo'q. Dastavval, bu masalani fermionlar uchun hal qilaylik. Bu holatda quyidagi shart o'rinli bo'lsin deb qabul qilamiz:

$$g \gg N.$$

Har bir kvant holatda faqat bitta zarra bo'la olishi mumkinligidan $N > g$ shart ma'noga ega emas. Hamma kvant holatlarni kataklar bilan belgilaymiz. Band kataklarga nuqta, bo'sh kataklarga esa aylanachalar qo'yib chiqamiz.

Endi g elementdan N va $(g - N)$ tadan qilib, mumkin bo'lgan hamma o'rin almashtirishlarni amalga oshiramiz. Natijada zarralarning (nuqtalarning) g holatlar bo'yicha mumkin bo'lgan hamma taqsimlanishi kelib chiqadi. Bu taqsimlanishlar soni $g!$ ga teng. Biroq $g!$ ni $N!$ ga bo'lish kerak: chunki nuqtalarning o'rin almashishi yangi taqsimotni vujudga keltirmaydi. Xuddi shunday qilib, bu sonni yana $(g - N)!$ ga ham bo'lish kerak, chunki bo'sh o'rinlarning o'rin almashishi ham yangi taqsimotni hosil qilmaydi. Shunday qilib, N ta fermionlarning g kvant holatlar bo'yicha taqsimlanish usullarining soni

$$\frac{g!}{N!(g - N)!}$$
 ga teng bo'ladi.

Endi zarralar bozonlardan iborat bo'lsin. Bu holda g va N lar orasidagi munosabat hohlagancha bo'lishi mumkin. Kvant holatlar bir-biridan $(g-1)$ to'siqlar orqali ajralib tursin. Oxirgi kataklarni to'siqdan holi qoldirmaylik. Bu kataklarda zarralarning soni har xil bo'lishi mumkin. Bu holda $(g+N-1)$ elementdan N va $g-1$ tadan qilib, mumkin bo'lgan hamma o'rin almashtirishlarni amalga oshirsak, N zarralarning o'rin almashinishi, taqsimotning mazmuniga ta'sir qilmaganligi sababli uni $N!$ ga bo'lamiz. Xuddi shuningdek, $(g-1)$ to'siqning ham o'rin almashinishi yangi statistikani hosil qilmaydi, shu sababli $(g+N-1)!$ ni $(g-1)!$ ga ham bo'lamiz. SHunday qilib, natijada N ta bozonning g kvant holatlar bo'yicha

$$\frac{(g + N - 1)!}{N!(g - 1)!}$$
 taqsimlanishini hosil qilamiz:

Fermi – Dirak va Boze – Eyneshteyn taqsimotini analiz qilish uchun qaralayotgan gazni fermionlar yoki bozonlardan iborat deb qaraylik. Bu gaz o'zgarmas hajmli, tashqi muhit bilan issiqlik almashmaydigan qattiq adiabatik devorli idishga qamalgan bo'lsin. Bunday hollarda sistemaning mikroholatlarini qanday xarakterlash mumkinligini hal qilaylik. SHu maqsadda zarralarning hamma kvant holatlarini bir-biriga juda yaqin qiymatlarga ega bo'lgan yupqa (tor) energetik qatlamlarga bo'lib chiqaylik. i -qatlamga to'g'ri kelgan kvant holatning energiyasi $(\varepsilon_i, \varepsilon_i + \delta\varepsilon_i)$ intervalga to'g'ri kelsin. SHu qatlamning kvant holatlari soni $g_i \gg N_i$ juda katta bo'lishi uchun $\delta\varepsilon_i \ll \varepsilon_i$ shart bajarilishi lozim. Gazning

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

makroholatlari, har bir energetik qatlamdagi berilgan zarralar soni N_i bilan aniqlanadi. U holda qatlamdagi zarralarning har qanday o'rin almashishi sistemaning makro va mikroholatlarini o'zgartirmaydi.

Endi bozonlarning mumkin bo'lgan eng katta ehtimollik taqsimotini qarab chiqaylik. N_i zarralarning g_i kvant holatlar bo'yicha taqsimlanish usullarining soni W_i bo'lsin. Zarralarning tabiati o'xshash bo'lmaganligidan, almashtirishlar bir-biri bilan faqat kataklardagi zarralarning soni har xil bo'lishi bilan, to'siq va zarralarning soni har xil bo'lishi bilan, to'siq va zarralarning o'rin almashinishi bilan farq qiladi, xolos. SHunday qilib bizning ixtiyorimizda N_i ta zarra (nuqta) va $g_i - 1$ ta to'siq bo'lib, o'zaro o'rin almashtirish kerak bo'lgan ob'ektlarning soni hammasi bo'lib $g_i + N_i - 1$ ga teng. i-qatlamdagi zarralarning kvant holatlar bo'yicha joylashtirish usullari soni (1.13) ga asosan,

$$W_i = \frac{(N_i + g_i - 1)!}{N_i (g_i - 1)!}$$

ga teng bo'ladi.

Agar kataklardagi zarralar soni $N_1, N_2, \dots$ bo'lib, bu zarralarga mos bo'lgan kataklardagi joylashtirish usullari soni $W_1, W_2, \dots$ bo'lsa, u holda hamma kataklardagi joylashtirish usullari ularning (W_1 larning) ko'paytmasidan iborat bo'ladi. U holda bozon

$$W = \prod \frac{(N_i + g_i - 1)!}{N_i! (g_i - 1)!}$$

zarralari uchun asosiy statistik formula quyidagicha bo'ladi:

Eng ehtimolli taqsimlanishni topish uchun W ning maksimumini topish kerak. Buning uchun

$\sigma = \ln W$ ning maksimumini izlash qulayroq. Stirlingning juda katta sonlarning faktoriali

$$N_i! \approx \left(\frac{N_i}{e} \right)^{N_i}$$

uchun aniqlangan formulasi dan foydalansak, $g_i \gg 1$ va $N_i \gg 1$ bo'lganda σ uchun quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} \sigma = \ln W &= \sum_i [\ln(N_i + g_i - 1)! - \ln N_i! - \\ &\quad - \ln(g_i - 1)!] \approx \sum_i [(N_i + g_i) \ln(N_i + g_i) - \\ &\quad - N_i \ln N_i - g_i \ln g_i]. \end{aligned}$$

$\sigma_{\max}$ ni aniqlashda avval aytib o'tganimizdek, ikkita qo'shimcha shartdan foydalanamiz:

$$\sum_i N_i = N, \quad \sum_i N_i \varepsilon_i = \varepsilon \quad \text{lar o'zgaras bo'lganda } N_i \text{ ni o'zgaruvchan deb,}$$

Lagranjning variatsia usulidan foydalansak, (1.14), (1.16) lardan quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\delta N = \sum_i \delta N_i = 0, \quad (1.17)$$

$$\delta \varepsilon = \sum_i \varepsilon_i \delta N_i = 0, \quad (1.18)$$

$$\delta \ln W = \sum_i [\ln(N_i + g_i) \delta N_i + \delta N_i - \delta N_i \ln N_i - \delta N_i] = 0. \quad (1.19)$$

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Lagranjning aniqmas ko'paytkichlar metodidan foydalanib (1.17) ni ma'lum ko'paytkich $\alpha = \ln B$ ga (1.18) ni β ga ko'paytirib, (1.17), (1.18) va (1.19) larni o'zaro qo'shamiz:

$$\sum \left(\ln \frac{N_i + g_i}{N_i} + \ln B - \varepsilon_i \beta \right) \delta N_i = 0, .$$

Bundan $\delta N_i \neq 0$ bo'lganligidan yuqoridagi ifodadagi qavs ichidagi ifoda nolga teng:

$$\ln \frac{N_i + g_i}{N_i} + \ln B - \varepsilon_i \beta = 0.$$

Bu formuladan bozonlarning (zarralarning) muvozanat holatda g_i kataklarda taqsimlanish qonunini topamiz:

$$\ln \left(1 + \frac{g_i}{N_i} \right) + \ln B - \varepsilon_i \beta = 0 \quad \text{yoki}$$

$$\ln \left[\left(1 + \frac{N_i}{g_i} \right) B \right] = \varepsilon_i \beta, \quad 1 + \frac{g_i}{N_i} = \frac{1}{B} e^{\varepsilon_i \beta} \quad (1.20)$$

(1.20) dan bitta katakka to'g'ri kelgan zarralarning o'rtacha sonini topamiz:

$$f_{B-E} = \frac{N_i}{g_i} = \left(\frac{1}{B} e^{\varepsilon_i \beta} - 1 \right)^{-1} \quad (1.21)$$

(1.21) ga Boze-Eyneshteyn taqsimoti deyiladi. U holda sistemaning to'liq energiyasi U va zarraning to'liq soni N quyidagicha bo'ladi:

$$U = \sum_i f_{B-E} \varepsilon_i = \sum_i \frac{g_i \varepsilon_i}{\frac{1}{B} e^{\varepsilon_i \beta} - 1},$$

$$N = \sum_i \frac{g_i}{\frac{1}{B} e^{\varepsilon_i \beta} - 1}$$

Fermi-Dirak taqsimoti. Fazaviy fazoning biror i sohasidagi g_i kataklar olib, unda N_i ta zarraning taqsimlanishini $g_i \gg N_i$ ya'ni g_i kataklarda N_i zarra necha usul bilan taqsimlanishini aniqlaymiz. Zarralar tabiati jihatidan farq qilmay Pauli printsipligiga bo'ysunadi. U holda bitta katakda N_i zarra g_i usul bilan joylashish imkoniyati bo'lib, bu usullardagi farq, faqat ayrim kataklarning bo'sh bo'lishidir. Ikkinchi katakda esa ($g_i - 1$), uchinchi katakda ($g_i - 2$) va hakazo usullar bilan eng so'nggi katakda esa [$g_i - (N_i - 1)$] usul bilan joylashish imkoniyati qoladi.

Shunday qilib, N_i zarralar uchun hamma joylashishlar soni quyidagiga teng bo'ladi: $g_i(g_i - 1)(g_i - 2) \dots [g_i - (N_i - 1)]$ yoki

$$\frac{g_i(g_i - 1)(g_i - 2) \dots [g_i - (N_i - 1)](g_i - N_i)(g_i - N_i - 1) \dots 2 \cdot 1}{(g_i - N_i)!} =$$

$$= \frac{P_{g_i}}{P_{g_i} - N_i} = \frac{g_i!}{(g_i - N_i)!} \quad (1.22)$$

Agar zarralarning tabiati o'zaro bir-biridan farq qilmasligini e'tiborga olsak, u holda usullar soni (1.22) ni yana N_i ga bo'lish kerak:

$$W_i = C_{g_i}^{N_i} = \frac{g_i!}{N_i!(g_i - N_i)!}$$

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Butun fazaviy fazolar uchun usullarning umumiy soni W_i larning ko'paytmasidan iborat bo'lib, uni termodinamik ehtimollik deyiladi:

$$W_T = \prod_{(i)} \frac{g_i!}{N_i!(g_i - N_i)!}$$

Endi (1.17) va (1.18) shartlardan hamda Lagranj usulidan foydalanib $\sigma = \ln W_i$ ning maksimal qiymatini va nihoyat Fermi-Dirak taqsimotini topamiz: $N_i = \frac{g_i}{\frac{1}{B} e^{\varepsilon_i \beta} + 1}$.

Bitta katakka (kvant holatga) to'g'ri keladigan zarralarning o'rtacha soni $B = e^a$ ni e'tiborga olganda tubandagicha bo'ladi:

$$\frac{N_i}{g_i} = f_{\Phi-D} = \left(\frac{1}{B} e^{\varepsilon_i \beta} + 1 \right)^{-1} \quad (1.23)$$

$$N = \sum_i \frac{g_i}{\frac{1}{B} e^{\varepsilon_i \beta} + 1},$$

Hamma zarralarning soni va to'liq energiyasi:

$$U = \sum_i \frac{\varepsilon_i g_i}{\frac{1}{B} e^{\varepsilon_i \beta} + 1}.$$

(1.21) va (1.23) lardagi α va β lar termodinamik mulohazalar yordamida aniqlanib

$$\beta = \frac{1}{kT}, \quad (1.24)$$

ga teng.

$$\alpha = \frac{\mu}{kT} \quad (1.25)$$

μ – ximiyaviy potentsial. U termodinamikadagi singari bir mol' moddaga tegishli bo'lmay, bitta zarraga tegishlidir. (1.24) va (1.25) larni (1.21) va (1.23) larga qo'ysak Boze va Fermi taqsimotlarini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$N_i = \frac{g_i}{\frac{(\varepsilon_i - \mu)}{e^{\varepsilon_i \beta} + 1}}. \quad (1.26)$$

$\bar{n}_i = \frac{N_i}{g_i}$ nisbat (ya'ni katakdagi zarralarning o'rtacha soni) ma'nosiga ko'ra manfiy bo'lishi

mumkin emas. (1.26) dan ko'rinadiki, bozonlar uchun $\mu \leq \varepsilon_i$, qisman agar $\varepsilon_i = 0$ bo'lsa, $\mu \leq 0$ bo'ladi. SHunday qilib, bozonlar uchun ximiyaviy potentsial nol' yoki manfiy bo'ladi. Fermi zarralari uchun bunday shartlar yo'q. Fermi-Dirak taqsimotida n_i ning T bilan bog'lanishi $\mu > 0$ va $(T \rightarrow 0)$ hol uchun quyidagi grafikda tutash chiziq bilan tasvirlangan.

(1.26) dan ko'rinadiki, $\varepsilon_i = 0$, $\frac{\mu}{kT} \gg 1$ bo'lsa, $\bar{n}_i = (e^{-\mu/kT} + 1)^{-1} \cong 1$. Xuddi shuningdek,

$\varepsilon_i \neq 0$ bo'lmagan lekin $\varepsilon_i < \mu$ bo'lgan hollarda ham $\bar{n}_i(\varepsilon_i)$ 1 ga yaqin bo'ladi. $\varepsilon_i = \mu$ ga teng bo'lganda $e^{\varepsilon_i - \mu/kT} = 1$ bo'lib, $\bar{n}_i(\mu) = \frac{1}{1+1} = \frac{1}{2}$ ag teng bo'ladi. $\varepsilon_i = \mu$ bo'lganda

$\bar{n}_i(\mu) = \bar{n}_i(\varepsilon) = \frac{1}{2}$ bo'lishining ma'nosi μ energiyali fermi zarralari kataklarning yarmini band qilganligini, qolgan yarmi esa bo'sh ekanligini bildiradi.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

$\varepsilon_i > \mu$ qiymatlarda $e^{\frac{\varepsilon_i - \mu}{kT}}$ had asta-sekin ortib boradi va nihoyat $\varepsilon_i \gg \mu$ bo'lganda birin $e^{\frac{\varepsilon_i - \mu}{kT}}$ ga nisbatan tashlab yuborish mumkin, ya'ni $\bar{n}_i(\varepsilon_i)$ ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\bar{n}_i(\varepsilon_i) \sim \exp\left(\frac{\mu - \varepsilon_i}{kT}\right).$$

Bu taqsimot Bol'tsman taqsimotini ifodalaydi. $T=0$ bo'lgan hol uchun $\bar{n}_i$ bilan ε_i ning

$$\varepsilon < \mu, \quad \bar{n}_i = \frac{1}{e^{-\infty} + 1} = 1,$$

bog'lanishini tekshiraylik. Bu holda ikki hol bo'lishi mumkin:

$$\varepsilon < \mu, \quad \bar{n}_i = \frac{1}{e^{-\infty} + 1} = 0.$$

Demak, $T=0$ da $\varepsilon_i < \mu$ energiyali hamma kvant sathlar, Fermi zarralari bilan band ($\bar{n}_i = 1$), energiyasi $\varepsilon_i > \mu$ shartni bajaradigan qolgan sathlar bo'sh ekanligini bildiradi.

KVANT SONLARNING KELIB CHIQISHI VA FIZIK MA'NOSI. PAULI PRINTSIPI.

Reja:

1. *Kvant sonlar haqida umumiy tushuncha*
2. *Kvant sonlar turlari va elektronning holatini tavsiflovchi haraktiristikasi*
3. *Pauli printsiipi*
4. *V.M.Klechkovskiy va Xund qoidasi*

Fazoning qaysi qismida mikrozarra bo'lib turish ehtimolligini topish uchun Shryodinger tenglamasini echib Ψ -ning qiymatini topish kerak, chunki mikrozarraaning $d\tau$ hajmda bo'lish ehtimolligi $|\Psi|^2 d\tau$ ga tengdir.

Ψ funktsiyasi atomdagi biror elektronning xususiy to'liq funktsiyasi bo'la olish ish uchun bu elektronning ma'lum holatlarini ifodalash kerak. Bu holatlar kvant sonlar nomini olgan butun sonlarning turlicha to'plami orqali ifodalanadi; 1) bosh kvant son (n); 2) orbital' kvant son (l); 3) magnit kvant son (m). Bosh kvant son tushunchasi fanga dastlab 1913 yilda N.Bor tomonidan kiritildi. Bosh kvant son ayni orbitaning energiyasi uning yadrodan uzoq yoki yaqinligiga qay tarzda bog'liq ekanligini tavsiflaydi.

Bosh kvant son $n=1,2,3,4,5,\dots$ (butun va musbat ratsional sonlar) qiymatlarga ega bo'ladi. Masalan, vodorod atomidagi elektronning yadro bilan bog'lanish energiyasi ifodasiga

bosh kvant son kiradi:
$$E = -\frac{2\pi^2 m e^4 z^2}{n^2 h^2} \text{ yoki } E = -13,6 \frac{z^2}{n^2} \text{ eV.}$$

Agar $n=1$ bo'lsa, $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, agar $n=2$ bo'lsa $E_2 = -\frac{13,6}{4} = -3,4 \text{ eV}$ bo'ladi. Ko'rmizki,

birinchi energetik pog'ona $n=1$ da elektron yadro bilan eng kuchli bog'lanishga ega, ikkinchi pog'ona ($n=2$) da bog'lanish birinchi pog'onadagiga nisbatan 4 marta kuchsiz; elektron, yadrodan uzoqlashgan sari uning yadro bilan bog'lanish energiyasi kamayib, uning xususiy energiya qiymati (tutumi) orta boradi. Orbitaning radiusi ham bosh kvant songa bog'liq. Masalan, vodorod atomi uchun $n=1$ bo'lganda $r_1 = 0,053 \text{ nm}$, $n=2$ bo'lganida $r_2 = 0,053 \cdot 4 = 0,212 \text{ nm}$; demak, yadrodan uzoqlashgan sari orbitaning "radiusi" bosh kvant sonining kvadratiga proportsional ravishda kattalashib boradi.

"Atomning asosiy" (normal) va g'alayonlangan (yoki qo'zg'algan) holati degan tushuncha kiritilgan. Agar atomda elektron mumkin bo'lgan energiya tutumining eng kichik

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

qiymatiga ega bo'lsa, bunday holat atomning asosiy holati deyiladi. Atom asosiy holati cheksiz uzoq vaqt tura olishi mumkin. Lekin atom g'alayonlangan holatda juda oz vaqt (10^{-8} sek) bo'ladi. U o'z nur energiya kvantini chiqaradi, bu energiya esa spektral chiziqlarni hosil qiladi.

Atomda elektronlar uchun energetik qobiqlar K,L,M,N,O,P va Q harflari bilan ifodalanadi.

n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7
K	L	M	N	O	P	Q

Ko'p elektronli atomlarda har bir bosh kvant sonlar energiyalari o'zaro yaqin bo'lgan elektronlari elektron qobiqlarni tashkil qiladi.

Orbital kvant son tushunchasi fanga 1916 yilda A.I.Zommerfel'd tomonidan kiritilgan. Orbital kvant son (l) elektron orbitalning shaklini tasvirlaydi. l ning qiymati 0 dan (n-1) ga qadar bo'lishi mumkin. Uning qiymatlari lotin alfavitining kichik harflari bilan ko'rsatiladi:

l ning qiymatlari 0,1,2,3,4,5,... bo'lganda harf belgisi, mos ravishda s,p,d,f,g...H bo'ladi. elektron harakat miqdorining orbital momenti M (Mexanik moment) bilan orbital'

kvant son orasida quyidagicha bog'lanish mavjud: $M = \frac{h}{2\pi} \sqrt{l(l-1)}$.

Orbital magnit moment ham l bilan quyidagi munosabatda bo'ladi: $\mu = \mu_B \sqrt{l(l+1)}$; bu erda $\mu_B = \frac{eh}{4\pi mc}$ – Bor magnetoni.

Magnit kvant soni atomlardagi spektral chiziqlarning magnit maydonida taqsimlanishini tushuntirish uchun keltirilgan.

Magnit kvant son – elektronning atomdagi mexanik orbitali harakat momenti vektorining biror tashqi magnit maydoni yo'nalishiga tushirilgan proektsiyasini aks ettiradi:

$$M_z = \frac{m \cdot h}{2\pi}.$$

Bu erda: M – elektronning mexanik momenti M ning Z yo'nalishiga proektsiyasi qiymati III. 7-rasmda (7 ta f-orbitallardagi elektronlarning mumkin bo'lgan yo'nalishlari) tasvirlangan. Xulosa qilibaytganda, magnit kvant soni tashqi magnit maydoniga kiritilgan atomdagi elektron qobiqchalarning neyaa xil holatda (orbitallar xili) bo'lishi mumkinligini tasvirlaydi:

Qobiqchalar xili l	Magnit kvant son qiymatlari	Fazoviy yo'nalish xillari
s(l=0)	0	Bitta s - orbital
p(l=1)	+1,0 -1	Uchta $P_x, -P_y$ va P_z -(x, y va z koordinata o'qlari yo'nalishidagi) orbitallar
d(l=2)	+2,+1,0,-1,-2	$d_{x^2-y^2}$ va d_{z^2} – orbitallar (x, u va z-o'qlari yo'nalishida joylashgan);
f(l=3)	+3,+2,+1,0,-1,-2,-3	$d_{x^2-y^2}$ va d_{z^2} – orbitallar (x, u z-o'qlari oralig'idagi yo'nalishlarda joylashgan)
		Etti xil yo'nalish bo'yicha joylashgan (ular III.7-rasmda aks ettirilgan).

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Magnit kvant sonining qiymatlari orbital kvant sonlar kattaligi asosida $+l$ va $-l$ oralig'idagi butun sonlardan tashkil topgan, mumkin bo'lgan qiymatlar soni jami bo'lib $(2l+1)$ qiymatni qabul qilishim mumkin. Binobarin, bosh kvant soniga muvofiq keladigan barcha holatlarning (orbitallarning) soni quyidagicha hisoblab topiladi:

$$N = \sum_{l=0}^{l=n-1} (2l+1) = 1 + 3 + 5 + \dots + (2n+1)$$

Bu aytib o'tilgan uchta kvant son (n, l, m) Shryodinger tenglamasining bir elektronli sistema uchun olingan echimlarida namoyon bo'lgan. Lekin atom spektrlarining nozik tuzilishini tekshirish shuni ko'rsatdiki, elektronning atomdagi barcha holatlarini xarakterlash uchun bu uch kvant son etarli emas. Elektron, proton va neytronlarda yana o'ziga xos ichki xususiy erkinlik darajasi mavjudligi aniqlandi. Bu harakatning miqdori zarrachaning orbital harakati bilan aloqador emas. Zarrachaning xususiy mexanik harakat miqdor momenti spin deb ataladi. Har bir elektron o'zining spiniga ega, bu uning massasi yoki zaryadi kabi xususiy fundamental xossasidir. Elektronning spin momenti quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$M_s = \sqrt{s(s+1)} \frac{h}{2\pi} \text{ . Bu erda: } s = \frac{1}{2} \text{ .}$$

Spinning Z o'qiga bo'lgan proektsiyasi: $S_z = m_s \frac{h}{2\pi} \text{ .}$

m_s – zarrachaning spin kvant soni. Uning qiymati $\pm \frac{1}{2} \cdot \frac{h}{2\pi}$. Demak, spin kvant soni faqat

ikkita $\left(+\frac{1}{2} \text{ va } -\frac{1}{2} \right)$ qiymatga ega bo'lishi mumkin. Bu ikki qiymat orasidagi ayirma

$\frac{h}{2\pi}$ ga teng. musbat yoki manfiy spin son qiymati spinning harakat yo'nalishiga bog'liq. Spin tufayli ayni pog'onachaga joylashishi mumkin bo'lgan elektronlarning maksimal soni orbitallarning sonidan 2 marta ko'p bo'ladi.

Bosh kvant son n bo'lganda orbitallarda joylashishi mumkin bo'lgan elektronlarning maksimal soni:

$$N_{\text{elektron}} = \sum_{l=0}^{l=n-1} 2(2l+1) = 2(1+3+5+\dots+(2n-1)) = 2n^2 \text{ ga teng.}$$

Elektronlarning holatini tavsiflovchi to'rttala kvant sonlar xarakteristikasi

Kvant son	Ishorasi	Qiymati	Ilova
-----------	----------	---------	-------

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

osh kvant son	n	$1,2,3 \dots \infty$	K,L,M,N,O,,, harflar bilan ishoralanadigan elektron qavatlariga muvofiq keladi. elektronni atom yadrosidan qanchalik uzoqda ekanligini tavsiflaydi. elektron energiyasi asosan bosh kvant songa bog'liq.
Orbital kvant son	l	$0,1,2,3, (n-1)$	Elektron harakat miqdori momentining yoki elektron bulut zichligini fazoviy taqsimlanishini tavsiflaydi. elektron energiyasiga ham ma'lum darajada bog'liq.
Magnit kvant son	m	$+l,0,-l$	Elektron xarakat miqdori momentining o'qiga bo'lgan proektsiyasini tavsiflaydi. Magnit maydonidan tashqarida elektron energiyasi magnit kvant soniga bog'liq emas. elektron harakat miqdorining har qaysi proektsiyasi o'ziga xos ma'lum shakldagi elektron bulut zichligini tavsiflaydi.
Spin kvant son	m_s	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	Elektronning xususiy mexanik harakat miqdori momentini tavsiflaydi.

Pauli printsipti. 1925 yilda Pauli printsipti ta'riflandi: bir atomda to'rttala kvant sonlari bir-birinikiga teng bo'lgan ikkita elektron bo'la olmaydi. SHunga ko'ra, bir orbitalda parallel spinli ikki elektron birgalikda mavjud bo'la olmaydi. Bunday elektronlarni juftlashmagan yoki yakka elektronlar deyiladi. Antiparallel spinli ikkita elektron bitta orbitalda bo'la oladi: . Bunday elektronlarni juftlashgan elektronlar yoki elektron juftlar deb ataladi. Bitta orbitalga ikkitadan ortiq elektron joylasha olmasligi sababli atomda elektronlarning orbitallarda maksimal joylashishi quyidagi holatlar bilan tavsiflanadi:

s – holat: bir orbitalda $\uparrow\downarrow$ elektron bo'ladi

(ya'ni $s^2 - \uparrow\downarrow$),

p– holat: uchta orbitalda 6 ta elektron bo'ladi

(ya'ni $p^6 - \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$),

d – holat: beshta orbitalda 10 ta elektron bo'ladi

(ya'ni $d^{10} - \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$),

f – holat: ettita orbitalda 14 ta elektron bo'ladi

(ya'ni $f^{14} \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$).

Elektronlarning qobiqchalarda joylashishini tavsiflash uchun energetik qobiq tartib raqami bosh kvant son bilan ko'rsatiladi uning keyinidan ayni qobiqchanning harf belgisi yoziladi, uning ustiga (o'ng tomoniga) elektronlar soni arab raqamlari bilan yoziladi. Bunday ifoda atomning elektron konfiguratsiyasi deb yuritiladi. Masalan, vodorod atomi uchun $1s^1$, geliy atomi uchun $1s^{21}$ ko'rinishda yoziladi.

Atomda elektron qobiqlarning tuzilishi. Atomda elektronlarning joylashishi Pauli printsiptidan tashqari yana quyidagi ikki printsiptga muvofiq kelishi kerak.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

1. Energiyaning minimumga intilish printsiptiga binoan, qobiqchalarning elektronlar bilan to'lib borishi qobiqcha energiyasining kattalashib borishi tartibida amalga oshadi: $1s=(n+l=1+0=1)$ $2s=(n+l=2)$ $2p=(2+1=3)$, $3s=(3+0=3)$, $3p(3+1=4)$ va hokazo qobiqchalar to'lib boradi, ya'ni qobiqcha energiyasining o'sib borishi tartibini keyingi amallarda V.M.Klechkovski qoidasiga asoslanib topamiz.

2. Elektronlarning qobiqchalarni egallash tartibini **V.M.Klechkovski qoidasi** asosida aniqlash qulay: elektronlarning qobiqchalarni egallash ketma-ketligi ayni qobiqchaning bosh va orbital kvant sonlar yig'indilari ortib borish tartibida bo'ladi. Ya'ni ikki qobiqchaning qaysi biri uchun $l+n$ yig'indisi kichik bo'lsa, shu holatda turgan elektronning energiyasi minimal qiymatga ega bo'ladi; agar bir necha qobiqchalar uchun $l+n$ yig'indisi bir xil bo'lsa, bosh kvant soni kichik bo'lgan qobiqcha minimal energiya qiymatiga ega bo'ladi.

Misol: Ixtiyorimizga berilgan 3d- va 4s-qobiqchalarning qaysi biri elektron bilan birinchi navbatda to'lib boradi?

Echish: Berilgan 3d-qobiqcha uchun $n=3$ va $l=2$. Demak, $n+l$ yig'indi $3+2=5$ ga teng. 4s-qobiqcha uchun $n=4$ va $l=0$, binobarin $n+l=4$ ga teng. Demak, birinchi navbatda elektron 4s-qobiqchaga joylanadi.

3. **Xund qoidasi**. Unga ko'ra, ayni pog'onachada turgan elektronlar mumkin qadar juftlanmaslikka, ya'ni spinlarning yig'indisini mumkin qadar kattalashtirishga intiladi. Masalan, p-qobiqchaga uch elektronni 2 usul bilan joylash mumkin:

1) $+++$ yoki $++-$

albatta birinchi usul amalga oshadi, chunki birinchi usulda spinlar yig'indisi

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{3}{2} = 1,5, \text{ ikkinchi usulda esa } \frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \text{ ga teng.}$$

KOMPLEKS BIRIKMALARDA KIMYOVIY BOG'LANISHNI TUSHUNTIRISH NAZARIYALARI

Reja:

1. *Kompleks birikmalar haqida tushuncha*
2. *Kimyoviy bog'lanishni tushuntirish nazariyalari*
3. *Kossel va Magnsh nazariyasi*
4. *Kristall maydon va molekulyar orbitallar nazariyalari*

Kompleks birikmalar deb yuqori haroratda va eritmalarda mustaqil mavjud bo'la oladigan va tarkibida kompleks ion yoki molekula saqlagan murakkab moddalarga aytiladi.

Kompleks birikmalar elementning valentligidan tashqari qo'shimcha valentliklar namoyon qilishi natijasida hosil bo'ladi.

Tarkibi: Metall ion – markaziy ion (atom) (m) dan va uning atrofida ligandlar (L) (addend)dan iborat bo'ladi, ularning soni – n bilan belgilanadi. Umumiy holda kompleks birikmalar formulalarini quyidagicha bo'ladi:



Har bir kompleks birikmalar hosil qiluvchi ion oksidlanish darajasi (+n) va koordinatsion soni (k.s) bilan tavsiflanadi. Markaziy ionning oksidlanish darajasi – shu ionning ayni paytdagi zaryadiga tengdir. Markaziy ionning koordinatsion soni – uning mazkur kompleks birikmada ligandlar bilan hosil qilgan umumiy bog'lanishlar sonidir.

Masalan: $K_2[Pt Cl_4 (NH_3)_2]$ - kaliy diamino tetro xlor platina (II) (Kat [Me Ln]), Pt-markaziy ion, Oksidlanish darajasi +2. Ligand – $Cl_4(NH_3)_2$ – koordinatsion son $4Cl+2NH_3=6$ ga teng koordinatsion son = 6 ya'ni 6 ta kimyoviy bog' hosil qiladi.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Koordinatsion birikmalarda bo'ladigan kimyoviy bog'lanish dastlab Kossel' va L'yuis nazariyalari asosida talqin qilindi. Keyinchalik bu haqda uch nazariya yaratildi:

- 1) valent bog'lanish yoki atom orbitalar metodi,
- 2) kristal maydon
- 3) molekulyar orbitalar metodi (ligandlar maydoni nazariyasi).

Elektrostatik (Kossel' va Magnus) nazariyasi. Markaziy ion ligandlarni Kulon qonuniga muvofiq elektrostatik kuch bilan tortadi; ligandlar esa bir-biriga elektrostatik qarshilik ko'rsatadi. Kossel' va Magnus fikricha n ta manfiy bir zaryadli ionlar bilan neytrallangan n zaryadli musbat zarracha yana boshqa manfiy zarrachalarni o'ziga tortish qobiliyatini yo'qotmaydi. Biroq bu vaqtda markaziy ion bilan ligandlar orasida o'zaro tortishuv va manfiy zarrachalar orasida o'zaro itarishish kuchlari hosil bo'ladi. Bu nazariyada har qaysi ion elastik shar deb qaraladi; sharlarning markazlari orasidagi masofa qo'shni ionlar radiuslari yig'indisi ($r_1 + r_2$) ga teng deb olinadi.

Masalan, AgI va $[AgI_2]$ - zarrachalarning potentsiali energiyalarini hisoblab ko'raylik.

Ag^+ bilan I^- ionning o'zaro tortishuv kuchi Kulon qonuniga muvofiq $F_1 = \frac{e^2}{r^2}$ ga teng. Bu

sistemaning potentsial energiyasi esa $E_1 = -\frac{e^2}{r}$ dir. $[AgI_2]$ - da bir Ag^+ ionni bir I^- ionini

$F_1 = \frac{e^2}{r^2}$ kuch bilan tortadi; bir I^- ionni, ikkinchi I^- ioniga $F_2 = \frac{e^2}{4r^2}$ ga teng kuch bilan qarshilik

ko'rsatadi. Bu kuchga muvofiq keladigan potentsial energiya $E_1 = \frac{e^2}{2r^2}$ ga teng. $[AgI_2]$ - dan

iborat sistemaning potentsial energiyasi: $E_2 = \frac{e^2}{r} - \left(\frac{e^2}{2r} \right) = -1,5 \frac{e^2}{r}$ ga teng bo'ladi.

E_1 bilan E_2 ni taqqoslash natijasida, $[AgI_2]$ - sistemaning energetik afzalligi AgI sistemanikiga qaraganda ortiq ekanligiga ishonch hosil qilamiz. Demak, AgI va I^- dan $[AgI_2]$ - koordinatsion birikmasining hosil bo'lishi shu sistema energiya minimumiga intilishi kerak degan qoidaga zid kelmaydi.

Manfiy ionlar orasidagi o'zaro qarshilik kuchini markaziy ion bilan ligandlar orasidagi o'zaro tortishish kuchiga nisbati ayni sistemaning niqoblanish (ekranlanish) koeffitsienti (NK) deb ataladi. Bu nisbat qancha kichik bo'lsa, koordinatsion sistema shuncha barqaror bo'ladi. Yuqorida ko'rib o'tilgan $[AgI_2]$ - uchun NK quyidagicha hisoblanadi:

$$HK = F_2 : F_1 = \frac{e^2}{4r^2} \cdot \frac{r^2}{e^2} = 0,25$$

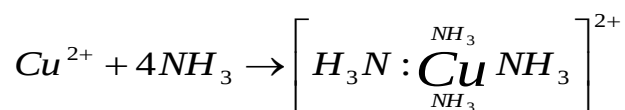
Biror koordinatsion sistema hosil bo'lganida ajralib chiqadigan energiyaning miqdori shu sistemaning niqoblanish koeffitsientiga bog'liq bo'ladi: $U = p(n - HK) \frac{e^2}{r}$; bu erda U - ayni kompleks hosil bo'lganida ajralib chiqadigan energiya, r -bir valentli ligandlar soni, n -markaziy ionning valentligi. U qiymati katta bo'lsa, koordinatsion birikma barqaror bo'ladi. Yuqoridagi tenglama Kossel' va Magnus tenglamasini nomi bilan yuritiladi.

Ba'zi oraliq elementlarning koordinatsion birikmalari uchun Kossel' va Magnus tenglamasi asosida hisoblab topilgan bog'lanish energiyalarining qiymati tajribada topilgan qiymatga mos kelmadi. SHu sababli Bete va Van-Flek elektrostatik nazariya o'rniga **kristall maydon nazariyasini** taklif qildilar.

KOVALENT BOG'LANISH NAZARIYASI

L'yuis nazariyasiga muvofiq kovalent bog'lanish hosil bo'lganida o'zaro birikuvchi atomlar orasidagi umumlashgan elektron juftlar hosil bo'ladi. Koordinatsion kovalent bog'lanishda esa, elektron juftlar reaksiyadan avval o'zaro birikuvchi zarrachalarning birida bo'ladi, keyin umumiy bo'lib qoladi (donor-aktseptor bog'lanish). Masalan, ammiak kislotalar bilan reaksiyaga kirishganda ammiakning azot atomidagi elektron jufti vodorod ioni bilan ammiak o'rtasida umumiy bo'lab qoladi.

NH_4^+ dagi barcha N-H bog'lanishlar bir-biridan sira farq qilmaydi. Bu reaksiyada ammiak molekulasidagi azot atomi donor, vodorod ioni esa aktseptor vazifasini bajaradi. Ammiak molekulasida o'zining elektron juftini vodoroddan boshqa ionlarga ham berishi mumkin. Masalan:



G.L'yuis bu reaksiyalarni kislota bilan asosning o'zaro ta'sirlanish reaksiyasi deb qaradi. G.L'yuis nazariyasiga muvofiq, kislota deganda o'ziga elektron juftlarini qo'shib olish qobiliyatiga ega bo'lgan moddani tushunish kerak; asos esa o'zidagi elektron juftlar berishga qobil moddadir. YUqoridagi misolda Cu^{2+} kislota va NH_3 asos rolini bajaradi. G.L'yuis nazariyasining koordinatsion birikmalarga oid qismlarini Sidjvik rivojlantirdi. Uning fikricha, koordinatsion birikmalar hosil bo'lganda markaziy ionning barcha elektronlari bilan ligandlar bergan barcha elektronlar yig'indisi (bu yig'indi effektiv atom raqami nomini olgan) ayni markaziy ionga yaqin turgan inert gazning tartib raqamiga teng bo'lishi kerak. Masalan, $K_4[Fe(CN)_6]$ dagi Fe^{2+} ionning 24 elektroni bor, unga birikkan oltita CN^- ionida 12 elektron bor, ularning yig'indisi $24+12=36$ dir. Bu son kriptonning tartib raqamiga teng.

Sidjvik nazariyasi juda sodda va tushunarli bo'lib ko'rinadi ham juda ko'p koordinatsion birikmalarning tuzilishini to'g'ri izohlay olmadi va uning o'rnini valent bog'lanishlar nazariyasi egalladi.

Ikkinchi misol tariqasida $[Pt(NH_3)_4]^{2+}$ uchun quyidagi mulohazani yuritish mumkin: $Pt(Z=78)$ atomi $[Xe]4f^{14}5d^96s^1$, platinaning $2+$ ioni esa: $[Xe]4f^{14}5d^86s^06p^06d^0$ tuzilishga ega. Faqat valent qavatning o'zini yozaylik: $Pt^{2+} 5d^86s^06p^0$. Bu erda 5d-, 6s- va ikkita 6p-orbitallar o'zaro ta'sirlashib to'rtta gibrid orbital (dsp^2) hisobiga tekis kvadrat ko'rinishidagi shaklni hosil qiladi.

O'zining valent qavatida elektron juftlari hamda bo'sh orbitallari bo'lgan ligand ham donor, ham aktseptor vazifasini bajarishi mumkin. Faraz qilaylik, biror metall atomida $d_{x^2-y^2}$ orbital bo'sh, d_{xy} orbital elektronlar bilan to'lgan bo'lsin. Metall atomi ammiak molekulalari bilan reaksiyaga kirishsin. Bu holda ammiakning bir juft elektron buluti bo'sh $d_{x^2-y^2}$ orbital bilan qoplanadi, metall atomi bilan ammiakdagi azot atomi orasida bitta donor-aktseptor bog'lanish hosil bo'ladi.

KRISTALL MAYDON NAZARIYASI

Bu nazariyani fizik olimlar G.Bete va Van-Flek 1930 yilda taklif qilgan bo'lsalarda, faqat 1951 yildan boshlab, bu nazariya kimyoda qo'llanila boshladi. Kristall maydon nazariyasi markaziy ionning d-orbitallariga ligandlar qanday ta'sir etadi degan savolga javob beradi. erkin atom yoki erkin ionning d-orbitalidagi 5 ta holat bir-biridan energiya jihatidan farq qilmaydi, faqat ular boshqa-boshqa tomonlarga yo'nalgan bo'ladi. energiyalari bir-biriga

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

teng orbitallar ayniya orbitallar (energiyasi jihatidan) deyiladi. Markaziy ionga ligandlar yaqinlashuvi bilan d-orbitaldagi elektronlarning energetik holati o'zgaradi, markaziy ionning d-elektron bulutlari bilan manfiy ligandlar orasida o'zaro elektrostatik itarishish kuchi vujudga keladi. Bu kuch d-elektronlarning energiyasini oshiradi, ya'ni ba'zi d-orbitallar qo'zg'algan holatga o'tadi.

Agar ligandlar oktaedrning cho'qqilariga joylashgan bo'lib, markaziy ion oktaedr markazini egallaydi deb faraz qilsak, $d_{x^2-y^2}$ – va d_{z^2} orbitallarning bulutlari ligandlar tomon yo'nalgan bo'ladi. Bu orbitallar ligandlarga yaqinroq joylashadi.

Lekin d_{xy} -, d_{yz} -, d_{xz} -orbitallar bulutlari ligandlararo fazoga yo'nalgan bo'ladi. SHu sababli, ligandlar bu orbitallarga kamroq ta'sir ko'rsatadi. Natijada d-orbitallar energetik jihatdan ikkita yangi holatga ajralib ketadi.

Yuqori energetik holatga ko'tarilgan d_{x^2} va $d_{x^2-y^2}$ – orbitallar e_d quyi energetik holatdagi d_{xy} -, d_{yz} -, d_{xz} -orbitallar t_{2d} bilan belgilanadi.

d-orbitallar energiyasining ortishi kompleks hosil bo'lganida ajralib chiqadigan energiyaning ma'lum qism hisobiga boradi. SHunday qilib, kristall maydon nazariyasiga ko'ra d-elektronlar ligadlar band etgan joylarni band qilmaslikka intiladi.

Kristall maydon nazariyasi koordinatsion birikmalarda ligandlar bilan markaziy ion orasida faqat elektrostatik (ion) bog'lanish borligini nazarda tutadi. Bu nazariya ligandlarning elektron bulutlarini markaziy ionning elektron bulutlari ma'lum darajada qoplashini (ya'ni kovalent bog'lanish ham borligini) hisobga olmaydi, vaholanki, koordinatsion birikmalarni elektron paramagnit rezonans usuli (EPR) bilan tekshirishlar ularda kovalent bog'lanish borligini ko'rsatadi.

Metall ion va ligandlardan koordinatsion zarracha hosil bo'lishida markaziy ionning d-orbitalariga emas, balki markaziy ion va ligandlarning s-va r-orbitallari ham ishtirok etadi. SHu sababli, keyinchalik, kristall maydon nazariyasi elektron bulutlar bir-birini qoplashini ham nazarga oladigan bo'ladi. Ligandlar maydoni nazariyasi vujudga keldi, keyinchalik u molekulyar orbitallar nazariyasi bilan boyitildi.

MOLEKULYAR ORBITALLAR NAZARIYASI (MOLEKULYAR ORBITALLAR USULI–(MOU))

Molekulyar orbitallar usuli metall ioni bilan ligandlar orasida kovalent, ionli va boshqa tur bog'lanishlar hosil bo'lishini mantiqiy ravishda ko'rsatib beradi. Binobarin, molekulyar orbitallar nazariyasida har qanday zarracha to'liq kvant – mexanik sistema deb qaraladi.

Molekulyar orbitallar nazariyasining bir necha variantlari mavjud. Bular ichida AOCHK (atom orbitallarning chiziqli kombinatsiyasi) nomli varianti ko'p tarqalgan hisoblanadi. Bu variantga muvofiq hosil bo'layotgan birikmaning molekulyar orbitallari dastlabki moddalardagi atom orbitallarning bir-biri bilan ma'lum tartibda o'zaro qo'shilish va ayirilish natijasida hosil bo'ladi. Molekulyar orbitallar usuli biror moddaning molekulyar tuzilishi sxemasini yaratishdan avval uning kristall tuzilishini rentgen nurlar yordamida aniqlab olish zarurligini taqazo qiladi va nazariya yaratishda bu ma'lumotlardan foydalanishni ko'zda tutadi.

Agar sistemada bog'lovchi molekulyar orbitallar (BMO) hosil bo'lsa, dastlabki moddalarning elektron buluti bir-birini maksimal (musbat) qoplaydi va ma'lum miqdorda energiya ajralib chiqadi. bo'shashtiruvchi molekulyar orbitallar (BO'MO) hosil bo'lganda dastlabki moddalarning elektron bulutlari bir-birini nafaqat qoplamaydi, aksincha, bir-biridan itariladi va bunday orbitallar energiyasi qisman ortib ketadi. Uchinchi holda dastlabki

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

atomlardagi elektron bulut energiyasida o'zgarish bo'lmaydi, ular bog'lamaydigan MO hisoblanadi.

Bu holatlarni matematika usulda qarab chiqib koordinatsion birikmalarda uchraydigan BMO va BO'MO uchun quyidagi tenglamalar olingan:

$$\Psi = \frac{\alpha \Psi_k + \sqrt{1-\alpha^2} \varphi}{1+2\alpha\sqrt{1-\alpha^2} s}; \quad \Psi^* = \frac{\sqrt{1-\alpha^2} \Psi_k - \alpha \varphi}{1-2\alpha\sqrt{1-\alpha^2} s}$$

Bu erda; Ψ_k -koordinatsion birikmalar hosil qiluvchi (ya'ni markaziy) ionning to'liq funksiyasi; φ – ligandlarning yig'indi to'liq funksiyasi, s-elektron bulutlarning qoplashish integrali: α – qiymati 0 bilan 1 chegarasida bo'lgan koeffitsent.

Agar $\alpha = 0$ bo'lsa, u holda $\Psi = \varphi$ bo'ladi; binobarin, barcha bog'lovchi elektronlar ligandlarda, BO'MO lar esa metall ionida joylashadi. Bunday sharoitda metall ion bilan ligandlar orasida to'liq ion bog'lanish namoyon bo'ladi; agar $\alpha^2 = 0,5$ bo'lsa, BMO ning yarmi metall ioniga va yarmi ligandlarda joylashadi. Natijada metall ion bilan ligandlar orasida kovalent bog'lanish hosil bo'ladi. Agar $\alpha = 1$ bo'lsa, barcha bog'lovchi elektronlar metall ioniga joylashadi. Binobarin, yana ion bog'lanish ro'y beradi.

Agar α^2 ning qiymati 0 dan katta va 0,5 dan kichik bo'lsa, metall ion bilan ligandlar orasida qutbli bog'lanish hosil bo'ladi.

Molekulyar orbitalar usuliga asoslanib koordinatsion birikmaning energetik diagrammasini tuzish. Oktaedrik turdagi koordinatsion zarrachaning to'liq energetik diagrammasining sxemasi 8-rasmda keltirilgan. Bunday diagrammalar dastlabki moddalar (metall ionida va ligand atom orbitallarni) va hosil bo'lgan kompleksdagi molekulyar orbitallarni sifat jihatdan ifodalaydi; ular albatta taqribiy xususiyatga ega. Bunday diagrammada ettita energetik pog'ona mavjud: bulardan uchta BMO, uchta BO'MO bo'lib, bittasi bog'lamaydigan. energiyalari eng kichik qiymatli molekulyar orbitalar 3 ta t_{2g} – va 2 ta e_g – lar bog'lovchi molekulyar orbitalar bo'lib, ular eng quyi energetik pog'onani egallaydi. Markaziy atomdagi d_{xy} , d_{xz} va d_{yz} – atom orbitallar t_{2g} - simmetriyaga ega bo'ladi, ular koordinatsion birikmalarda bog'lamaydigan BMO sifatida ishtirok etadi, chunki bu orbitalar ligandlar oralig'i tomon yo'nalgan, kimyoviy bog' energiyasiga o'z xissalarini qo'shmaydi. 2 ta e_g^* , 1 ta a_{1g}^* va 3 ta $t_{1u} = MO$ lar (BO'MO lar) eng yuqori energetik pog'onalariga joylashadi.

Kam spinli $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ va yuqori spinli $[CoF_6]^{3-}$ koordinatsion ionlarning (σ – bog'lanishlarining) MO usuli asosida tuzilishi XI.9-rasmda keltirilgan.

Ushbu rasmdan foydalanib $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ elektron formulasini molekulyar orbitalar usuli asosida quyidagicha yozish tavsiya qilinadi:

$$[Co(NH_3)_6]^{3+} \dots a_{2g}^2 t_{1g}^6 e_g^4 t_{2g}^6; \quad \nabla = 274 \text{ kJ} \cdot \text{mоль}^{-1}$$

Jami bo'lib, MO da 18 ta elektron mavjud, bulardan 12 tasi ligandlardan kelgan bo'lib, 6 tasi markaziy ionga tegishlidir. Bu kompleks diamagnet komplekslar jumlasiga kiradi. Binobarin, elektronning t_{2g} – dan e_g^* – ga o'tishi katta energiyani talab qiladi. $[CoF_6]^{3-}$ ion paramagnet, uning MO usulidagi elektron konfiguratsiyasi quyidagicha yoziladi:

$$[CoF_6]^{3-} \dots a_{1g}^2 t_{1g}^6 e_g^4 t_{2g}^6 e_g^{*2}; \quad \nabla = 182 \text{ kJ} \cdot \text{mоль}^{-1}$$

Metall ionning elektronlari bog'lamaydigan va bo'shashtiruvchi orbitalarga joylashadi; ular $t_{2g}^4 e_g^{*2}$ ko'rinishda ifodalanadi.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Molekulyar orbitallar usuli ham xuddi kristall maydon nazariyasi kabi oktaedrik koordinatsion birikmalarning magnit va spektral xossalari izoxlay oladi. Agar ∇ larning qiymati elektronlarning juftlashish energiyalaridan katta bo'lsa, quyi spinli koordinatsion birikma va aksincha kichik bo'lganda yuqori spinli koordinatsion birikma hosil bo'ladi.

Misol. Molekulyar orbitallar usuliga muvofiq $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ tarkibli koordinatsion ionning tuzilishi (elektron konfiguratsiyasi)ni chizing.

Echish. Nikel' atomining elektron konfiguratsiyasini yozaylik:

$$Z = 28, + 28\text{Ni} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$$

$$\text{Ni}^{2+} \text{ ionining konfiguratsiyasi} \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^0$$

Ni^{2+} ionning konfiguratsiyasini $3d^8$ dan boshlab yozsak:

$$\text{Ni}^{2+} \dots 3d^8 4s^0 4p^0 4d^0. \quad [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} \text{ koordinatsion ion hosil bo'lishida}$$

20 ta elektron (8 tasi Ni^{2+} dan va 12 tasi esa 6 ta NH_3 dan) ishtirok etadi.

Kompleks ion oktaedrik tuzilishga ega. Bu koordinatsion birikmada 20 ta elektronni molekulyar orbitallarga joylashtirish uchun qabul qilaylikki, markaziy atom va ligandlar fazoda x, y, z o'qlari davomida XI.7a-rasmda ko'rsatilgan tarzda joylashsin. Molekulyar orbitallar hosil bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalarning atom orbitallari energetik jihatdan bir-biriga yaqin bo'lishi kerak; ularning fazoda joylanishi ham bir-birinikiga mos kelishi kerak.

Ni^{2+} ionning 4s- orbitali 6 ta ligandning har bir orbitali bilan qoplanishi mumkin. Buning natijasida bog'lovchi va bo'shashtiruvchi molekulyar orbitallar ($\sigma^{\text{bog'}}$ va $\sigma^{\text{bo'sh}}$ lar) hosil bo'ladi. Ni^{2+} ning uchta, 4p-orbitallarining har qaysisi ligandlarning orbitallari bilan ham qoplashishi kerak, chunki ligandlarning orbitallari markaziy atomning p-orbitallariga muvofiq keladigan fazoviy vaziyatni egallagan. Buning natijasida uchta bog'lovchi $\sigma_x^{\text{bog'}}$, $\sigma_y^{\text{bog'}}$ va $\sigma_z^{\text{bog'}}$ -orbitallar, hamda uchta bo'shashtiruvchi σ_x^* , σ_y^* va σ_z^* - hosil bo'ladi.

Ni^{2+} ionining d_{z^2} - va $d_{x^2-y^2}$ -orbitallari ligandlarning fazoda tegishli joylashgan orbitallari bilan qoplanadi. Natijada bog'lovchi $\sigma_{x^2-y^2}^{\text{bog'}}$ va $\sigma_{z^2}^{\text{bog'}}$ - hamda bo'shashtiruvchi $\sigma_{x^2-y^2}^*$ va $\sigma_{z^2}^*$ -orbitallar hosil bo'ladi.

Markaziy atomning d_{xy} -, d_{xz} - va d_{yz} -orbitallari ligandlarning orbitallari bilan bir-biriga mos yo'nalishda bo'lmagani uchun, ular kimyoviy bog'lanishda ishtirok etmaydi. Ular bog'lamaydigan MO larni tashkil qiladi; ular sxemada π_{xy} , π_{xz} va π_{yz} -lar bilan ishoralangan.

Shunday qilib, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ tarkibli koordinatsion ionning molekulyar orbitalida 6 ta bog'lovchi, 3 ta bog' hosil qilishda qatnashmaydigan va 6 ta bo'shashtiruvchi, jami 20 ta valent elektron ishtirok etadi. Ularning molekulyar orbitallariga joylanishini quyidagicha ko'rsatish mumkin:

$$(a_{\text{lg}}^{\text{BMO}})^2 (t_{\text{lg}}^{\text{BMO}})^6 (e_g^{\text{BMO}})^4 (a_{2g})^6 (e_g^{\text{BO'MO}})^2.$$

Eng yuqori energiyali e_g -bo'shashtiruvchi molekulyar orbitalda ikkita elektron toq holda joylashadi. Koordinatsion birikmani valent bog'lanish nazariyasi asosida yuqori spinli va tashqi orbitali birikmalar sinfiga kiritish mumkin.

ML_4 tarkibli tetraedr va tekis kvadrat tuzilishli koordinatsion birikmalarning energetik diagrammasi keltirilgan.

MASSA VA ENERGIYA O'RTASIDAGI BOG'LANISH, ULARNING O'ZARO EKVIVALENTLILIGI.

Reja:

1. *Massa va uning orasidagi bog'lanish haqida tushuncha*
2. *Jismlarning tinchlikdagi va kinetik energiyasi*
3. *Massa va energiya orasidagi bog'lanishga misollar.*

Massa tezlikka bog'liq bo'lganligidan energiya bilan massa orasida bog'lanish bo'lishi kerak. Bu bog'lanishni jismning harakatlanish tezligikichik ($v \ll c$) bo'lgan holda aniqlash eng oson.

Buning uchun:
$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Formuladagi maxrajni quyidagicha o'zgartiramiz:

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{c^2}\right)^2 - \frac{1}{4} \frac{v^4}{c^4}}.$$

Juda kichik $\frac{1}{4} \frac{v^4}{c^4}$ miqdorni hisobga olmay, quyidagini hosil qilamiz:

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \approx 1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}.$$

SHuning uchun:
$$m \approx \frac{m_0}{1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}}.$$

Bu ifodaning maxrajini ham, muratini ham $\left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}\right)$ ga ko'paytirib va yana $\frac{1}{4} \cdot \frac{v^4}{c^4}$ hadni hisobga olmay, quyidagi taqribiy formulaga ega bo'lamiz:

$$m \approx m_0 + \frac{1}{2} m_0 v^2 \frac{1}{c^2}.$$

Bu formuladagi ikkinchi had massaning tezlik ortishi hisobiga ∇m oshuvini ifodalaydi:

$$\nabla m = m - m_0 = \frac{\frac{1}{2} m_0 v^2}{c^2}.$$

Demak, jism tezligini ortishi bilan massaning oshuvchi shu jismga berilgan kinetik energiyaning yorug'lik tezligi kvadratiga bo'lgan nisbatiga teng. Idishdagi gaz isitilganda gaz molekularining energiyasi ortadi. Yuqorida keltirilgan formulaga binoan, gazning massasi ham ortadi.

Massa va energiyaning orttirmalari orasidagi yuqorida ko'rib o'tilgan bog'lanish birinchi bo'lib Eynshteyn bayon etgan fikrga olib keladi: barcha hollarda jismning massasi yorug'lik

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

tezligining kvadratiga bo'lingan energiyasiga teng. Keyinchalik borib, impul's va energiyaning saqlanish qonunlarining bajarilishi fazo va vaqt to'g'risidagi relyativistik tasavvurlarga jism energiyasi quyidagicha ifodalangandagina zid kelmasligi aniq isbotlandi:

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$v \ll c$ bo'lgan holda oddiyligi va umumiyliги jihatidan ajoyib bo'lgan yuqoridagi formula quyidagicha yozilishi mumkin:

$$E = m_0 c^2 + \frac{m_0 v^2}{2} + \dots$$

Bu formuladagi ikkinchi had jismning klassik mexanikadagi kinetik energiyasidir. YUqoriroq tartibli hadlar kinetik energiya qiymatiga tuzatma kiritadi, bu tuzatma esa tezlikning ortishi bilan massaning oshuvini hisobga oladi.

Formulaning birinchi hadi eng diqqatga sazovor va yangilikdan iborat haddir: bu had jismning tezligi nolga teng bo'lgandagi energiyasini-tinchlik energiyasi deb ataladigan E_0 energiyani ifodalaydi: $E_0 = m_0 c^2$.

Bu juda ajoyib natijadir. Har qanday jism o'zining mavjudlik fakti tufayligina energiyaga ega va bu energiyaning miqdori tinchlikdagi m_0 massasiga proporsionaldir. Tinchlik energiyasini jismning ichki energiyasi deb qarash mumkin. Tinchlik energiyasi mavjudligining eng ravshan eksperimental isboti tinchlik massasiga ega bo'lgan elementar zarralarning massasi $m_0 = 0$ bo'lgan zarralarga aylanishini kuzatishdan iboratdir. Bunda tinchlik energiyasi yangi hosil bo'ladigan zarralarning kinetik energiyasiga batamom aylanadi.

SHunday qilib, nisbiylik nazariyasi massa bilan energiya orasida chambarchas bog'lanish bor, degan xulosaga olib keladi: jismning yoki jismlar sistemasining to'liq energiyasi (tinchlik energiyasi bilan kinetik energiyasi yig'indisi) massasi bilan yorug'lik tezligi kvadratining ko'paytmasiga teng. Agar sistemaning energiyasi o'zgarsa, uning massasi ham o'zgaradi:

$$\nabla m = \frac{\nabla E}{c^2}$$

Lekin $\frac{1}{c}$ koeffitsient juda kichik bo'lganligidan, energiya juda ko'p miqdorda o'zgargandagina massaning o'zgarishi sezilarli bo'ladi. Ximiyaviy reaksiyalar vaqtida yoki jismlarning odatdagi sharoitlarda qizdirilishida energiyaning o'zgarishi shu qadar kichik bo'ladiki, massaning unga yarasha o'zgarishini tajribada payqab bo'lmaydi. Masalan, qaynoq choynakning massasi sovuq choynaknikiga qaraganda kattaroq bo'ladi: biroq juda sezgir tarozi bilan ham bu farqni sezib bo'lmaydi. Atom yadrolarining va elementar zarralarning bir-biriga aylanishidagina energiyaning o'zgarishi shu qadar kattaki, bunda massaning energiya o'zgarishlari bilan bog'liq bo'lgan o'zgarishi sezilarli bo'ladi.

Atom bombasi portlaganda parchalanish mahsulotlarining massasi parchalanadigan dastlabki materialning massasidan 1 g chamasi yoki hatto bir necha gramm kichik bo'ladi. Bu massa portlash vaqtida hosil bo'lgan energiya bilan birga ketadi. Massaning 1 g o'zgarishiga to'g'ri keladigan energiya quyidagicha bo'ladi:

$$\nabla E = \nabla mc^2 = 1 \cdot (3 \cdot 10^{10})^2 \text{ erg} \approx 10^{21} \text{ erg} = 10^{14} \text{ j}.$$

Formulalarning tadbiq etilishi bilan biz yadro fizikasi va elementar zarralar fizikasida ko'p marta uchrashamiz.

YORUG'LIKNING QUTBLANISHI VA OPTIK FAOL MODDALAR

Reja:

1. *Yorug'likning qutblanishi*
2. *Optik faol moddalar va ularning turlari*
3. *Bio qonuni*

Vektorlar E , demak vektorlar N ham, ma'lum aniq bir tekisliklarda yotgan elektromagnitaviy to'lqinga yassi qutblangan to'lqin deyiladi.

Elektrikaviy vektor E va elektromagnitaviy to'lqinning tarqalish yo'nalishidan o'tuvchi tekislik qutblanish tekisligidir.

Yakka atom yassi qutblangan to'lqinni nurlaydi. Quyoshdan keluvchi tabiiy yorug'lik lampochkaning qizigan qilchasi, gaz razryadli trubka, alanga va sh. o' lardan keluvchi yorug'liklar xaotik orientatsiyalangan atomlar to'plamining tartiblanmagan nurlanishlaridan yig'iladi, shuning uchun E ning yo'nalishi bir tekislikda bo'lib saqlana olmaydi. Bunday yorug'likni tebranishlarning tekisligi xaotik orientatsiyalangan yassi qutblangan to'lqinlarning ustma-ust tushuvi deb hisoblash mumkin, ularda elektrikaviy vektorlar, nurga perpendikulyar bo'lgan har qanday nurlanishlar bo'yicha orientatsiyalangan. 1-rasmda muayyan vaqt momentiga oid nur O ning kesimi va vektor E ning nurga perpendikulyar bo'lgan tekislikdagi proektsiyasi ko'rsatilgan.

Agar tabiiy yorug'lik nuridan o'tuvchi istalgan ikki o'zaro perpendikulyar tekislik olib, ular ustiga E vektorlari proektsiyalansa, o'rta hisobda bu proektsiyalar bir xil bo'ladi. SHuning uchun tabiiy yorug'lik nurini ustiga bir xil miqdorda chiziqchalar va nuqtalar shaklida proektsiyalar joylashtirilgan to'g'ri chiziqlar.

a) kabi tasvirlash o'ng'aydir. SHunday qilib, chiziqchali to'g'ri chiziq,

b) yoki nuqtali chiziq

v) yassi qutblangan yorug'lik nurini belgilaydi.

Qisman qutblangan deb ataluvchi tabiiy, ham qutblangan tashkil etuvchilardan iborat bo'lgan yorug'lik nuri shartli suratda, 28.2-rasm, g va d da ko'rsatilgan, shu bilan birga chiziqchalar va nuqtalar sonining munosabati qutblanish darajasini, ya'ni yorug'likning to'la intensivligiga nisbatan qutblangan tashkil etuvchisi intensivligining hissasini aks ettiradi.

Yorug'lik intensivligi tebranishlar amplitudasining kvadratiga proporsional bo'lgani uchun $I = I_0 \cos^2 \psi$ (28.2) ni olamiz.

Bu erda I_0 – analizatorga tushuvchi yassi qutblangan yorug'likning intensivligi, I - analizatoridan chiqqan yorug'likning intensivligi. Keyingi tenglama Malyus qonunini ifodalaydi.

Malyus qonunidan ko'rinishicha, tushuvchi yassi qutblangan yorug'lik nuriga nisbatan analizator burilganda chiquvchi yorug'likning intensivligi noldan I_0 gacha o'zgaradi. Agar analizator tushuvchi nurga nisbatan o'q atrofida gidek burilsa, o'tuvchi yorug'likning intensivligi o'zgarmaydi, yorug'lik tabiiy bo'lishi mumkin agar bu vaqtda intensivlik (28.2)-qonun bo'yicha o'zgarsa, unda tushuvchi yorug'lik yassi qutblangan bo'ladi.

Kvarts kristallida birinchi marta payqalgan qutblanish tekisligining aylanishi yassi qutblangan yorug'likning modda orqali (o'tgan vaqtda qutblanish tekisligining burilishidan iboratdir. Bunday xususiyatga ega bo'lgan moddalar optikaviy aktiv moddalar deyiladi.

Manba S dan chiqqan monoxromatik yorug'lik qutblagich R - analizator A sistemasiga tushsin deylik. Qutblagich va analizator bir-biriga krestlanib, ya'ni bosh tekisliklari o'zaro perpendikulyar qilinib qo'yilgan. Bu holda yorug'lik kuzatuvchiga etib bormaydi, chunki Malyus qonuniga muvofiq ($\varphi = 90^0$) analizator yassi qutblangan yorug'likni o'tkazmaydi.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Agar qutblagich va analizator orasiga kvarts plastinkani yorug'lik uning optik o'qi bo'yicha o'tadigan qilib qo'yilsa, u holda umuman, yorug'lik kuzatuvchiga etib boradi. Agar analizator muayyan burchakka burilsa, u holda qaytadan qorong'ilikni yuzaga keltirish mumkin. Bu kvarts plastinka qutblanish tekisligini analizator qorong'ilik hosil qilishi uchun burilgan burchagiga mos burchakka burilishini yuzaga keltirgaidan guvohlik beradi.

Tajribada har xil to'lqin uzunlikdagi yorug'likdan foydalanib qutblanish tekisligi aylanishining dispersiyasini (aylanma dispersiyani), ya'ni burilish burchagining to'lqin uzunligiga bog'lanishini sezish mumkin. Qalinligi 1 mm bo'lgan kvarts plastinka qutblanish tekisligini taxminan quyidagi burchaklarga buradi:

Qizil yorug'lik uchun.	15°
Sariq	21°
Binafsha	51°

Ma'lum to'lqin uzunligi uchun qutblanish tekisligining burilish burchagi α yorug'likning optikaviy aktiv modda yurgan masofasi l ga proporsionaldir:

$$\alpha = \alpha_0 l, \quad (28.5.)$$

bu erda α_0 - proporsionallik koeffitsienti yoki aylanish doimiysi (aylanish qobiliyati), odatda millimetrga mos burchagiy graduslarda o'lchanadi.

Kvartsning har biri qutblanish tekisligini ma'lum yo'nalishda aylantiruvchi ikki modifikatsiyasi mavjud: soat strelkasi harakatining yo'nalishi bo'yicha o'ng aylantiruvchi (musbat) kvarts, soat strelkasi harakati yo'nalishiga teskari - chap aylantiruvchi (manfiy) kvarts. Aylanish doimiysi har ikki holda bir xil.

Kristall bo'lmagan ko'p jismlar ham optikaviy aktivdirlar: toza suyuqliqlar (masalan, skipidar) aktiv bo'lmagan erituvchilardagi optikaviy aktiv moddalarning eritmaları (qandning suvdagi eritmasi), ba'zi gazlar va bug'lar (kamfora bug'lari). eritmalar uchun quyidagi miqdoriy qonun aniqlangan:

$$\alpha = [\alpha_0] Cl, \quad (28.6)$$

bu erda S - optikaviy aktiv moddaning konsentratsiyasi, l - eritma qatlamining qalinligi, $[\alpha_0]$ - solishtirma aylanish. Bu munosabat Bio qonunini ifodalaydi.

Solishtirma aylanish taxminan to'lqin uzunligining kvadratiga teskari proporsional bo'lib, temperatura va erituvchiga bog'liq bo'ladi.

METALLAR VA YARIM O'TKAZGICHLARDAGI KIMYOVIY BOG'NI TAQQOSIY O'RGANISH VA TUSHUNTIRISH

Reja:

1. ***Metallar va yarim o'tkazgichlardagi kimyoviy bog'***
2. ***Temperatura ko'tarilganda metallar va yarim o'tkazgichlardagi elektron harakati***
3. ***Sof yarim o'tkazgichlardagi valent zonalar***

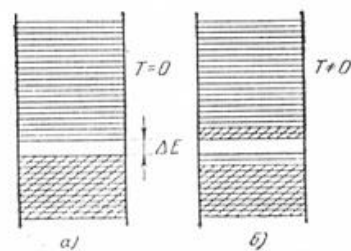
Yarim o'tkazgichlarga absolyut elektr o'tkazuvchanligi o'tkazgich va dielektriklarning o'tkazuvchanligi o'rtasida yotgan kristallar kiradi. Yarim o'tkazgich xususiyatiga ba'zan shishasimon yoki makromolekulyar moddalar, hatto suyuqliklar ham ega bo'lishi mumkin. Ximiyaviy tarkibiga ko'ra yarim o'tkazgichlar bir-biridan keskin farq qiladi. Hozirgi zamonda kovalent bog'lanishli va atom panjarali, ya'ni metall bog'lanishli yarim o'tkazgich kristallar eng katta ahamiyatga ega.

Yaim o'tkazgichlar tuzilishining asosiy xususiyatlarini va ularni metallardan farqlanishining sababini ko'ramiz. YArim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligida qatnashuvchi elektronlar dastavval kristall panjaradagi atomlardan, ionlardan yoki molekulalardan

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

ajratib olinishi kerak. Bu, asosan, issiqlik harakati natijasida yuz beradi. SHunipg uchun, temperaturaning pasayishi bilan bu xil elektronlarning soni kamayadi va yarim o'tkazgichning o'tkazuvchanligi pasayadi.

Zonalar nuqtai nazardan kristalning bu xil o'tkazuvchanligi quyidagicha tushuntiriladi. Yaim o'tkazgichlarning valent zonasi absolyut nol' temperaturada xuddi izolyatorlardagi singari, tamomila to'ldirilgan, o'tkazuvchanlik zonasi esa butunlay bo'sh bo'ladi. Lekii yarim o'tkazgichlarda valent zona bilan o'tkazuvchanlik zonasi o'rtasidagi taqiqlangan zona kengligi izolyatorlardagiga nisbatan juda kichik bo'ladi. Masalan, germaniy uchun taqiqlangan zona kengligi 1,1 eV, kremniy uchun es ~0,7 eV ga teng. SHunday qilib, odatdagi temperaturalarda yarim o'tkazgichlarda ma'lum sondagi elektronlar valent zonasidan o'tkazuvchanlik zonasiga ko'chgan bo'ladi. 103- rasmda yarim o'tkazgichlar uchun zonalar joylashishi tasvirlangan.



Sof yarim o'tkazgichlar. Sof yarim o'tkazgichlar deb, ximiyaviy tarkibi jihatdan toza yarim o'tkazgich jismlarni aytamiz. Ularga qator ximiyaviy toza elementlar: germaniy, kremniy, selen, tellur va qator ximiyaviy birikmalar: galliy arsenidi (Ga As), indiy arsenidi (In As), indiy antimonidi (In Sb), kremniy karbidi (Si S) va hokazolar kiradi. Sof yarim o'tkazgichlar zonalarining tuzilish sxemasi. Absolyut nolda valent zonasi to'la band etilgan, o'tkazuvchanlik zonasi esa tamomila bo'sh.

Absolyut nolda sof yarim o'tkazgich, dielektrik singari, nolga teng o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Ammo ushbu yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi temperaturaga keskin bog'liq bo'lib, yarim o'tkazgich temperaturasining ortishi bilan valent zonadagi elektronlarning termik uyg'onishi natijasida ularning bir qismi taqiqlangan zonani o'ta olishga etarli energiyaga ega bo'ladi. Oqibatda o'tkazuvchanlik zonasida elektronlar, valent zonasida esa bo'sh sathlar paydo bo'lishi kuzatiladi. Bunday kristalga tashqi maydonni qo'yilishi elektronlarning o'tkazuvchanlik zonasida ham, valent zonasida ham yo'naltirilgan harakatini vujudga keltiradi. Valent zonada elektronlarning harakati shu zonadagi bo'shab qolgan sathlarga o'tishlar bilan yuz beradi.

Shunday qilib, bitta bo'sh holatga ega bo'lgan valent zonaning hamma elektronlari vujudga keltirgan tok xuddi shu bo'sh holatga joylashtirilgan bitta musbat zaryadlangan zarraning harakati bilan bog'liq ekan. Bunday soxta zarrani «teshik» deb ataladi. Teshik uchun son jihatdan elektron zaryadiga teng, lekin musbat zaryad (+e) belgilab, biz uning massasini ham musbat effektiv massaga teng deb hisoblashimiz kerak, chunki shu yuqori o'rin dastavval manfiy effektiv massaga ega elektron bilan band etilgan edi. Ayni shu holdagina teshik vujudga keltirgan tok ham miqdor, ham yo'nalish jihatdan valent zonaning to'ldirilgan holda yalpi elektronlari vujudga keltirgan tok bilan mos keladi.

Umumiy holda, sof yarim o'tkazgichlarda vujudga keladigan tok valent va o'tkazuvchanlik zonalar elektr o'tkazuvchanligi bilan xarakterlanadi. Sof yarim o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi quyidagi ikki had yig'indisiga teng:

$$\sigma = n_n e c_n + n_p e c_p .$$

Bu erda s_n va s_r - elektron va teshik tezligi bilan bog'lik harakatchanlik koeffitsienti, n_n va n_p - elektron va teshik kontsentratsiyasi, sof yarim o'tkazgichlarda n indeks inglizcha manfiy (negativ) so'zidan olingan bo'lib, elektronni bildiradi, r - inglizcha musbat (pozitiv) so'zidan olinib, teshikni xarakterlaydi.

Aralashmali yarim o'tkazgichlar. Har qanday yuqori darajali toza yarim o'tkazgichlar ham har doim aralashma (begona) atomlarni o'z ichiga olgan bo'ladi. Ushbu atomlar o'zlarining lokal energiya sathlarini vujudga keltiradi. Bu sathlar esa yarim o'tkazgichning taqiqlanmagan yoki taqiqlangan zonasida valent zonaning ustidan va

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

o'tkazuvchanlik zonasining ostidan har xil masofada joylashgan bo'lishi mumkin. Ba'zan yarim o'tkazgich zarur xossaga ega bo'lishi uchun unga ataylab aralashma atomlar kiritiladi.

Kristalda begona atomlar vujudga keltirgan ushbu effekt kristall panjarasi uchun ideal davriy tuzilishning amalda buzilishida ham hosil bo'ladi. Panjaraning ideal tuzilishi uning bo'g'inlarida (tugunlarida) atomlarning etishmasligidan yoki bo'g'inlar o'rtasida ortiqcha A atomlarning mavjudligidan buzilishi mumkin.

Bo'sh zonaning eng pastki chekkasiga yaqin lokal sathlarga ega aralashma yarim o'tkazgichni ko'raylik. Ushbu sathlardan elektronlar osoi o'tkazuvchanlik zonasiga o'tishi mumkin, natijada, yarim o'tkazgichda elektron vujudga keltirgan, ya'ni l-tip elektr o'tkazuvchanlik paydo bo'ladi. Xuddi sof o'tkazuvchanlikdagi singari n-tip o'tkazuvchanlik temperaturaning ko'tarilishi bilan ortadi, so'ngra ma'lum temperaturadan boshlab o'zgarmaydi. Bu hol qo'shimcha elektronlarning hammasini o'tkazuvchanlik zonasiga o'tishida yuz beradi.

Yarim o'tkazgichda o'tkazuvchanlik zonasining pastki chegarasiga yaqin sathlarni hosil qiluvchi aralashma (atom)larga donorlar deyiladi. Masalan, kremniy va germaniy uchun Mendelev jadvalining V gruppasi elementlari: R, As, Sb donorlar vazifasini o'tashi mumkin.

Kremniy (yoki germaniy) kristall panjarasida Si (yoki Ge) atomini, masalan, As atomi bilan almashtirilsa, ushbu atomning beshta elektronlaridan faqat to'rttasi kristall panjara tuzilishida qatnashadi, beshinchisi esa «ortiqcha» bo'lib qoladi. Ortiqcha elektronning kristalda bog'lanish energiyasi katta emas va u o'tkazuvchanlik zonasining pastki chegarasiga taxminan 0,01 eV masofada joylashadi. Ushbu sathdan elektronni o'tkazuvchanlik zonasiga o'tish ehtimolligi ancha katta.

Agar aralashma atom elektroni vujudga keltirgan sath valent zonaning yuqori chegarasiga yaqin joylashgan bo'lsa, valent zonadagi elektronlarning bir qismi shu sathga o'tishi mumkin. Natijada, valent zonada teshiklar paydo bo'ladi va yarim o'tkazgichning teshik bilan bog'liq o'tkazuvchanligi yuzaga keladi. Bu xil o'tkazuvchanlik r-tip o'tkazuvchanlik deyiladi. r-tip o'tkazuvchanlikni vujudga keltirgan aralashma (begona) atomlarni akseptorlar deb ataymiz. Mazkur kremniy va germaniy uchun Mendelev jadvalining uchinchi gruppasi elementlaridan: V, Al, Ga va In akseptorlar vazifasini bajaradi. Kremniy (yoki germaniy) kristall panjarasidagi to'rtta eng yaqin qo'shni Si (yoki Ge) atomlari bilan kovalent bog'lanish hosil qilishi uchun akseptor atomlarda bitta elektron etishmaydi. SHu sababdan, panjaraning biror Si (yoki Ge) atomini V (yoki boshqa akseptor) atomi bilan almashtirilsa, bitta ikki elektronli kovalent bog'lanish tugallanmay qoladi, chunki akseptor atomda bitta elektron etishmaydi. Bog'lanishni tugallanishi uchun valent zonadan bitta elektron ishlatiladi, zonada esa uning o'rnini bo'sh qoladi. Natijada yarim o'tkazgichda r-tip o'tkazuvchanlik paydo bo'ladi.

SHREDINGER TENGLAMASI. TO'LQIN FUNKTSIYASI Ψ NING FIZIK MA'NOSI

Reja:

1. *De Broyl va Geyzenbergning printsiplari*
2. *SHredinger tenglamasini sodda holda ko'rish*
3. *To'lqin funktsiyasini topish va uning fizik ma'nosi*

Kishi ko'zi yorlmda ko'rish mumkin bo'lgan barcha zarrachalar makroolamni tashkil qiladi. Mikroolam ob'ektlari esa, ko'z bilan ham mikroskop yordami bilan ham ko'rinmaydi. Ular jumlasiga molekula, atom, elektron, proton, neytronlar kabi elementar zarrachalar kiradi. Ular barcha moddalar tuzilishida struktura birliklar bo'ladi.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Mikroob'ektlarni eng muhim xususiyatlari shundaki, ular ham zarracha ham to'liq xossalarni namoyon qiladi.

Mikroolam ob'ektlarining jismlari, masalan elektron harakat tezligi, radiuslarining katta-kichikligi va holatlarining koordinatlari ma'lum darajada ehtimollik bilangina tavsiflanishi mumkin. To'liq mexanika asosida ikki printsiptir yotadi.

Birinchisi - «mikroolam zarrachagina emas ular to'liq hamdir», bu printsiptir de Broyl'

formulasi:
$$\lambda = \frac{h}{mV} \quad (\text{III. 9})$$

bilan ifodalanadi (bu erda: m - zarracha massasi V - uning tezligi, h - Plank doimiyligi; $h = 6,624 \cdot 10^{-34}$ J·sek, λ - zarrachaga mos keluvchi to'liq uzunligi).

Ikkinchi printsiptir - **Geyzenbergning noaniqlik printsiptir** bo'lib, bu printsiptirga muvofiq, elektronning impul'si yoki tezligi qanchalik aniqlik bilan topilsa uning koordinatlari (fazodagi o'rni) shunchalik noaniqlik bilan o'lchanadi:

$$\nabla P_x \cdot \nabla x \geq \frac{h}{2\pi}; \quad \nabla P_y \cdot \nabla y \geq \frac{h}{2\pi}; \quad \nabla P_z \cdot \nabla z \geq \frac{h}{2\pi} \quad (\text{III. 10})$$

Mikroob'ektlarning holatini to'liq funktsiya (ψ - funktsiya) bilan xarakterlash mumkin, chunki ψ - funktsiya absolyut qiymatlarining [ya'ni moduli kvadratining ($|\psi|^2$) ning] hajm elementlariga ko'paytmasi $|\psi|^2 d\tau$ ayni hajmda zarracha bo'la olishining ehtimolligini ko'rsatadi. ψ - funktsiya tushunchasi fanga 1926 yilda erin Shryodinger tomonidan kiritilgan. Klassik mexanikada I. N'yutonning harakat qonunlari qanday rol' o'ynaydigan bo'lsa, to'liq mexanikada e. Shryodinger tenglamasi ham xuddi ana shunday rol' o'ynaydi.

Shryodinger elektronning atomdagi harakatini turg'un to'liq deb tasavvur qildi va bu harakat tenglamasiga de Broyl' printsiptirni kiritib amplitudasining kvadratga ko'tarilgan qiymati fazoning ayni nuqtasida elektronning bo'lib turish ehtimolligini tavsiflaydigan to'liq funktsiya ψ uchun tenglama tuzdi.

Turg'un to'liq deb ikki uchi mahkamlangan torning so'nmas tebranishidan hosil bo'lgan to'liqqa aytiladi. Bunday to'liqni tavsiflash uchun quyidagi differentsial tenglamadan foydalaniladi:

$$\nabla^2 \psi + \frac{4\pi^2}{\lambda^2} \psi = 0; \quad (\text{III.11})$$

$$\nabla^2 \psi + \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2}; \quad (\text{III.12})$$

bu erda: λ - to'liq uzunligi.

Agar λ o'rniga $\frac{h}{mV}$ qo'yilsa, tenglama (III.11) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\nabla^2 \psi + \frac{4\pi^2 m^2 V^2}{h^2} \psi = 0 \quad (\text{III.13})$$

Ikkinchi tomondan, sistemaning to'liq energiyasi uning potentsial va kinetik energiyalari yig'indisiga teng ekanligini, ya'ni energiyaning saqyaanish qonunini nazarda tutsak:

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

$E = U + \frac{mV^2}{2}$ yoki $V^2 = 2 \cdot \frac{E - U}{m}$ bo'lgani uchun yuqoridagi tenglama quyidagi shaklni

oladi: $\nabla^2 \psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) \psi = 0$ (III.14)

Bu esa Shryodinger tenglamasidir (bu erda: U-potentsial energiya, E-umumiy energiya, m-elektron massasi, ψ -to'lqin funktsiyasi). Bu tenglamani quyidagicha ko'chirib yozish mumkini:

ν – chastota

λ – To'lqin uzunligi

$$\lambda = \frac{h}{mV} = \frac{h}{p} \quad p = mV : p^2 = m^2 \cdot v^2 \quad rm \frac{mV^2}{2} = rmE$$

R-impuls $E_k = \frac{mV^2}{2} \quad E_k = EU$

$$p^2 = rm \cdot (E - U)$$

E - to'lqin energiyasi; U-potentsial energiya φ – to'lqin funktsiyasi

$$\varphi = \alpha \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \cdot x$$

$\frac{2\pi}{\lambda}$ – tebranish fazasi

x-o'qi bo'yicha 2 marta diferallasak

$$\frac{d^2 \varphi}{dx^2} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot \alpha \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) \cdot x = \frac{d^2 \varphi}{d\lambda^2} \cdot \frac{4\pi^2}{\lambda^2} \cdot \varphi \quad \boxed{\lambda = \frac{h}{p}}$$

$$\frac{d^2 \varphi}{dx^2} = \frac{4\pi^2}{h^2} \cdot p^2 \cdot \varphi$$

$$\frac{d^2 \varphi}{dx^2} = \frac{4\pi^2}{h^2} 2m(E - U)\varphi \quad \frac{d^2 \varphi}{dx^2} = \frac{8\pi^2}{h^2} m \cdot (E - U)\varphi \cdot \left(\frac{h^2}{8\pi^2 m}\right)$$

$$\frac{h^2}{8\pi^2 m} \cdot \frac{d^2 \varphi}{dx^2} = E\varphi - U\varphi$$

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

∇ – Lampas operatorini kiritamiz

$$\nabla = \frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2} \cdot \frac{h^2}{8\pi^2 m}; \quad \nabla \varphi + U\varphi = E\varphi$$

$$\left(\frac{h^2}{8\pi^2 m} \cdot \nabla + U \right) \cdot \varphi = E \varphi$$
$$\left(\frac{-h^2}{8\pi^2 m} \cdot \nabla + U \right) = \hat{H}$$
$$\left(\frac{-h^2}{8\pi^2 m} \nabla^2 + U \right) \psi = E \psi \text{ yoki } \left(\frac{-h^2 \nabla}{8\pi^2 m} + U \right) \text{ ni } \hat{H} \text{ bilan ishoralasak,}$$
$$\hat{H} \psi = E \psi \text{ hosil bo'ladi. (III. 15)}$$

Tenglamadagi $\hat{H}$ ifodasi Gamil'ton operatori deb ataladi. Shryodinger tenglamasi 2-tartibli xususiy differentsial tenglamadir. Uni echish zarrachaning to'lqin funktsiyasini tenglamaga qo'yib zarrachaga to'g'ri keladigan E ni topish demakdir.

To'lqin mexanikada «zarracha massasi» (m), «zarracha energiyasi» (E yoki $\frac{mV^2}{2}$) «impul'si mV» va «harakat miqdorining momenti» (mVr) degan tushunchalar saqlanib qoladi, lekin «zarracha harakatining traektoriyasi» degan tushuncha o'z ma'nosini yo'qotadi. To'lqin funktsiya (ψ) ning kvadratga kutarilgan qiymati $|\psi|^2 d\tau$ fazoning ayni $d\tau$ qismida elektronning bo'la olish ehtimolligini ko'rsatadi. Demak, elektronning atomdagi harakatini aniq orbita bo'ylab aylanib turgan sharning harakati kabi tasavvur qilib bo'lmaydi, balki uning yadro atrofidagi turli nuqtalarda bo'lish ehtimolligini ko'rsatuvchi atom orbital ski «elektron buluti» chegarasida harakat qiladi deb qarash haqiqatga yaqin bo'ladi. Demak, atomdagi elektron turgan nuqtani aniq ko'rsata olish mumkin emas, faqat fazoning u yoki bu nuqtasida elektron bo'lib turish ehtimolligini aniklay olamiz. SHuni nazarda tutib Shryodinger tenglamasi echimga ega bo'lishini ta'minlovchi funktsiyani ifodalash uchun eski «orbita» so'zi o'rniga «orbital» so'zi kiritilgan. Fazoning qaysi sohalarida elektronning bo'lish ehtimolligi katta bo'lsa, o'sha sohalarining hammasini birgalikda elektronning atomdagi bo'la olish joyi - orbitali deb tasavvur qilamiz.

ATOMLAR YADROLARINING BARQARORLIK VA BEQARORLIK SABABLARI

Reja:

1. *Atomlar yadrolarining juft va toqligini ta'siri*
2. *Barqarorlik beqarorlikka bog'lanish energiyasini ta'siri*
3. *Davriy sistemadagi barqaror va beqaror elementlar*

Izotoplarning barqarooligi Z va N ning juftligiga, shuningdek, A ning juftligiga bog'liq. Masalan, barqaror izotoplarning ko'pchiligida ko'pchiligida A juft. Juft Z ga ega bo'lgan barqaror izotoplarning soni 211 ta, toq Z ga ega bo'lganlarning soni esa 55 ta. Toq Z li elementlar barqaror izotoplarning soni ikkitadan oshmaydi, juft Z lilar uchun esa ayrim hollarda hatto o'ntaga etadi ($_{30}\text{Sn}$). Juft sonli proton va juft sonli neytronlarga ega bo'lgan atom yadrolari barqarorroq yadrolardir. Juft Z va toq N ga ega bo'lgan yadrolar (j.t.) va shuningdek, toq Z hamda juft N ga ega bo'lgan yadrolar (t.j.) ning barqarorligi juft-juft yadrolarnikiga nisbatan kamroq.

Toq Z va toq N ga ega bo'lgan yadrolarning ko'pchiligi beqarordir. Toq-toq barqaror yadrolar $^2_1\text{H}_1$, $^6_3\text{Li}_3$, $^{10}_5\text{B}_5$, $^{14}_7\text{N}_7$ lardir. Protonlar soni (yoki neytronlar soni) 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126, 152 ga teng yadrolar o'ta barqaror bo'lib, tabiatda ko'p uchraydi. Tabiatda

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

uchraydigan ayrim yadrolar va sun'iy yo'l bilan hosil qilinadigan juda ko'p yadrolar massa defekti manfiyligiga qaramasdan radioaktivdir.

Muayyan A nuklonli yadroning proton-neytronli tarkibining o'zgarishiga sabab bo'ladigan β -parchalanish mexanizmi borligidan, xuddi shu A sonli nuklonlarning barqarorligi juda katta bo'lgan atigi bittagina izobari mavjud, qolganlari esa β -radioaktivdir. Proton va neytronlar sonining ma'lum optimal qiymatidan chetlanishi (A o'zgarmagan holda) bog'lanish energiyasining kamayishiga, ya'ni yadro massasining ortishiga olib keladi. Agar massasi kichik bo'lgan holatga o'tish mexanizmi mavjud bo'lsa, u holda bunday o'tish hamma vaqt o'z-o'zidan ortiqcha energiyani chiqarish yo'li bilan sodir bo'ladi.

Ortiqcha neytronlarga ega bo'lgan yadro proton-neytronli tarkibi ma'lum optimal holatni olganga qadar ketma-ket β -parchalanishni o'z boshidan kechiradi. Ortiqcha protonga ega bo'lgan yadrolar esa β^+ -parchalanish xususiyatiga ega. Massa sonlari A juft bo'lgan hollarda ikkitali izobarlarning mavjudligi kuzatilgan, shu bilan birga bir necha uchali, barqaror izobarlar ham uchraydi.

β -parchalanadigan juft A li (j.-j.) yadrolar t.-t. yadrolarga, t.-t. yadrolar esa j.-j. ga aylanadi. Toq-toq yadrolarning bog'lanish energiyasi ikkita toq nuklon tufayli qo'shni juft-juft yadrolarning bog'lanish energiyalariga qaraganda ancha kichik bo'lganligidan mazkur juft A li yadro masasining 2 ga bog'liqligi ordinata o'qi bo'yicha ancha aralashib ketgan ikkita funktsiya orqali ifodalanadi. SHuning uchun ham har biri juft-juft tarkibdan nborat bo'lgan ikkita yoki uchta barqaror izobarlarning bo'lishi mumkin. Uchta barqaror izobarlardan birining massasi eng kichik qiymatga ega bo'ladi, ammo 2 bo'yicha ikkitaga farq qilganligi tufayli, katta massali izobar parchalanish yo'li bilan kichik massali izobarga o'ta olmaydi. Bunday o'tish bir vaqtining o'zida yadro ikkita β -zarrani chiqarishi mumkin bo'lganda (qo'sh β -parchalanish) sodir bo'lar edi. Lekin qo'sh β -parchalanish mavjud bo'lgan taqdirda ham uning ehtimolligi shunchalik kichikki, hatto tajribada qayd qilish mumkin emas va izobarning ikkalasini ham barqaror deb hisoblashga to'g'ri keladi. SHuni ham aytib o'tish kerakki, har bir nuklonni yoki nuklonlar gruppasini ajratib olish uchun sarflanadigan energiya qiymati ham alohida ahamiyat kasb etadi. YAdrodan neytronni, protonni yoki α -zarrani ajratib olish uchun eng kamida quyidagi miqdorda energiya sarf qilish kerak:

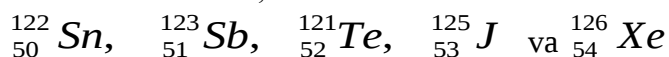
$$\left. \begin{aligned} S_n &= [m_n + M(A-1, Z) - M(A, Z)]c^2, \\ S_p &= [m_p + M(A-1, Z-1) - M(A, Z)]c^2, \\ S_a &= [m_a + M(A-4, Z-2) - M(A, Z)]c^2. \end{aligned} \right\} (1.20)$$

Bu ifodalar nuklon yoki nuklonlar gruppasining bog'lanish energiyasi qiymatini beradi. Hamma yadrolar uchun $S_n, S_p > 0$. Davriy sistemaning so'nggi elementlari uchun $S_a < 0$. SHu sababli ular o'z-o'zidan α -zarralar chiqarish yo'li bilan parchalanadi. Nuklonlarning bog'lanish energiyasi S yadrodagi nuklonlarga to'g'ri keladigan o'rtacha bog'lanish energiyasi $\frac{E}{A}$ dan ancha farq qilishi mumkin. Garchi bir nuklonga to'g'ri

kelaligan o'rtacha bog'lanish eneogiyasining qiQmati massa sonining jeda sekin o'zgaradigan funktsiyasi bolsa ham, yadronnng birgina qo'ima proton va neytronning ko'shilishida oladigan bog'lanish energiyasi bir yadrdan ikkinchisiga hatto eng yaqiniga o'tganda ham sezilarli darajada o'zgaradi. Masalan qo'shimcha neytronning bog'lanish energiyasi (S_n) ^{45}Ti , ^{46}Ti , ^{47}Ti , ^{48}Ti , ^{49}Ti va ^{50}Ti yadrolarda mos ravishda 13,19; 8,88; 11,61; 8,15; 10,93 va 6,36 MeV ga teng. bu erda massa sonining juft yoki toqligiga bog'liq bo'lgan effek bir nuklonga to'g'ri keladigan o'rtacha bog'lanish energiyasiga nisbatan

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

ancha kuchli namoyon bo'ladi. Xuddi shunga o'xshash hodisa qo'shimcha protonning qo'shilishida ham sodir bo'ladi. Masalan,



yadrolariga bir protonning qo'shilishi mos ravishda 6,5; 8,6; 5,6; 7,6 va 4,4 MeV ga teng bo'lgan S_p bog'lanish energiyasining ajralib chiqishiga olib keladi. Yana bir misol: ${}^9_4\text{B}$

uchun $S_n=1,67$ MeV, $S_p=16,9$ MeV bo'lsa, o'rtacha $\frac{E}{A} \approx 6,5$ MeV. S_n , S_p ning o'zgarishi

yadroga neytron va protonlar soniga bog'liq bo'lib, qator xususiyatlarga ega: juftlikdagi nuklonni ajratib olish energiyasi toq nuklonni ajratish energiyasidan hamisha katta va h.k.

Ba'zi bir hollarda yadroga nuklonlarning butunlay to'la agregatini, masalan, α -zarraning bog'lanish energiyasini hisoblab chiqish mumkin. Jumladan, α -zarraning (4,00260 ga teng massali ${}^4_2\text{He}$) uran ${}^{235}_{92}\text{U}$ (massasi 235, 04393) dagi bog'lanish energiyasini shu yadrolarning massalarini va ${}^{231}_{90}\text{Th}$ (231,03635) yadrosining massasini bilgan holda hisoblab chiqish mumkin: $231,03635 + 4,00260 - 235,04393 = -0,00498$ m.a. b yoki -4,64 MeV. Manfiy bog'lanish energiyasi ${}^{235}_{92}\text{U}$ yadrosi ${}^{231}_{90}\text{Th}$ va ${}^4_2\text{He}$ ga parchalanishga nisbatan barqaror emasligini ko'rsatadi. α -zarraning bog'lanish energiyasi $A \geq 140$ dan boshlab hamma barqaror yadrolar uchun manfiydir.

Toq-toq yadrolar uzoq vaqt barqaror yashashlari mumkin emas. Ular tezda β -parchalanish yo'li bilan o'zlaridan elektronlar va pozitronlar chiqarib yo o'ng tomondagi, yo chap tomondagi juft-juft element yadrolariga aylanadi. SHuning uchun faqat 4 tagina t.t. Yadro bor: ${}^2_1\text{H}$, ${}^6_3\text{Li}$, ${}^{10}_5\text{B}$ va ${}^{14}_7\text{N}$.

MODDA VA MAYDONNING DISKRET TUZILISHIGA EGA EKANLIGI

Plank issiqlik muvozanati holatidagi nurlanish mavjudligini Maksvellning elektrodinamikaga va N'yutonning mexanikaga oid ma'lum va yaxshi tekshirib ko'rilgan qonunlari asosida izohlab bo'lmasligini birinchi bo'lib tushundi.

Etarli darajada oddiy, ammo tabiatning ma'lum qonunlariga zid bo'lgan bitta faraz qilingandagina bu qiyinchiliklardan chiqish mumkin edi. Bu faraz shundan iborat edi: eng oddiy mikroskopik sistemaning – garmonik ostsillyatorning energiyasi har qanday qiymatga ham ega bo'lavermaydi. Uning xususiy tebranishlar chastotasi ν_0 bo'lganda energiya diskret (uzlukli) qiymatnigina ola oladi: $E_n = h\nu_0 n$, (10.1). Bu erda $n=0,1,2, \dots$ - butun sonlar H – proportsionallik koeffitsenti bo'lib, bu koeffitsent keyinchalik Plank doimiysi¹ deb ataldi.

Plank gipotezasi katta chastotalarda nurlanish energiyasi cheksiz bo'lishi u yoqda tursin, aksincha, amaliy jihatdan nolga teng ekanligini tushunishga imkon beradi. 270- rasmda ostsillyator energiyasining Plank taxminlariga muvofiq mumkin bo'lgan qiymatlari tasvirlangan. Ostsillyatorni tebranma harakatga keltirish uchun unga kamida $h\nu_0$ energiya berish kerak. CHastota qancha katta bo'lsa, unga beriladigan energiya ham shuncha katta bo'ladi. Ostsillyator energiyani issiqlik harakati hisobiga oladi. Bu harakat energiyasi (bir zarraga to'g'ri kelgani) esa taxminan kT ga teng keladi. Agar $h\nu_0 \gg kT$ bo'lsa, u holda ostsillyatorlarda tebranishlar hosil bo'lmaydi va binobarin, nur chiqarmaydi. SHuning uchun Plank ostsillyatorlarining o'rtacha $\bar{E}$ energiyasi kT ga teng bo'lmay, balki chastotaga bog'liq va $\nu_0 \rightarrow \infty$ bo'lganda nolga yaqinlashadi.

¹ Н коэффициент энергиянинг вақтга қўпайтмаси маъносига эга. Механикада бундай катталиқ таъсир деб аталади. Шунинг учун Планк доимийси таъсир квант (порцияси) деб ҳам аталади.

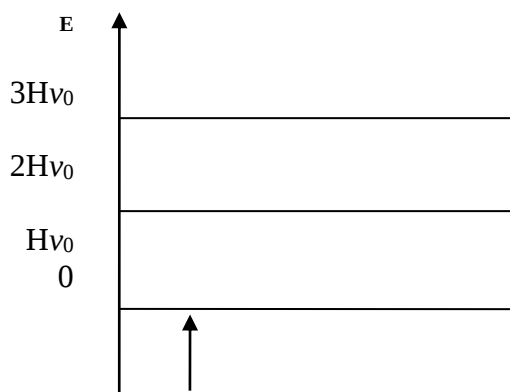
Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Agar nurlanuvchi sistemaning energiyasi diskret qiymatlar olsa, u holda bundan elektromagnitik energiya ostsillyatordan uzluksiz emas, balki ayrim portsiyalar bilan - kvantlar bilan chiqadi, degan xulosaga kelish mumkin. Ostsillyator energiyasi $h\nu_0$ kattalik qadar sakrab o'zgaradi. SHuning uchun elektromagnitik nurlanish portsiyasining energiyasi qo'yidagicha bo'ladi;

$$E = h\nu_0 \quad (10.2)$$

Plank issiqlik muvozanati holatidagi nurlanishning batomom tajribaga muvofiq keladigan nazariyasini yaratdi. energiyaning chastotalar bo'yicha tajribadan ma'lum bo'lgan taqsimlanish asosida Plank doimiysining qiymati aniqlandi. Bu qiymat juda kichik bo'lib chiqdi: $h = 6,62 \cdot 10^{-27}$ erg/sek (10.3)

SHunday qilib, Plank nazariya duch kelgan qiyinchilikdan chiqish yo'lini ko'rsatib berdi. Ammo buni klassik fizikaning mikroskopik sistemalar – ostsillyatorlarga qo'llanganda to'g'ri bo'ladigan qonunlaridan voz kechish hisobigagina qilish mumkin bo'ldi. Tebranuvchi jism energiyaning har qanday qiymatlariga nima uchun ega bo'la olmaydi? Uzluksiz bo'lgan elektromagnitik to'lqinlar qanday qilib ayrim portsiyalar bilan chiqa



oladi?- degan savollar javobsiz qoldi.

Ammo fizikaning shundan keyingi taraqqiyoti Plank taxminlarining to'g'riligini to'la tasdiqladi. Ta'sir kvanti tushunchasining kiritilishi mutlaqo yangi fizik nazariyaning - kvantlar nazariyasining rivojlana boshlashiga sabab bo'ldi, bu nazariya hozir ham rivojlantirilmoqda.

ATOM VA MOLEKULYAR TERMLARNING IFODALANISHI

l va s muayyan qiymatlari bilan xarakterlanadigan energetik satxlar spetal termlar yoki sodda holda term deb ataladi. Har bir elektronning energetik holatini tasvirlash uchun spektroskopik belgi qo'yiladi va bunda orbital kvant sonining turli qiymatlariga mos ravishda lotin alfavitining bosh harflari bilan belgilanadi:

l ning qiymati 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6,

...

Term, belgisi $s, p, d, f, g, h, i, \dots n^{2s+1}D_j$

kabi belgilanadi. Bunda n -bosh kvant soni, $2s+1$ multipletlik, D -deganda S, P, D harflarning biri tushinilib, uning tanlanishi l ning qiymatiga bog'liq. Masalan, biz yozgan D uchun $l=2$. D harfini pastidagi j xarfi impulsning to'la momentini harakterlaydi va $j = l \pm s$ ga teng.

Masalan, $3d$ -elektronlarni termlari $3^2D_{5/2}$ yoki $3^2D_{3/2}$ kabi belgilanadi. Bunda $n=3$ ga teng.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

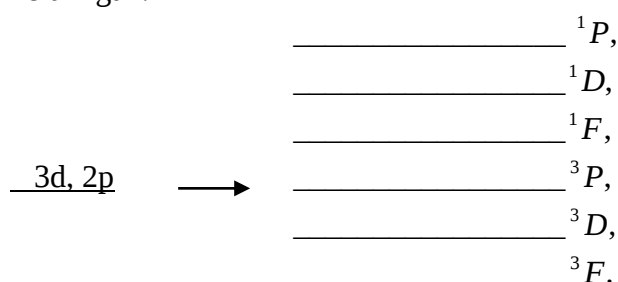
Ko'p elektronli konfiguratsiyalar uchun termni $^{2S+1}D_J$ ko'rinishda belgilanadi. Bu holda n ning o'rniga to'la orbital moment L ishlatiladi. ekvivalent bo'lmagan elektronlardan tashkil topgan elektron konfiguratsiyalar uchun L va S kvant sonlarini hisoblash uchun kvant momentlarini qo'shish uchun foydalaniladi:

$$L = l_1 + l_2, l_1 + l_2 - 1, l_1 + l_2 - 2, \dots, |s_1 - s_2|.$$

Bitta misol keltiramiz: $n=3, l=2$ va $n=2, l=1$ holatlarda yotgan va ikkita elektronga tegishli bo'lgan elektron konfiguratsiyalari uchun termlarni yozamiz. Yuqoridagi formulalarga muvofiq, to'la orbital kvant son $L=3, 2, 1$, to'la spin kvant soni $S=1, 0$. Shunday qilib, $3d, 2p$ -elektron konfiguratsiya uchun biz termlarni quyidagicha yozamiz:

$$^1R, ^1D, ^1F, ^3P, ^3D, ^3F.$$

Rasmda $3d, 2p$ -elektron konfiguratsiya uchun satxlarni guruhlanishning chizmasi keltirilgan.



$3d, 2p$ elektron konfiguratsiyaning termlari

FIZIK MAYDONLAR VA ULARNING TURLARI

Reja:

1. *Fizik maydonlar. elektromagnit maydon*
2. *Maksvell gipotezasi*

Elektromagnit maydon materiyaning o'ziga xos boshqa bir formasidir. Fazoning elektr va magnit kuchlar ta'siri seziladigan qismiga elektromagnit maydon deyiladi. Bu maydon shartli ravishda elektr va magnit maydonlarga bo'linishi mumkin. elektr maydon berilgan sanoq sistemasiga nisbatan tinch turgan elektr zaryad va o'zgaruvchan magnit maydon tomonidan yaratilib, zaryadli zarraga yoki jismga ta'siri orqali seziladi. Magnit maydon esa harakatlanuvchi zaryadlar (tok) va o'zgaruvchan elektr maydon tomonidan hosil qilinib, o'zida harakatlanuvchi zaryadli zarrachaga harakat yo'nalishiga perpendikulyar, tezligiga proporsional bo'lgan kuch bilan ta'siri orqali seziladi. elektr va magnit maydonlar, vaqt o'tishi bilan, o'zgarmagandagina (statsionar holda) bir-biridan ajralgan holda mavjud bo'lishi mumkin.

Vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchan elektr va magnit maydonlarni bir-biridan ajratib bo'lmaydi, ular hamma vaqt birgalikda mavjud bo'lib, yagona elektromagnit maydonni tashkil qiladi. elektromagnit maydonni elektr va magnit maydonlarga ajralishi nisbiy bo'lib, sanoq sistemasining tanlanishiga bog'liqdir. O'zgaruvchan elektromagnit maydon o'z manbalaridan ajralgan holda elektromagnit to'lqin ko'rinishida mavjud bo'ladi va bo'shliqda $c = 3 \cdot 10^8$ m/c tezlik bilan tarqaladi. elektromagnit to'lqinlarning bo'shliqda tarqalish tezligi s hamma yo'nalishlarda bir xil, sanoq sistemasining to'g'ri chiziqli tekis harakatiga bog'liq emas.

Maksvell elektromagnit maydon xossasini o'rganish mobaynida, modomiki o'zgaruvchan magnit maydon elektr maydonni yuzaga keltirar ekan, tabiatda bunga teskari

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

bo'lgan jarayon yo'qmikan, ya'ni o'zgaruvchan elektr maydon o'z navbatida, magnit maydonni yuzaga keltirmasmikan? – degan masalani qo'ydi. Maksvellning tabiatning birligiga, tabiat qonunlarining o'zaro uyg'unligi va izchilligiga qat'iy ishonchidan kelib chiqadigan bu mulohaza Maksvell gipotezasining asosini tashkil qiladi.

Elektr maydon o'zgarganda magnit maydon hosil bo'lishi. Maksvell tabiatda haqiqatdan ham shunday hodisa ro'y beradi, deb faraz qildi. elektr maydon vaqt o'tishi bilan o'zgargan hamma hollarda u magnit maydonni yuzaga keltiradi. Bu maydonning magnit induksiya chiziqlari elektr maydon kuchlanganligi chiziqlarini, elektr maydon kuchlanganligi chiziqlari o'zgaruvchan magnit maydon chiziqlarini qamrab olgani kabi, qamrab oladi. Lekin

endi elektr maydon kuchlanganligi ortganda $\left(\frac{\nabla E}{\nabla t} > 0\right)$ paydo bo'layotgan magnit

maydonning $\vec{B}$ induksiya vektorining yo'nalishi $\vec{E}$ vektorning yo'nalishi bilan o'ng vintni hosil qiladi.

Elektr maydon kuchlanganligi kamayganda $\left(\frac{\nabla E}{\nabla t} - 0\right)$ magnitinduksiya vektori V ning yo'nalishi E vektor yo'nalishi bilan chap vintni hosil qiladi.

Maksvell gipotezasiga binoan magnit maydon, masalan, kondensatorning zaryadsizlanishida faqat o'tkazgichdagi tokdan yuzaga kelmay, balki kondensator qoplamlari o'rtasida mavjud bo'lgan o'zgaruvchi elektr maydondan ham yuzaga keladi. Bunda o'zgaruvchan elektr maydon yuzaga keltiradigan magnit maydon go'yo kondensator qoplamlari orasida o'tkazgichdagi tokka barovar tok o'tgan taqdirda yuzaga keladigan magnit maydonga teng bo'ladi. elektromagnit to'lqinlarning amalda aniqlanishi Maksvell gipotezasining to'g'riligini isbotladi. O'zgaruvchan magnit maydon o'zgaruvchan elektr maydonni hosil qiladi. Bu elektr maydon o'z navbatida o'zgaruvchan magnit maydonni hosil qiladi va hokazo.

FOTON VA FONON

Foton tinchlikdagi massasi nolga teng bo'lgan zarradir. Uni leptonlar oilasiga kiritish mumkin edi, biroq foton boshqa elementar zarralardan alomida ko'riladi. Fotonning tinchlikdagi massasi m_0 qat'iyan nolga teng bo'lgani sababli zarraning energiyasi E va impul'si R ni bog'lovchi.

$$E = m_0^2 c^4 + p^2 c^2 = m^2 c^2 \quad (5.1) \text{ formula foton uchun quyidagi sodda ko'rinishga}$$

$$\text{keladi: } E = R \cdot s = mc^2 \quad (5.2)$$

Bu formulada: E - foton energiyasi (M ev, ev), R -foton impul'si (kg, m/s), m -foton massasi (kg), $s=3 \cdot 10^8$ m/s - yorug'lik tezligi.

(5.2) formuladan fotonning impul'si g'uyidagiga teng bo'ladi:

$$R = m \cdot c \quad (5.3)$$

Yug'orida keltirilgan hamma formulalar fotonning korpuskulyarlik xususiyatidan topilgan. Foton dualistik (ikki yog'lama) xarakterga ega bo'lib, uning energiyasi va impul'sini to'lg'in xususiyatidan topish ham mumkin:

$$=H \quad (5.4)$$

(5.4) formulada

$$H = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} - \text{Plank doimiysi}$$

-fotonga bog'lig' bo'lgan elektromagnit to'lg'in chastotasi. (5.2) va (5.4) formulalardan fotonning massasi

$$m = \quad (5.5)$$

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Foton elektromagnit maydon bo'lib, odatda bilan belgilanadi. Foton Boze - ÝynsHteyn statistikasiga bo'ysunadi. Demak, u bozon ekan. g'amma bozonlar ichki spinga ega bo'lib, ularning spini yo nolga, yoki butun songa teng bo'ladi. Fotonning spini 1ga teng. Fotonning o'zi elektr jihatdan neytral bo'lsa ham, u zaryadlar orasidagi o'zaro ta'sir kuchini "tashish" vazifasini bajaradi. **Foton statik elektr maydoni uchun virtual zarra bo'lib, nurlanish maydoni uchun esa real zarra bo'lib hisoblanadi.**

Foton barg'aror zarra bo'lib, boshqa zarralarga spontan ravishda parchalanmaydi. Fotonning yashash vaqti cheksiz bo'lib, boshqa zarra yoki zarralar bilan o'zaro ta'sirda bo'lganda yo'g'olib ketadi.

Foton - "ma'lumot berish" vazifasini o'taydi. Bizni o'rab turgan tabiat haqidagi axborotlarning eng ko'p qismi foton orqali beriladi. Masalan, atom va molekula energetik xossalari haqidagi ma'lumotni ular yutayotgan yoki sochayotgan nurning rangiga qarab bilish mumkin. Atom yadrolarining spini haqidagi ma'lumotni shu yadrolarning tashqi elektromagnit maydon bilan o'zaro ta'sirdan, uyg'ongan energetik sathlari haqidagi ma'lumotni esa chiqarayotgan nurlanishdan bilamiz. Quyosh sistemasidagi sayyoralar, yulduzlar, galaktikalar haqidagi barcha astronomik axborotlarni nurlanish detektori orqali radio- va optik diapazonlarda bilamiz.

Erkin fotonlar - koinotda eng ko'p tarqalgan zarralar. Ular boshqa zarralar bilan elektromagnit va gravitatsion o'zaro ta'sirlarda bo'ladi.

Fononlar spinga ega bo'lmagan kvazi zarralardir. Shuning uchun ular (fotonlar singari) Boze-Eynshteyn kvant statistikasiga bo'ysunadi. Undan, termodinamik muvozanat sharoitida, muayyan takroriylikli fononlari o'rtacha soni quyidagi plank taqsimoti funksiyasidan aniqlanishi kelib chiqadi:

$$n = 1 / \left[e^{\frac{\hbar\omega_q}{kT}} - 1 \right] \quad (8.3)$$

Shuni ayish kerakki, nisbatan past temperaturalarda ($\hbar\omega_q \gg kT$) fononlar soni birdan kichik, ya'ni mazkur ω_q tebranishlarning mavjud bo'lish ehtimoli kichik. Ammo, nisbatan yuqori temperaturalarda ($\hbar\omega_q \ll kT$) fononlar soni birdan ancha katta, ya'ni mazkur ω_q tebranishlarning bo'lish ehtimoli va energiyasi katta bo'ladi. Tabiiyki, barcha temperaturalarda muayyan takroriylik oralig'ida akustikaviy tebranishlar (akustikaviy fononlar) mavjud bo'ladi, chunki bu tarmoqlar $\omega_q = 0$ dan boshlanadi. Ammo optikaviy tebranish (optikaviy fonon) lar faqat biror muayyan temperaturadan yuqorida ($kT > \hbar\omega_q^{om}$ bo'lganida) mavjud bo'ladi, chunki bu tarmoqlar (ω_u^{on}) $\neq 0$ dan yuqori takroriyliklarga ega.

EYNSHTEYN FORMULASI

Nisbiylik nazariyasida bu xulosa keng qo'lamda umumiyashtiriladi. Bu nazariya yordamida Eynshteyn o'zining oddiyligi va umumiyliigi jihatidan ajoyib bo'lgan formulani –

energiya bilan massa orasidagi bog'lanish formulasini topdi: $E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.

(6.9)

Jismning yoki jismlar sistemasining energiyasi massa bilan yorug'lik tezligi kvadratining ko'paytmasiga teng.

Agar sistemaning energiyasi o'zgarsa, uning massasi ham o'zgaradi:

$$\nabla m = \frac{\nabla E}{c^2} \cdot (6.10)$$

$\frac{1}{c^2}$ koeffitsient juda kichik bo'lganligidan, energiya juda ko'p miqdorda o'zgargandagina massasining o'zgarishi sezilarli bo'ladi. Ximiyaviy reaksiyalar vaqtida yoki jismlarning odatdagi sharoitda qizdirilishida energiyaning o'zgarishi shu qadar kichik bo'ladiki, massaning unga yarasha o'zgarishini tajribada payqab bo'lmaydi. Qaynoq choynakning massasi sovuq choynaknikiga qaraganda kattaroq bo'ladi: biroq juda sezgir tarozi bilan bu farqni sezib bo'lmaydi. Atom yadrolarining va elementar zarrachalarning bir-biriga aylanishidagina energiyaning o'zgarishi shu qadar kattaki, bunda massaning energiya o'zgarishlari bilan bog'liq bo'lgan o'zgarishi sezilarli bo'ladi.

Vodorod bomba portlaganda g'oyat katta – 10^{17} J chamasi energiya ajralib chiqadi. Bu energiya butun er yuzida bir necha kun davomida ishlab chiqarilgan elektr energiyasidan ortiqdir. Ajralib chiqqan energiya nurlanish bilan birga olib ketiladi.

Tinchlikdagi energiya. Jism harakatining tezligi kichik ($v \ll c$) bo'lganda (6.9) formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$E = m_0 c^2 \quad (6.11)$$

Bu juda ajoyib natijadir. Har qanday jism o'zining mavjudlik fakti tufayligina energiyaga ega va bu energiya jismning tinchlikdagi m_0 massasiga proporsionaldir. Tinchlikdagi massasiga ega bo'lgan elementar zarrachalarning massasi $m_0 = 0$ bo'lgan zarrachalarga aylanishida tinchlikdagi energiyasi yangi hosil bo'lgan zarrachalarning kinetik energiyasiga batamom aylanadi. Bu dalil tinchlikdagi energiyasi mavjudligining eng yaqqol eksperimental isbotidir.

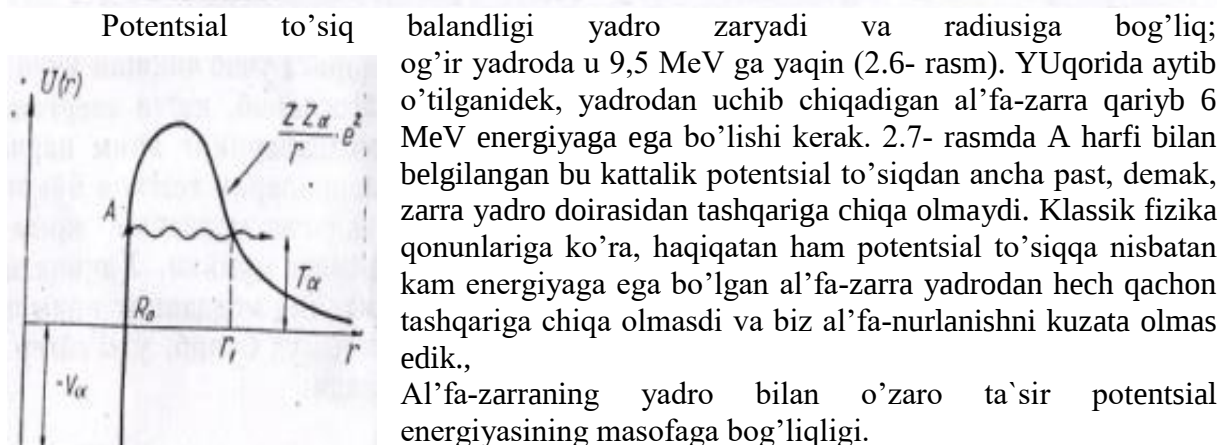
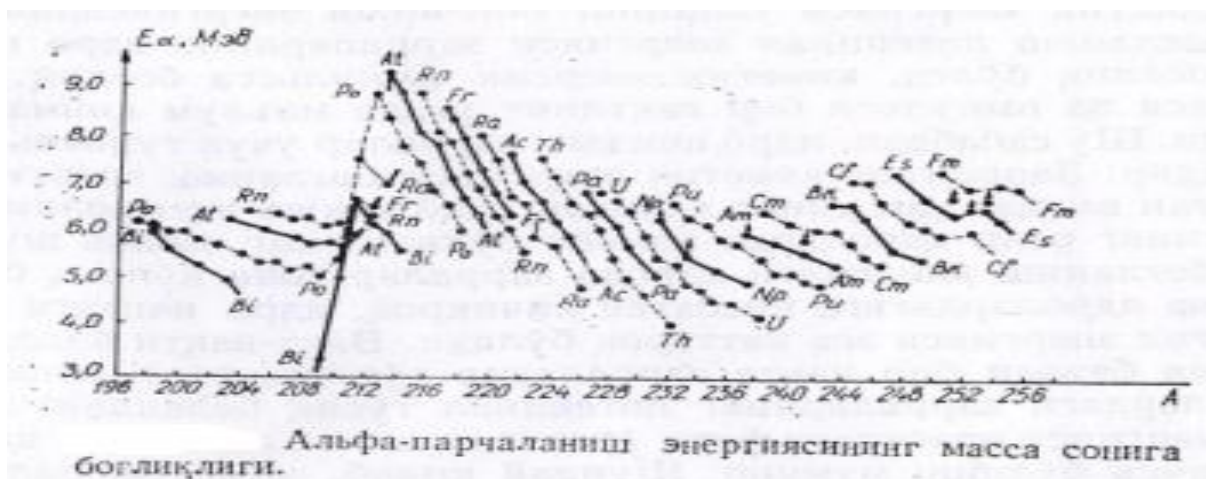
TUNNEL EFFEKTI

Reja:

- 1. Potentsial to'siq haqida tushuncha***
- 2. Al'fa – parchalanish nazariyasi asosida***
- 3. Tunnel effektini tushuntirish***

Yadro ichida musbat zaryadlangan protonlarning musbat zaryad tashuvchi har bir yaqin zarraga nisbatan itarilish kuchi namoyon bo'ladi; zaryadlar o'rtasidagi masofaning qisqarishi bilan itarishish kuchining orta borishi elementar fizika kursidan ma'lum. Itarishish kuchi musbat potentsial energiyaga mos keladi. Musbat zaryadli ikkita zarraning potentsial energiyasi ular orasidagi masofa funktsiyasi sifatida 1. 17- rasmdagi DE' egri chiziq bilan tasvirlangan.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)



Potentsial to'siq balandligi yadro zaryadi va radiusiga bog'liq; og'ir yadroda u 9,5 MeV ga yaqin (2.6- rasm). YUqorida aytib o'tilganidek, yadrodan uchib chiqadigan al'fa-zarra qariyb 6 MeV energiyaga ega bo'lishi kerak. 2.7- rasmda A harfi bilan belgilangan bu kattalik potentsial to'siqdan ancha past, demak, zarra yadro doirasidan tashqariga chiqa olmaydi. Klassik fizika qonunlariga ko'ra, haqiqatan ham potentsial to'siqqa nisbatan kam energiyaga ega bo'lgan al'fa-zarra yadrodan hech qachon tashqariga chiqa olmasdi va biz al'fa-nurlanishni kuzata olmasdik., Al'fa-zarraning yadro bilan o'zaro ta'sir potentsial energiyasining masofaga bog'liqligi.

Biz kuzatayotgan al'fa-nurlanish hodisasini faqat yangi to'lqin mexanikasi nuqtai nazaridan turib sharhlash mumkin. Mazkur mexanikaga ko'ra, nurlanish ko'pincha modda tarzida, modda esa nurlanish tarzida namoyon bo'ladi. Bu nazariyaga muvofiq, al'fa-zarralar harakati to'lqin harakat sifatida, potentsial to'siq doirasidagi bo'shliq esa to'lqli kirib boradigan noshaffof muhit tarzida ta'riflanishi mumkin, to'lqinning kirib borish ehtimolligi juda kam, biroq u mavjud. Ushbu ehtimollik «o'tish» uchun zarur bo'lgan energiya va zarraning nisbiy kinetik energiyasi orasidagi farqning kamayishi bilan nihoyat tez, eksponentsial ravishda ortib boradi. energiyasi potentsial to'siqdan o'tish uchun zarur bo'lgan energiyadan kam bo'lgan zarra, garchi to'siqda hech qanday teshik yoki tunnel' bo'lmasa ham, go'yo tunneldan o'tayotgandek bo'ladi. Haqiqatda esa zarra qalin to'siq orqali o'tadi (2.6- rasimga q.). Bu effekt tunnel' effekti deb atalib, mikroduyo hodisalariga xosdir. Makroduyoni bayon etuvchi klassik fizikada bunga o'xshash hollar yo'q.

Og'ir yadrolarning al'fa-zarralarni nurlashi ham xuddi shu usulda ro'y beradi. Odatdagi (qo'zg'olmagan) holatda yadro ichidagi nuklamlarning kinetik energiyasi ularning bog'lanish energiyasidan kichik bo'ladi. Bog'lanish potentsial energiyasi zarralarning yadro ichidagi holatiga bog'liq bo'lsa, kinetik energiya impul'sga bog'liq. Biroq koordinatasi va impul'si bir vaqtning o'zida ma'lum qiymatga ega bo'lolmaydi. SHu sababdan, yadro ichidagi zarralar uchun tunnel' effekti mavjuddir. Zarraning kinetik energiyasi bog'lanish energiyasidan kichik bo'lgan vaqtda ham uning yadrodan uchib chiqish ehtimolligi bor. Bu effektning og'ir yadrolarda namoyon bo'lishining sababi shundaki, ulardagi bog'lanish energiyasi yadroda zarralar soni ko'proq bo'lgani uchun o'rtacha yadrolardagiga nisbatan kichikroq yadro ichidagi zarraning kinetik energiyasi esa kattaroq bo'ladi. Vaqt-vaqti bilan kinetik energiya ba'zan bir nechta zarralarda to'planadi. SHuning uchun og'ir yadrolardagi zarralarning potentsial to'siq balandligi bilan kinetik energiyasi orasidagi farq o'rtacha va

engil yadrolarga qaraganda ancha kichik bo'lishi mumkii. SHunday qilib, al'fa-zarralarning to'siqni engib chiqishi tasodifiy bo'lib, muayyan moddadagi ba'zi atomlar juda tez, boshqalari esa g'oyat uzoq vaqt davomida parchalanishining sababi ham shunda. Al'fa-zarralarning to'siq orqali o'tishi shu to'siqning qalinligiga ham bog'liq, albatta. Katta energiyali al'fa-zarralar yupqa devordan osongina o'tadi va, demak, uning tashqariga uchib chiqishi uchun ham etarli asos mavjud. Bu mulohazalarga asoslanib, katta energiyali al'fa-zarralar chiqaradigan radioaktiv moddalarning yarim parchalanish davri ancha qisqa, chunki u al'fa-zarralarni tezgina yo'qotadi, kichik energiyali al'fa-zarralar chiqaradigan moddaning yarim parchalanish davri esa ancha uzoq bo'ladi, deyish mumkin. Haqiqatan ham, al'fa-zarralar energiyasi E bilan muayyan moddaning yarim parchalanish davri T o'rtasida shunday nisbat mavjud bo'lib, u «Geyger - Nettol qoidasi» degan nom bilan yuritiladi:

$$1gT = C + D/\sqrt{E},$$

bunda S , D — doimiy kattaliklar bo'lib, A ga bog'liq emas, Z ga esa kam bog'liq. Masalan, $Z=84$ uchun $C = -50,15$; $D=128,8$
 $Z = 90$ uchun esa $C = -51,94$; $D=139,4$.

Bu empirik qoida al'fa-parchalanish nazariyasi yaratilgunga qadar sharhlanmagan edi. Ushbu masalani 1928 yilda miqdor jihatdan G.Gamov echdi. Agar yadro atrofida maydon sfera simmetriyasiga ega bo'lsa, Z e zaryadli hosilaviy yadro va α -zarra uchun Shryodinger

tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:
$$-\frac{\hbar^2}{2M}\nabla^2\psi + U(r)\psi = E\psi.$$

NURNING KOMBINATSION SOCHILISHI SPEKTRI VA UNING SABABLARI

Reja.

1. ***YOrug'likning molekyar (reley sochilishi) sochilishi***
2. ***Kombinatsion sochilishi. Kombinatsion sochilishini klassik nazariya asosida tushuntirish.***
3. ***Stoks va antistoks chiziqlari.***

Kombinatsion chiziqlar va klassik nazariya. Yorug'likni muhitdan o'tishida u qisman har tomonga sochiladi. Sochilish muhitning bir jinsli bo'lmagan sohasida yuz berib, soha o'lchamlarini tushayotgan yorug'lik to'liq uzunligiga yaqinlashishida yanada kuchayadi. Sof jismda bir jinslilik zichlikning fluktuatsiyasi tarzida buzilishi mumkin.

Yorug'likning zichlik fluktuatsiyasida sochilishi molekyar yoki Reley sochilish deyiladi. Reley sochilishining xarakterli xossasi yorug'lik chastotasi o'zgarishidan yuz berishi va uning kogerent bo'lishidir.

Muayyan chastotali yorug'lik manbaidan tushayotgan nurning muhitda sochilishida manba spektriga xos chiziqlar (ya'ni, Reley sochilishining spektr chizig'i) bilan bir qatorda unga nisbatan siljigan va xira chiziqlar ham kuzatiladi. Ushbu hodisani kombinatsion yoki siljigan sochilish deyiladi. U 1928 yilda hind olimi Raman tomonidan birinchi e'lon qilingan va ba'zan Raman effekti deb ataladi.

Kombinatsion sochilishda kuzatiladigan siljigan chiziqlarni Raman chiziqlari (ν_R) deyiladi. Kombinatsion sochilishda molekulaning boshlang'ich va oxirgi holatlari o'zaro oraliq holat vositasida kombinatsiyalashadi. Oraliq holat boshlang'ich va oxirgi holatlar bilan har xil kombinatsiyada bo'ladi. SHuning uchun ham, yorug'likning kombinatsion sochilishi nokogerentdir. (Kogerent sochilishda tushayotgan nurlanish energiyasining yutilish va ikkilamchi nurlanishni paydo bo'lish oraliq holatida yorug'lik fazasini o'zgartiruvchi hech qanday jarayon bo'lmaydi. Nokogerent sochilishda, aksincha, yutilish va nurlanish oraliq holatda o'zgarishi yuz beradi, masalan, kombinatsion sochilish, Kompton sochilish,

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

lyuminestsentsiya va boshqa hodisalarda shunday hodisa yuz beradi.) Sochuvchi molekula strukturasini kombinatsion sochilish spektr chizig'ining o'rni va soni bilan xarakterlanishi kombinatsion sochilishning muhim xususiyatlaridan biridir. Tushuvchi (birlamchi) yorug'lik chastotasi bilan kombinatsion sochilish chiziqlari chastotasini it farqi sochuvchi moddaning infraqizil yutish sohasi chastotalariga teng. Ushbu chastotalar molekulaning tebranma va aylanma holatini xarakterlaydi.

Kombinatsion sochilish hodisasi klassik nazariya nuqtai nazaridan quyidagicha tushuntiriladi. Yorug'lik to'lqinining o'zgaruvchi elektr maydoni

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin 2\pi \nu_0 t$$

ta'sirida sochuvchi molekulada tashqi elektr maydon kuchlanganligiga proportsional induktiv dipol momenti

$$\vec{P} = \sigma \vec{\varepsilon}$$

vujudga keladi. Bu erda ε_0 - yorug'lik to'lqishg elektr maydon kuchlanganligining amplitudasi, ν_0 - tushayotgan yorug'lik chastotasi, σ - molekulaning qutblanuvchanligi, faqat uning tuzilishi va xossasiga bog'liq bo'lgan doimiy. Molekulyar dipolning majburiy tebranishlari xuddi shu oddiy Reley sochilishining sababidir. SHunday qilib, ν_0 chastotada majburiy tebranayotgan dipol, klassik elektrodinamikaga binoan, intensivligiga teng monoxromatik nurlanish chiqaradi.

Agar sochuvchi muhit qutblanuvchanligi o'zgaruvchi, ya'ni $\sigma \neq \text{const}$ bo'lsa, molekulaning dipol momenti ham vaqt bo'yicha o'zgaradi. Umuman, molekula qutblanuvchanligi yadrolar tebranishini dipol' tebranishlarida qatnashishi sababli doimo o'zgarishi kerak. Masalan, elektronlarning va yadrolarning o'zaro bog'langanligi sababli elektronlarning ν_0 chastotada majburiy tebranishlari yadrolarning ham tebranishini yuzaga keltiradi. Lekin yadrolar massasini kattaligi sababli ularning tebranishi juda sekin bo'ladi. Bu esa molekulaning qutblanishini o'zgarishiga olib keladi, ya'ni sochilgan yorug'lik chastotasi o'zgaradi. CHastota o'zgarishi ν_0 dan katta va kichik qiymatlar sohasiga simmetrik siljishdan iborat bo'ladi. CHastotaning ushbu o'zgargan qiymatlariga asosiy chiziqdan chap va o'ngga siljigan qo'shimcha chiziqlar — satellitlar to'g'ri keladi (90-rasm). Asosiy chiziqdan chap tomonga siljigan qizil satellit chiziqlarni Stoks chiziqlari ($\nu_R^S < \nu_0$), o'ng tomondagi binafsha satellit chiziqlarni esa antistoks chiziqlari ($\nu_R^S = \nu_0$) deyiladi.

SHunday qilib, klassik nazariyaga asosan, sochilgan yorug'lik spektrida siljimagan chiziqning (ν_0) har ikki tomonida biror ν masofaga simmetrik siljigan chiziqlar joylashgan va ularning intensivligi:

$$I \nu_R^S, A = \frac{4\pi^4}{3c^2} (\nu_R^S \cdot R)^4 \sigma^4 \varepsilon_0^2 = \frac{4\pi^4}{3c^3} (\nu_0 \neq \nu)^4 \sigma^4 \varepsilon_0^2$$

ga teng. Xullas, klassik nuqtai nazardan Stoks va antistoks chiziqlarining intensivligi o'zaro teng. Lekin eksperiment natijalari ushbu chiziqlar intensivligining teng emasligini, jumladan, qizil satellitlar - Stoks chiziqlarining intensivligini binafsha satellitlar intensivligidan yuqori ekanligini ko'rsatadi.

RENTGEN NURLARI VA MOZLI QONUNI. HAKARISTIK VA "OJE" RENTGEN NURLARINING PAYDO BO'LISHI

Reja:

1. *Nurlanish xodisasi*
2. *Rentgen nuri haqida tushuncha*
3. *Mozli qonuni*

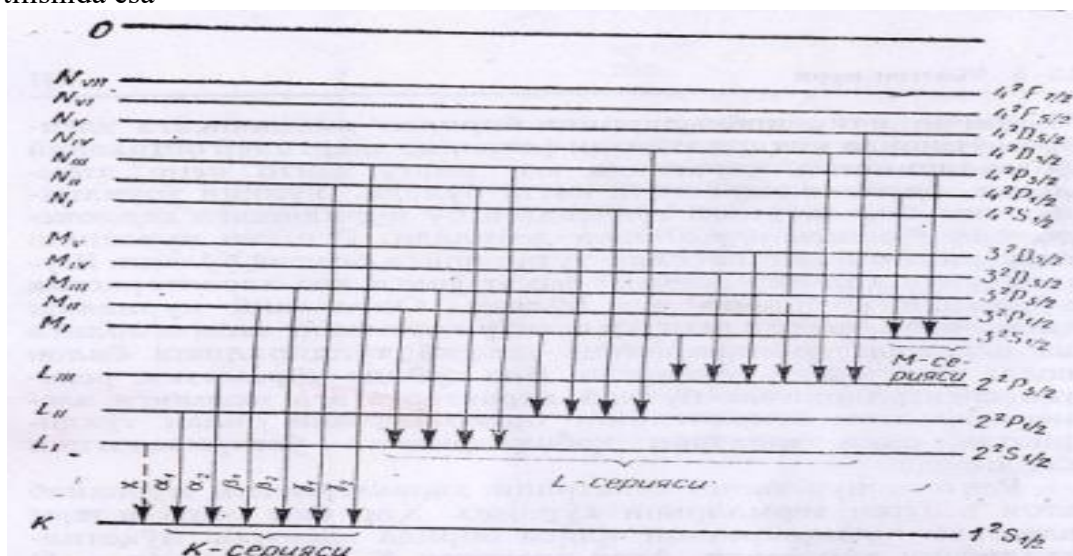
4. Oje effekti

Yuqori energiyali fotonlar yoki elektronlar bilan atom to'qnashganda murakkab atomning ichki elektronlari yuqoridagi bo'sh energiya sathlarga o'tishi mumkin. Ichki qobiqda bo'sh qolg'an joyga qo'shib energiya sathidan elektronlar o'tishln vujudga keladi, chunki atomlarning ichki elektron qobig'i bo'sh bo'lgan holat energiya jihatdan beqaror. Atom bartspror holatgm o'tshpi uchun elektron strukturasi qa11tadan tuziladi. Atom ichki qobiqlarida elektron o'tishi katta energiya chikarilishi bilan yuz beradi.

CHunonchi, ichki qobshularning biridan ikkinchisiga elektron o'tishida chiqariladngan fotonlar energiyasi optikaviy fotonlarnikiga qaraganda yuz, ming, hatto og'ir atomlarda, o'n ming martagacha katta bo'ladi. To'lqin uzunliklarning bir angstrom sohasidagi bu nurlanishga xarakteristik **Rentgen nurlanishi** deyiladi. Rentgen nurlanish spektri atomning sathlar tuzilishiga bog'liq bo'ladi. SHuning uchun har bir element faqat o'ziga xos xarakteristik nurlanish spektriga ega bo'ladi. Optikaviy nurlanish spektridan farqli rentgen spektri atomning atom og'irligi va elektron qobiqlarining davriy; to'ldirilishi bilan sodda va qonuniy bog'langan. Biz quyida ko'ramizki, rentgen spektrlarining bunday xarakterga ega ekanligi elementlar atom og'irligining ortib borishi bilan to'ldirilgan ichki elektron qobiqlarining o'zgarmasligini bildiradi.

Rentgen nurlanish spektrini xarakterlovchi murakkab atom rentgen termlarini ko'ramiz. Har bir rentgen term elektron qobiqlarining qaysi birida elektron yo'qotilganligini ko'rsatadi. Agar elektron (-qobiqdan ($n=1$) urib chiqarilgan bo'lsa, bu bo'sh joyga qo'shni qobiqlardan elektron o'tishida K-seriyali rentgen nurlanishi chiqadi. elektronlarning L-qobiqdagi bo'sh holatga o'tishida esa L,-seriyali rentgen nurlanishi hosil bo'ladi va hokazo. SHunday qilib, rentgen termlari «kovak» xarakterga ega, ya'ni qaysi qobiqdan elektron yo'qotilganligi bilan xarakterlanadi. Har bir to'ldirilgan qobiq va qobiqchalar uchun. L, S va J kvant sonlari nolga teng. SHuning uchun, biror elektron yo'qotgan qobiqning kvant sonlari L, S, J shu elektronnnng l, s va j kvant sonlariga teng bo'ladi. Demak, rentgen termlari sxemasi vodorodsimon atom termlari sxemasiga o'xshash bo'lar ekan.

Masalan, tashqi magnit maydon yo'q holida, birinchi qobiqdagi ikkala 1s elektron uchun ham kvant sonlari $s=1/2$, $l=0$, $j=1/2$ ga teng. Ularning qaysi biri o'rnidan urib chiqarilgan bo'lmasin $n=1$ qobiqda qolgan bitta elektron holati $^2S_{1/2}$, $s=1/2$, $L=0$, $J=1/2$ kvait sonlari bilan xarakterlanadi. Agar elektron $n=2$ bo'lgan L-qobiqdan yo'qotilgan bo'lsa, uch xil holat: $2s^2$ -elektronlarning bittasini yo'qotilishida $^2S_{1/2}$ va $2p^6$ - elektronlarning bittasini yo'qotilishida esa



Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

dan iborat ikkita kovak holat hosil bo'ladi. SHunday qilib, K-term yolg'iz sathdan iborat va u ayni vaqtda optikaviy term $^2S_{1/2}$ hamdir. L-term uchta sathdan ($n=2$ da $l=0,1$ uchun $l=0$ da $j=S=1/2$ va $l=1$ da $j=1\pm 1/2$) iborat va hokazo. Bu sathlar 74-rasmda chap tomonda $K, L_I, L_{II}, L_{III}, M_n \dots$ orqali belgilangan.

Umuman, L-termdan boshlab har bir $L, M, N, \dots$ va hokazo termlarda $L=l=0$ dan boshqa $L=l=1,2,\dots, n-1$ sathlar spin-orbital o'zaro ta'sir natijasida $2L+1$ ta sathga ajralgan bo'ladi. Demak, $L=0$ ni ham hisobga olgan holda, har bir n-qobiq $2L+1$ ta sathdan elektronning yuqori sathdan pastki bo'sh sathga rentgen nuri chiqarish bilan o'tishida ham YUqorida biz ko'rgan tanlash qoidalariga bajariladi. Masalan, tanlash qoidasiga ko'ra $2^2S_{1/2}$ atndan $1^2S_{1/2}$ sathga elektron o'tishi $\Delta L = \pm 1$ tomonidan taqiqlangan. Bu taqiqlangan o'tish rasmning eng chap qismida ko'rsatilgan. Rasmda boshqa hamma taqiqlangan o'tishlar ko'rsatilmagan. elektronning K-qobiqqa o'tishida hosil bo'ladigan har qanday chiziq K-seriyaga birlashtiriladi. L-seriya chiziqlari esa L dan yuqori qobiqlardagi har qanday elektronning L-qobikdagi bo'sh holatga o'tishidan iborat bo'ladi va hokazo. Seriyaning har bir chizig'iga alohida-alohida nom berilgan. Muayyan qobiqqa undan yuqori qo'shni qobiqdagi har qanday elektronning o'tishida vujudga keladigan chiziq α indeks, ikkinchi, yuqori qobiqdan o'tishga mos chiziq β indeks, uchinchi yuqori qobiqdan o'tish - γ indeks va hokazo yordamida farqlanadi. Rasmda K-seriya uchun bu belgilashlar ko'rsatilgan. Har bir qobiq bir necha qobiqchalardan iborat bo'lgani uchun $\alpha, \beta, \gamma \dots$ indekslar muayyai qobiqdan tanlash qoidasi taqiqlamagan o'tishlar tartibi bilan nomerlangan. Masalan, K_{α_1} chiziq L-qobiqning tanlash qoidasi bilan elektron o'tishi taqiqlanmagan eng past qobiqchasidan K-qobiqqa o'tishda hosil bo'ladi. K-seriyaning α gruppasi chiziqlari ikkita K_{α_1} va K_{α_2} dan iborat.

Mozli qonuni. Vodorod atomi uchun nurlanish chastotasi: $\nu = \frac{BZ^2}{n^2}$ ga teng edi.

Ishqoriy metallar uchun esa bosh kvant soni o'rniga effektiv kvant sonini kiritib mazkur

$$\text{chastota uchun: } \nu = \frac{RZ^2}{n_u^2}$$

formulani yozishimiz mumkin. Agar bosh kvant sonini o'zgarishsiz qoldirib yadro zaryadini o'zgartirsak, ya'ni ichki elektronlar tomonidan yadro zaryadining to'silishini (ekranlanishini) hisobga oluvchi effektiv zaryad

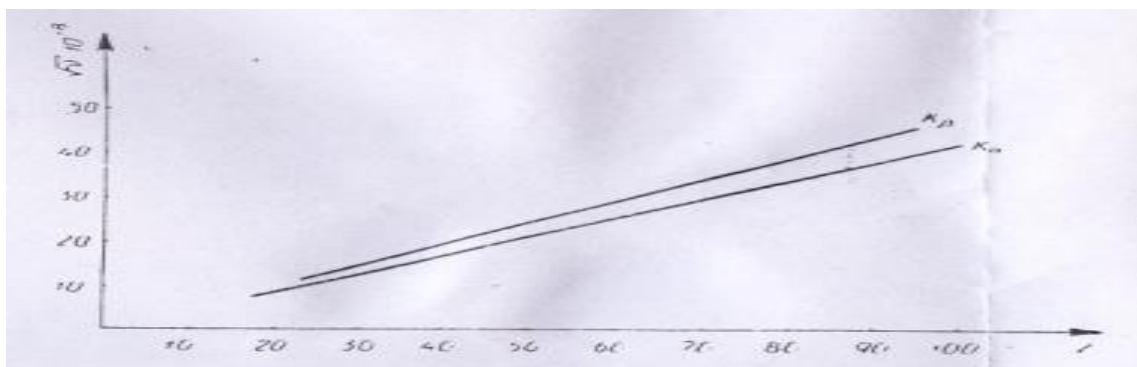
$$Z_{eff} = (Z - \sigma)e$$

kiritsak, yuqoridagi chastota uchun

$$\nu = \frac{R}{n^2} (Z - \sigma)^2 e$$

ni yozish mumkpn. Bu erda: σ - ekranlanish doimiysi, n- bosh kvant soni. Umuman, berilgan n-qobiq uchun atomlar ichki elektron tuzilishi bir xil bo'lganligi sababli har qanday atom uchun σ bir xildir, ya'ni σ yadro zaryadi soniga bog'liq emas.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)



Ammo u n, l kvant sonlariga bog'liq. K-qobiqdagi ikkita elektron uchun har bir elektronga faqat ikkinchisi ekranlash ta'sirini ko'rsatadi. Bu hol uchun $\sigma \approx 1$. L-qobiq elektronlari uchun $\sigma \approx 8$, σ_{nl} ning aniq qiymati eksperimentdan aniqlanadi.

Eng oxirgi formuladan: $\sqrt{\frac{\nu}{R}} = \frac{Z - \sigma}{n}$ umumlashgan Mozli qonunining ifodasini hosil qilamiz.

Mozli qonuniga binoan rentgen termi (ν) ning kvadrat ildizi elementlarining zaryad soni Z bilan chiziqli bog'liq.

Rasmda K_α va K_β chiziqlari uchun Mozli grafigi keltirilgan. Shunday qilib, rentgen spektrlarining eksperimentda kuzatiluvchi seriyali tuzilishi va Mozli qonuni biz yuqorida ko'rgan elementlar davriy sistemasining talqin etilishining to'g'ri ekanligini ko'rsatadi. 75-rasmdan ko'ramizki, Z ning o'sishi bilan grafik xarakteri o'zgarmaydi. elementlarning davriy tuzilishi tushunchasiga ko'ra haqiqatan ham shunday bo'lishi kerak, chunki Z ning o'sishi bilan atom ichki elektron qobiqlari deyarli o'zgarmaydi (faqat siqilgan bo'lishi mumkin).

Oje effekti. Ichki qobig'idan elektron yo'qotgan atom rentgen fotoni chiqarmasdan ham o'zining elektron tuzilishini o'zgartirishi, ya'ni uyg'onish (ortiqcha) energiyasini nurlanishdan boshqa yo'l bilan ham chiqarishi mumkin. Bu hodisa Oje effekti deyiladi. Oje effektida tashqi qobiqdan ichki elektron qobiqdagi bo'sh o'ringa elektron o'tishida atomning eng tashqi elektronlaridan biri atomdan butunlay chiqib ketishi mumkin. Xuddi shu elektron ichki qobiqdagi bo'sh holatning to'ldirilishida ajralib chiqqan energiyani olib ketadi. Ma'lum ma'noda Oje effekti ichki fotoelektrik effektdir. Ko'pchilik atomlarda Oje effekti rentgen nurlanishi bilan raqobatda bo'lib unga to'sqinlik qilishi mumkin. Oje effekti, ayniqsa, elektromagnit nurlanish taqiqlangan hollarida, masalan, 0 — 0 o'tishlarda kuchli yuz beradi. Oje effektida atom bir karrali ionlanish o'rniga ikki karrali ionlangan bo'ladi.

KIMYOVIY BOG'LARNING HOSIL BO'LISHINI MOLEKULYAR ORBITALLAR USULI YORDAMIDA TUSHUNTIRISH

Reja:

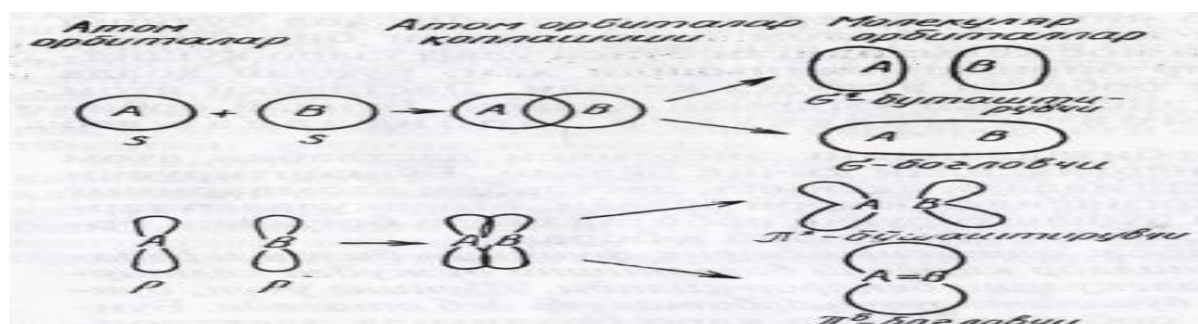
1. *Kimyoviy bog'larning molekulyar orbitallar usuli*
2. *Bog'lovchi va bo'shashtiruvchi molekulyar orbitallar*
3. *Kislorod va uglerod (II)oksididagi kimyoviy bog'ni molekulyar orbitallar usuli yordamida tushuntirish.*

MO nazariyasini yaratishda atomning elektron tuzilishi haqidagi kvant-mexanik

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

tasavvurlarni molekula tuzilishi uchun ham qo'llash zarur deb topildi. Farqi shundaki, atom bir markazli (bir yadroli) sistema bo'lsa, molekula ko'p markazli sistemadir. Demak, bu nazariyaga ko'ra har qaysi elektron molekuladagi barcha yadro va ko'p markazli orbitallar tasvirida bo'lishi e'tiborga olinadi. MO metodining bir necha variantlari bor. Atom orbitallarining chiziqli kombinatsiya (AOChK) usuli eng ko'p qo'llanadi.

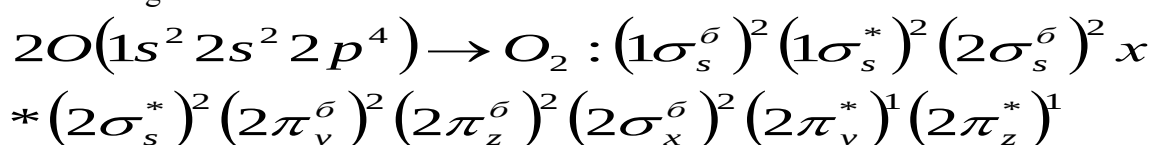
Molekulaning barqaror yoki beqaror bo'lishi uning tarkibidagi bog'lovchi va bo'shashtiruvchi elektronlarning nisbiy miqdoriga bog'liq bo'ladi. Masalan, agar sistemada ikkita elektron tutgan bitta BO'MO hosil bo'lsa, u xuddi shuncha elektron tutgan bitta BMO ning ta'sirini yo'q etadi. MO metodida molekula tarkibidagi elektronlarning o'zaro ta'siri e'tiborga olinmaydi. Atomda har qaysi elektron s-, p-, d- va f-harflar bilan ishoralanadigan atom orbitallar bilan xarakterlangani kabi molekulada har qaysi elektron o'ziga xos MO lar bilan tavsiflanadi. MO lar σ, π, δ va ϕ -harflar bilan belgilanadi. Atomdagi elektron energiyasi faqat n va l ga bog'liq bo'lib, magnit kvant songa bog'liq emas.



MO dagi elektronning energiyasi ayni orbitalning yo'nalishiga, ya'ni magnit kvant soniga ham bog'liq. Chunki molekulada yadrolarni bir-biri bilan bog'lab turgan yo'nalish (biz uni molekula o'qi deb qabul qilamiz) boshqa barcha yo'nalishlardan farq qiladi. Molekulada elektronning harakat miqdor momenti proektsiyasining atom yadrolarini birlashtiruvchi o'qqa nisbatan kattaligini tavsiflash uchun xuddi magnit kvant son 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 holatga ega bo'lamiz; bunday holatda ko'pi bilan 4 elektron bo'la oladi.

MO larning elektronlar bilan to'lib borishi ham xuddi atom orbitallardagi kabi Pauli printsiptiga va Xund qoidasiga bo'ysunadi. MO lar metodida bog'lanishni tavsiflash uchun «bog'lanish tartibi» degan tushuncha kiritilgan. Bog'lovchi orbitallardagi elektronlar sonidan bo'shashtiruvchi orbitallardagi elektronlar sonini ayirib tashlab, natijani ikkiga bo'lsak bog'lanish tartibi (BT) kelib chiqadi. V. 11 rasmda bog'lovchi σ_s^6, π_s^6 va bo'shashtiruvchi σ_s^*, π_s^* - molekulyar orbitallarning hosil bo'lish sxemasi keltirilgan. Rasmdan ko'rinishicha orbitallarning o'zaro qoplanuvchi qismlari bir xil ishorali to'lqin funktsiyaga ega bo'lsa, musbat qoplanish sodir bo'ladi va atom orbitallar bir-biriga qo'shiladi (BMO). Agar atom orbitallarning o'zaro qoplanuvchi qismlari qarama-qarshi ishorali to'lqin funktsiyalarga ega bo'lsa, unda manfiy qoplanish sodir bo'lib, orbitallar to'lqin funktsiyalari bir-biridan ayirib tashlanadi (BUMO). N ta atom orbitaldan N ta molekulyar orbital hosil bo'lishi tabiiydir.

Molekulyar orbitallarni konkret molekulalar misolida ko'rib chiqamiz. Kislorod molekulasining hosil bo'lishi:



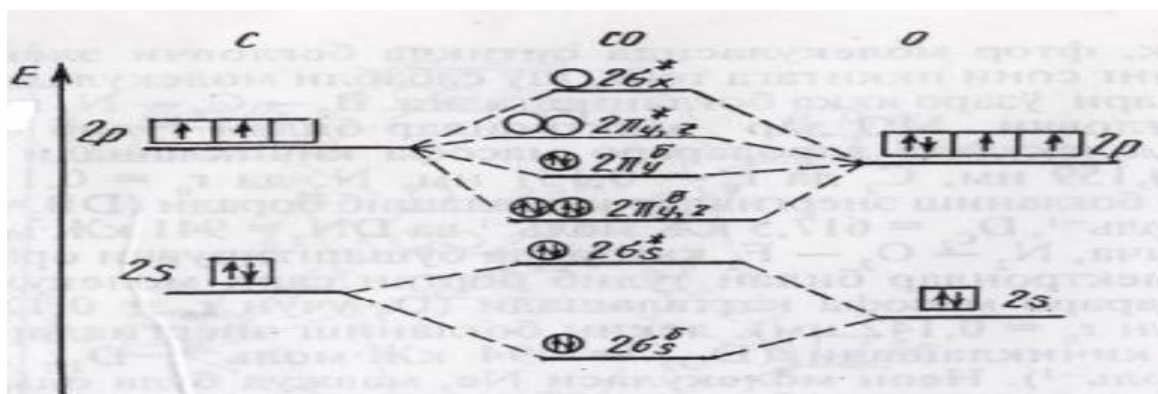
Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

Demak, kislorod molekulasining $2\pi^*$ – orbitalida faqat 2 ta elektron bor, vaholanki, bu orbitalda 4 ta elektron bo'lishi mumkin edi. SHu sababli Gund qoidasiga binon ikkita $2\pi^*$ –elektron parallel' spinlarga ega bo'lishi kerak. Bu hol Pauli printsipiga zid emas, chunki elektronlardan birining magnit kvant soni $\lambda = -1$ va ikkinchisidiki $\lambda = +1$ dir.

Shunday qilib, MO metodi kislorod molekulasida ikkita toq elektron borligini nazariy ravishda izohlab berdi. Ikkita toq elektron borligi sababli suyuq va kristall holdagi kislorod magnitga tortiladi, u paramagnit modda. Bundan tashqari, kislorod molekulasida ortiqcha 4 ta bog'lovchi elektronlar bor. $BT = \frac{10-6}{2} = 2$, $r_0 = 0,121\text{nm}$, bog'lanish energiyasi 494

$\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

CO molekulasining hosil bo'lishi:



$$C(1s^2 2s^2 2p^2) + O(1s^2 2s^2 2p^4) =$$

$$= CO : \left[(1\sigma_s^\sigma)^2 (1\sigma_s^*)^2 (2\sigma_s^\sigma)^2 (2\sigma_s^*)^2 (2\sigma_x^\sigma)^2 (2\pi_{y,z}^\sigma)^4 \right]$$

CO molekulasida ortiqcha bog'lovchi elektronlar soni 6 ga etadi. Bitta σ -va ikkita π -bog'lanish mavjud ($C \equiv O$). Uning bog'lanish energiyasi $1067 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

MUNDARIJA

1. ELEMENTLAR ZARRACHALARINIG KASHF QILINISHI TARIXI VA ENG MUHUM HAKTERESTIKASI	4
2. SUYUQ KRISTALLAR VA ULARNING QO'LLANISHI	6
3. VODOROD BOG'I, HOSIL BO'LISH SHARTLARI VA AHAMIYATI	8
4. MOLEKULALARARO TA'SIR VA UNING XILLARI	11
5. REFRAKSIYA VA UNING EKZALTATSIYASI	14
6. MASSA VA ENERGIYA O'RTASIDAGI BOG'LANISH VA ULARNING O'ZARO EKVIVALENTLILIGI	16
7. FERMI, DIRAK VA BOZE-EYNSHTEYN STATISTIKASI. FERMIONLAR VA BOZONLAR	18
8. KVANT SONLARNING KELIB CHIQISHI VA FIZIK MA'NOSI. PAULI PRINTSIPI.	25
9. KOVALENT BOG'LANISH NAZARIYASI	32
10. KRISTALL MAYDON NAZARIYASI	33
11. MOLEKULYAR ORBITALLAR NAZARIYASI (MOLEKULYAR ORBITALLAR USULI-(MOU))	34
12. MASSA VA ENERGIYA O'RTASIDAGI BOG'LANISH, ULARNING O'ZARO EKVIVALENTLILIGI	37
13. YORUG'LIKNING QUTBLANISHI VA OPTIK FAOL MODDALAR	39
14. METALLAR VA YARIM O'TKAZGICHLARDAGI KIMYOVIY BOG'NI TAQQOSIY O'RGANISH VA TUSHUNTIRISH	41
15. SHREDINGER TENGLAMASI. TO'LQIN FUNKTSIYASI Ψ NING FIZIK MA'NOSI	44
16. ATOMLAR YADROLARINING BARQARORLIK VA BEQARORLIK SABABLARI	47
17. MODDA VA MAYDONNING DISKRET TUZILISHIGA EGA EKANLIGI	49
18. ATOM VA MOLEKULYAR TERMLARNING IFODALANISHI	51

Modda tuzilishi fanidan uslubiy ko'rsatma (mustaqil ta'lim uchun)

19. FIZIK MAYDONLAR VA ULARNING TURLARI		52
20. TUNNEL EFFEKTI		55
21. NURNING KOMBINATSION SOCHILISHI SPEKTRI VA UNING SABABLARI		57
22. RENTGEN NURLARI VA MOZLI QONUNI. HARAKTERISTIK VA “OJE” RENTGEN NURLARINING PAYDO BO’LISHI		59
23. KIMYOVIY BOG’LARNING HOSIL BO’LISHINI MOLEKULYAR ORBITALLAR USULI YORDAMIDA TUSHUNTIRISH		63