

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
Z.M.BOBUR NOMIDAGI ANDIJON DAVLAT UNIVERSITETI

Qo'lyozma huquqida

Jo'rayev Dilmurod

Lazerlar va lazerli spektroskopiya istiqbollari
5A140202-“Fizika (Lazer fizikasi)”

Magistr
akademik darajasini olish uchun yozilgan

DISSERTATSIYA

Ilmiy rahbar:

Proffessor. I. Karimov

Andijon-2017

MUNDARIJA

Kirish.	4
1-bob. Lazerlar, ularning yaratilish tarixi. Spektr va spektroskopiya.	
1.1. Optik kvant generatorlari, lazerlarning yaratilish tarixi.	7
1.2. Spektr va spektroskopiya haqida tarixiy ma'lumotlar hamda ularning ilmiy asoslari.	14
1.3. Lazerlarning ishchi moddasiga qarab turlarga ajratilishi	19
1.4. Kvant elektronikasi asoslari va uning qo'llanilishi.	37
I-bob bo'yicha xulosalar.	43
2-bob. Lazerli spektroskopiya. Lazerlarning fizik tadqiqot metodlarida qo'llanilishi .	
2.1. Lazerli spektroskopiya metodlari asoslari va ularning tadbiqi.	44
2.2. Lazer nurlanishi spektral tarkibini o'rganish.	45
2.3. Lazer spektroskopiya asosiy usullari.	54
2.4. Lazerlarning fizik tadqiqot metodlarida qo'llanilishi	58
2.5. Lazerli spektroskopiya texnikasi.	61
2-bob bo'yicha xulosalar.	65
3-bob Lazer nurlanishini tibbiyotda uchraydigan turli kasalliklarga va biologik o'simliklar urug'lariga ta'sirini o'rganish.	
3.1. Infraqizil, ultrabinafsha, yorug'lik va lazer nurlari bilan davolovchi tibbiyot apparatlari va ularning odam organizmiga ta'siri.	66
3.2. Tibbiy diagnostika va davolashda qo'llaniladigan lazerli qurilmalar.	69

3.3.Dermotologik kasallik --- Psoriazni davolashda lazer nurini ta'sir mexanizmlarini o'rganish.....	73
3.4.Lazer nuri yordamida o'simlik urug'larini unib chiqishini faollashtiruvchi omillarni o'rganish.....	80
3-bob bo'yicha xulosalar.....	83
ASOSIY XULOSALAR.....	83
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	85

KIRISH.

Muammoning qo'yilishi. Keyingi yillarda spektroskopik metodlarning deyarli barchasida nurlanish manbai sifatida lazerlardan foydalanish ananaga aylandi. Lazerli spektroskopiya tadqiqot metodi va fan sifatida shakillandi. Keng chastota (to'lqin uzunligi) diapazonidagi lazer nurlari modda tuzilishini, kondensirlangan muhitlarda sodir bo'luvchi jarayonlarning mexanizmlarini, kinetikasini va termodinamikasini o'rganishga tadbiri ham kuchaydi. Lazer nurlari oddiy spektroskopik metodlar hususan akustik spektroskopiya, dielektrik radiospektroskopiya, Madelshtam-Brulyum spektroskopiyasi, kombinatsion sochilish spektroskopiyasi infraqizil va ultrabinafsha nurlar spektroskopik metodlari takomillashdi va ularning qo'llanilish soxalari astrofizikagacha tarqaldi. Lazerli spektroskopik metodlarning moddalar tuzilishini, ularda sodir bo'layotgan jarayonlarning mexanizmlarini, kinetikasini va boshqa barcha fizik jihatlarini o'rganish borasidagi eng harakterli jihatlaridan biri lazerli spektroskopik aparatlarning aparat funksiyasining juda kichikligi, bu nurlar eltadigan energiyaning oddiy yorug'lik manbaalariga nisbatan bir necha million marta kattaligi va aniq chastotalarni tanlay olish imkoniyatining mavjudligidadir. Bu o'rinda lazerli spektroskopiya muayyan bir chastotalik nurlarning sochilish va yutilish spektrlarini o'rganish orqali moddalarda keng diapazondagi tovush to'lqinlarining yutilish koefitsentini va tarqalish tezligini aniqlash imkonini ham bermogda. Bu spektrlarni o'rganish xam o'z navbatida olinayotgan spektrlarning relaksatsion chastotalariga masul bo'lgan fizik jarayonlarni o'rganish imkonini ham yaratmogda. Lazer nurlari monoxromatik va shu bilan bir vaqtda ancha kuchli manbalar bo'lishi bilan birga ularning apparat funksiyasi ham ilmiy tadqiqotlar uchun eng samarali va qulay manbalardan biri bo'lib qolmogda. Spektroskopik metodlarning majmuasini kompleks qo'llash orqali moddalar tuzulishini, ularda sodir bo'layotgan jarayonlarning kinetikasi va mexanizmlarini o'rganishda eng samarali tadqiqot metodlaridan bo'lib qolmogda. Ikkinchi tamondan deyarli barcha zamonaviy spektroskopik metodlar o'ta kam miqdordagi na'munalardan

foydalanib, o'lchashlar bajarish imkonini ham beradi. Ammo spektroskopik metodlarning tavsiflari va ularning nazariy hamda eksperimental asoslari bayon qilingan o'zbek tilidagi adabiyotlar deyarli yo'q. Lazerlar va lazerli spektroskopiya bo'yicha ham darslik va o'quv qo'llanmalari, metodik ishlanmalar va ommabop nashrlar ham yetarli emas. Shuning uchun ushbu dissertatsiya ishining mavzusi lazerlar va lazerli spektroskopiya istiqbollari masalalarini o'rganishga bag'ishlanishi maqsadga muvofiq deb topildi.

Mavzuning dolzarbligi shundaki, birinchidan spektroskopik metodlarni o'rganish va ularni ilmiy tadqiqotlarga qo'llash masalalarini ilgari faqat markaziy oliy ta'lim muassasalaridagina amalga oshirilardi. Fan va texnologiyalarning bugungi istiqboli esa bunday nazariy va amaliy tadqiqotlarni bizda ham amalga oshirish imkonini bermoqda. Ammo bu soxada malakali mutaxassislarning yo'qligi, yosh bitiruvchilar va magistrantlarga spektroskopik metodlarning imkoniyatlarini o'rgatish masalalarini xalq etishda qiyinchiliklar tug'dirib kelardi. Shuning uchun ham spektroskopist mutaxassislarni tayyorlash uchun shunday mavzularni o'rganish o'ta dolzarb masala hisoblanadi. Ikkinchidan bugungi kunga kelib ADU ning optika laboratoriyasi demanstaratsion spektrometrlar va maykelson, Max- sender interferometrlar va suyuq moddalarning spektrlarini o'rganishga mo'ljallangan spektrometrlar bilan ta'minlanganligi, ularning mabaalari sifatida lazerlarning qo'llanilishi ham ishning dolzarbligini, belgilaydi.

Ishning maqsadi va vazifalari. Lazerlar va lazerli spektroskopik metodlarning yaratilish tarixini, ularning ilmiy asoslarini, konstruktiv jixatlarini va ularning qo'llanilishi bilan bog'liq masalalarini o'rganish va o'zbek va ingliz tillarida bayon qilish. Spektroskopik metodlarni o'rganish, ularning imkoniyatlarini, qo'llanilish soxalarini, boshqa amaliy jixatlarini solishtirish, afzalliklarini o'rganish, spektrlarning taxlilidan moddalarda sodir bo'layotgan fizik jarayonlarning mexanizmlarini, kinetikasini o'rganishdan iborat.

Tadqiqot ob'ekti va predmeti. Dissertatsiya ishining tadqiqot ob'ekti lazerli spektroskopiya metodlarini va lazerlarning strukturasini, va fizikasini, o'rganishdan iborat. Disertatsiya ishining asosiy vazifalaridan yana biri lazerlarning tibbiyot qo'llanilishini keng ko'lamda o'rganish va taxlil qilish

solishtirish, taqqoslash yo'li orqali yangi davolovchi energiya miqdorlarini topishga qaratilgan. Predmeti esa, lazerli spektroskopiya metodlarining natijalari asosida modda tuzulishini, ularda sodir bo'layotgan fizik jarayonlarning mexanizmlari, kinetikasi o'rganishdan iboratdir.

Tadqiqot natijalarining ilmiy jihatdan yangilik darajasi shundaki, spektroskopik tadqiqotlar haqida matbuotda e'lon qilinayotgan eng so'ngi maqolalarda o'rganilayotgan jarayonlarning parametrlaridan asosiylari taxlil qilinadi. Hamda Andijon Davlat Tibbiyot Instituti professori Paqirdinov Adham.Begishovich. bilan hamkorlikda teri kassaliklarida lazer terapiyadan foydalanish, respublika miqyosida hususan Andijon shariyotida ko'p uchraydigan teri kassaliklarini o'rganish, ularni davolashda davolovchi lazer qurilmasining lazer nurlari energiyasini solishtirish va taqqoslash yo'llari bilan hisoblab topish hamda davolash amaliyotiga tatbiq qilish vazifa sifatida qo'yilgan. Dissertatsiya ishining yana bir yangiligi shundaki lazer nuri yordamida o'simlik urug'larining o'sish nuqtasiga ta'sir etish orqali urug'larning unib chiqishini faollashtirish, bo'yicha amaliy ishlar olib borilgan va lazerli uskuna mexanizmi hamda modeli yaratilgan. Hozirda olingan urug'lar yetishtirilmoqda.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati va tatbiqi. Olingan natijalar ilmiy maqsadlarda, tibbiyot institudlarida tibbiy texnika fanidan o'quv qo'llanma sifatida foydalanilishi mumkin. Qolaversa tibbiyotda lazerlarning qo'llanilishini o'qitish bo'yicha innavatsion loyiha sifatida taklif etish mumkin. Shu bilan bir qatorda qishloq xo'jaligini rivojlantirishga joriy etish mumkin.

Ishning tuzilishi va tarkibi. Dissertatsiya ishi kirish, 3 ta bobdan iborat asosiy qismdan, asosiy xulosalar va foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan iborat. Ilovalar rejalashtirilgan. 10 dan ortiq illustratsiyalar va 100 ga yaqin formulalar keltiriladi.

Bajarilgan ishning asosiy natijalari. Muallif Lazerli spektroskopiya metodlarining nazariy aspektlarini chuqur o'rgandi. Lazerli boshqa spektroskopik metodlarning asoslarini o'rgandi va ularni solishtirdi. Tibbiyotga hamda qishloq xo'jaligiga tatbiq qildi.

I BOB LAZERLAR, ULARNING YARATILISH TARIXI, SPEKTR VA SPEKTROSKOPIYA

1.1. Optik kvant generatorlari, lazerlarning yaratilish tarixi.

Hozirgi kunda lazer asosida ishlaydigan juda ko'p turdagi kvant asboblari, uskunalari va sistemalari yaratilgan. Ammo ulardan samarali foydalana oladigan mutaxassislar juda kam. Ikkinchidan turli-tuman maishiy va ilmiy kvant qurilmalarini loixalashtiraoladigan mutaxassislar ham yetishmaydi. Bu esa kvant elektronika buyumlarini loixalashtirishda, ularni biladigan mutaxassislarni tayyorlashning samarali yo'llarni va metodlarini yaratishni talab qiladi.

Kvant elektronikasi – qattiq jismlar tarkibiga kiruvchi elektronlar bilan elektromagnit nurlanishning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida sodir bo'luvchi hodisalarni o'rganuvchi fizikaning sohasidir. Bu soxadagi tadqiqotlardan olingan ma'lumotlar asosida turli soxalarda qo'llanishga mo'ljallangan kvant elektronika asboblari yaratilmoqda.

Shuni ta'kidlash kerakki, nurlanish manbai sifatida lazerlar asosida qo'llaniladigan qurilmalar keng foydalanilmoqda. Bunday metod va qurilmalar moddalarning tuzulishini, ularda sodir bo'layotgan jarayonlar mexanizmlarini va kinetikasini o'rganishda eng samarali metodlar bo'lib qolmoqda. Spektroskopik, interferometrik va shular kabi ko'plab fiziko-kimyoviy metodlar shular jumlasidandir.

Muhit xususiyatlarini ancha batafsil o'rganish borasidagi zamonaviy talablarga optik usullarga asoslangan barcha spektroskopik metodlar deyarli to'la javob beradi. Lazer nurlanishining monoxromatikligi, faza, amplituda, qutublanishi va tarqalish koeffitsientining kichikligi, apparat funksiyasining tor soxada bo'lishi, katta quvvatga egaligi kabi xususiyatlari ulardan foydalanishning soxalarini kengaytiradi va katta imkoniyatlarni yaratib bermoqda. Muhit bilan elektromagnit to'lqinlar o'zaro ta'sirlashganda qayd etilayotgan parametrlar shu ta'sir natijasida o'zgarishi mumkin. Masalan, qutublanish-anizotropiya hodisalari bilan ifodalansa, faza – tarqalish geometriyasi va ta'sirlashish natijasida sinish ko'rsatkichi orqali

aniqlanadi. Shu yerda majburiy nurlanishning yuqori darajadagi kogorentligi, monoxromatikligi va yuqori darajadagi spektral energiya zichligiga ega bo'lgan yorug'lik manbai ekanligini e'tirof etish joizdir.

Golografiya bir qarashda biz tanlagan ilmiy tadqiqot yo'nalishidan biroz chetda qolib ketayotganga o'xshaydi, ya'ni ta'rifiga ko'ra bu elektromagnit to'lqinlar interferensiyasi asosida shakllangan xajmiy tasvir olishning usulidir. Ammo, lazerlarning kogorent nurlanishsiz golografiyani amalga oshirib bo'lmaydi. Bu soxada ham lazerlarning tadbqiqisiz xech narsani amalga oshirib bo'lmaydi.

Umuman olganda, kvant elektronikasi va lazer texnikasining xalq xo'jaligining qaysi soxasida qo'llash chegaralarini aniqlash ancha qiyin ish. Mana shunday holat tezda rivojlanayotgan fanlarga xos deb hisoblasak xato bo'lmaydi. SHunga qaramasdan, lazer texnikasi predmetini ko'rib chiqsak o'rinli bo'lardi.

Lazer texnikasi – bu lazer nurlanishi asosida ishlaydigan kvant qurilma va sxemalarni optimal tarzida yaratishga qaratilgan ilmiy asoslangan hisoblashlar, muxandislik ixtirolari va kvanto-optik metodikalar majmuidir.

1964 yilda Stokgolmda Nobel mukofotini topshirish marosimida A.M. Proxorov shunday degandi: “Kvant elektronikasi 1954 yil oxiri va 1955 yil boshlarida paydo bo'ldi, uning asosi 1917 yilda A. Eynshteyn tomonidan aytilgan induksion nurlanish hodisasi deb hisoblasak bo'ladi”.

Qayd etilgan hodisaning ma'nosi shuki, tashqi ta'sir ostida faollashgan atomlar kichik energiyali holatga o'tadi, o'tish vaqtida elektromagnit to'lqin chiqaradi. Ammo, uzoq vaqt bu mexanizmdan amaliy jihatdan foydalanish imkoni bo'lmadi. V.A. Fabrikantga berilgan mualliflik guvoxnomasida (SSSR, 18.06.1951, №123209) shunday yozilgan: “Elektromagnit nurlanishni kuchaytirish usuli (ultrarabinafsha, ko'rinuvchi, infraqizil va radiodiapazonidagi to'lqinlar) qo'shimcha nurlanish yoki boshqa usul bilan yuqori energetik sathda joylashgan atomlarga ko'p miqdorda ega muhit orqali kuchaytirilayotgan nurlanish o'tkaziladi, mana shu holat faollashgan holatga mos keladi”. Ular tomonidan berilgan sharx “kvant kuchaytirish” atamasiga mos keladi.

Majburiy nurlanish hodisasi zamonaviy kvant elektronikasi va lazer texnikasi asosi sifatida foydalanila boshlandi. Biroq keyinroq (1953yil) Dj.Veber tomonidan kvant kuchaytirgich taklif etildi.

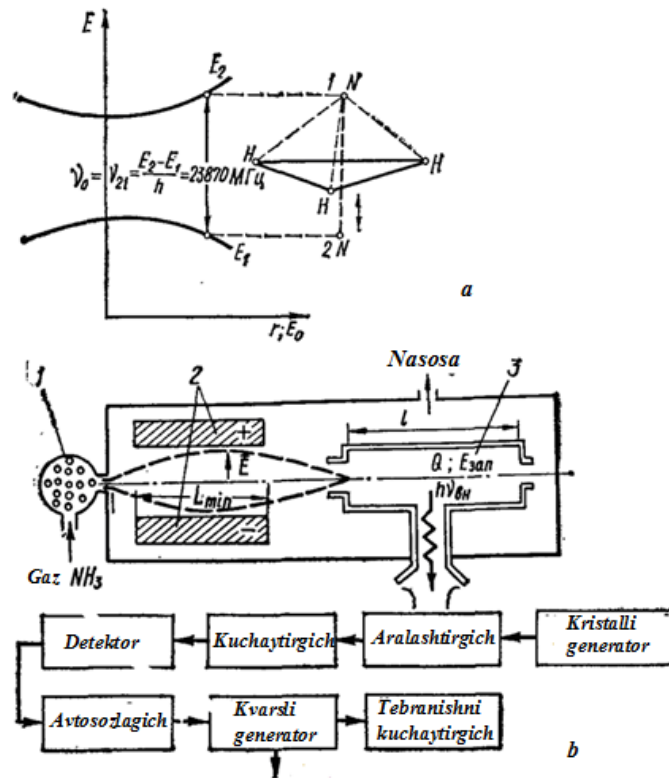
1956 yilda N.Blombergen uch sathli qattiq jisimli paramagnetik kuchaytirgichning nazariy asoslarini ishlab chiqadi va 1957 yili G.Skovil shunday kuchaytirgichni tayyorlab beradi. Ammo, 1960 yilgacha qurilgan hamma kvant asboblari radioto'lqinlar o'ta yuqori chastota (O'YUCH) diapazonini qamrab olgandi va shuning uchun mazer deb nomlanardi.

Birinchi molekulyar generator(mazer) 1954 yil Moskvadagi P.N.Lebedev nomli sobiq SSSR FA Fizika inistitutida N.G.Basov, A.M.Proxorov va bir vaqtni o'zida AQSHdagi Kolumbiya universitetida CH.Tauns, Dj.Gordon, va X.Sayger tomonidan ishlab chiqiladi. Bu hodisani rasmiy tarzda kvant elektronikasini amaliy fan sifatida rivojlanishining boshlanishi deb hisoblasa bo'ladi.

Mazerlar nazariyasi N.G.Basov, A.M.Proxorov tomonidan yana rivojlantirildi va shu sohadagi ishlarga katta ta'sirini o'tkazdi. Azot molekulasi tebranishi fizik hodisasini yoritish va zaryadlarning flyuktuatsiyasini o'rganish uchun hamda ularning kompleks qabul qiluvchanligini χ , dielektrik doimiysi ϵ bilan bog'liqligini tushuntirish maqsadida ular tomonidan quyidagi tenglama taklif etildi;

$$\frac{d^2 E}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{dE}{dt} + \frac{\omega_0^2}{\epsilon} E = 0 \quad (1.1)$$

bu yerda ω_0 - ammiak (NH_3) molekulasida azot molekulasi doirasimon tebranish chastotasi (rezonatorda tebranish maydoni mavjudligida); Q - rezonator ishlash koeffitsienti.



1.1-rasm. Ammiak molekulasini (a) va standart kvant tebranishi uchun Shtark effekti

Ammiak (NH_3) ning molekulasini avtotebranishli sistema deb hisoblasa bo‘ladi, uning stabiligi tebranishini o‘zini-o‘zi sozlash jarayoni bilan belgilanadi. Azot atomi 1 va 2 holat orasida tebranadi. SHu nuqtadan o‘tgan sirt asosida vodorod (H) atomlari joylashgan (1.1.-rasm, a). Tebranishni chastotasi 23870 MGs ga teng. CHastotasi xuddi shu chastotaga teng chastotali radioto‘lqin shu tebranishdagi azot atomi bilan to‘la yutiladi. YUtilish jarayoni kvant sistemaning parametrlarini dielektrik o‘tkazuvchanlikka nochiziqli bog‘lanishi bilan ifodalanadi. Uning ko‘rinishi quyida keltirilgan:

$$\varepsilon = \varepsilon_1(\omega, E, t) - j\varepsilon_2(\omega, E, t) \quad (1.2)$$

Dielektrik o‘tkazuvchanlik ε , elektr maydon kuchlanganligi E va qutblanishi P orasida bog‘lanish esa quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\varepsilon E = E + 4\pi P \quad (1.3)$$

Faol modda sifatida ammiak bekorga tanlanmagan. Radiospektroskopik tadqiqotlar natijasida NH_3 spektrida o‘ta yuqori to‘lqinlar(O‘YUT) diapozonida joylashgan energetik sathlar aniqlandi. Ularning energetik farqi $\lambda = 1,26 \text{ cm}$ to‘lqin

chastotasiga mos keladi va eng katta tebranish intensivligi $\nu_0 = 23870 \text{ MГц}$ chastotadagi kvant o'tish chastotasiga to'g'ri keladi.

NH_3 molekulasi manba (1) (2-shakl)dan chiqib tartiblovchi sistema tomoniga qaratilgan (kvadrupol kondensator (2)) molekulyar oqimini hosil qiladi. Sistema past energetik holat (E_1) ga ega molekulalarni bekor qiladi, faqatgina ammiak rezonator (3) da yuqori (E_2) holatga ega molekulalarni qoldiradi. (1.1.rasm, a).

Tebranishlar sistemasida bir jinsli bo'lmagan elektr maydon (E) o'qda 0 ga teng, undan uzoqlashgan sari ortib boradi. Natijada NH_3 molekulasi yuqori energetik holatda bo'lganida sistema o'qi bo'ylab harakatlanadi, past energetik (E_1) holatda bo'lgan molekulalar yoyilib ketadi.

(E_2) va (E_1) invertlangan sathlar NH_3 ning 2 ta qarama-qarshi yo'nalgan dipol momentiga to'g'ri keladi. Tashqi elektr maydon E da tartiblanayotgan sistemada SHtark effekti sodir bo'ladi, ya'ni elektr maydoni ta'sirida energetik sath parchalanishi va siljishi ro'y beradi. Yuqori energetik sath dipol momenti vektori (E_2) elektr maydon E kuchlanganligiga qarshi yo'nalishga ega bo'lib, sath energiyasi pastdan kuchlanganligi E ga proporsional ravishda ortadi. Pastki energetik sath (E_1) energiyasi shuncha miqdorga kamayadi, chunki uning vektori yo'nalishiga mos keladi.

Tartiblangan molekulalar xajmiy rezonatoridan uchib o'tadi. Yarim majburiy nurlanishga uchraydi, u ham ν_0 ga mos keladi. Shu esa rezonator ichida elektromagnit maydon kuchayishiga olib keladi va shu bilan elektromagnit maydon kuchlanishiga o'zining ulushini beradi. Keyingi molekulalar shu holatdagi maydon bilan ta'sirlashadi. SHunday qilib musbat teskari bog'lanish ro'y beradi, ya'ni kvant generator ishlashi uchun zaruriy shartlar hosil qilinadi. Natijada to'lqin chastotasi quyidagi formula asosida topila digan stabillashgan elektromagnit nurlanish xosil bo'ladi.

$$\nu_0 = \nu \left(1 - \frac{\nu - \nu_P}{\nu} \frac{Q}{Q_n} \right) \quad (1.4)$$

bu yerda ν - spektral chiziqli chastotasi, $\nu_0 = \nu_p$ - rezonatorning xususiy chastotasi.

Rezonator ishlash qobiliyati yoki aslliligi Q - yig'ilgan elektromagnit maydon energiyasining tebranish sistemasining bir tebranish davrida yo'qolayotgan o'rtacha energiyasiga nisbatan hisoblanadi.

Shu yerda kvant generatorining yana bir xarakteristikasi - Q_{λ} spektral chiziqliqning ishlash qobiliyatini keltiramiz. Bu spektral chiziqli ν_0 ning rezonans chastotasini yarim intensivlik holatida shu chiziqliqning kengligi $\Delta\nu_N$ ga nisbatan, ya'ni $Q_{\lambda} = \frac{\nu_0}{\Delta\nu_N}$ ga teng bo'ladi.

$\frac{\nu - \nu_0}{\nu} = \eta$ kattalikni, odatda, rezonator sozlanishining buzilishi deb nomlanadi. Ammiak molekulasida ishlashga mo'ljallangan generator uchun $\eta \approx 10^{-4}$ ga teng.

Rezonatorda ma'lum masofani molekulalar to'plami (puchogi) joylashish inversiyasini yo'qotadi va keyinroq rezonator energiyasini yuta boshlaydi. Ishlangan ammiak nasos bilan so'rib olinadi va maxsus adsorbent bilan to'la yo'q qilinadi.

Kvant elektronikasining keyingi bosqichi shu prinsiplarni elektromagnit to'liqlarning optik diapozoniga qo'llanishi bilan uzviy bog'liq. 1958 yilda Ch.Tauns, A.L.Shavlov va A.M.Proxorov optik nurlanish diapozonida majburiy tebranish hodisasidan foydalanish imkoni borligi to'la isbotlab berdilar.

O'tkazilgan tadqiqotlarning natijasida bu kashfiyotchi olimlar quyidagicha taqdirlandilar: 1959 yilda N.G.Basov va A.M.Proxorovga Lenin mukofoti, 1964 yilda ular va CH.Tauns Nobel mukofotini oldilar (fizika va fundamental ishlar).

Yoqutli sterjen asosida ishlaydigan lazerlar 1960 yilda T.Mayman tomonidan yaratilgan bo'lsa, 13.06.1961 yilda esa unga №3353115 raqamli patent berildi. Bu ixtiro lazer texnikasining rivojlanishiga katta turtki bo'ldi. Zamonaviy lazerlar asosida Mayman lazer elementlari mavjud.

A.Djavan neon va geliy aralashmasida ishlaydigan birinchi gazli lazerni yaratdi. Unda neon atomlari infraqizil kogorent nurlanishni chiqaradi. 1960 yilda u

muvaffaqiyatga erishdi va ko‘rinadigan diapazonda to‘lqin uzunligi $6328 \text{ \AA}$ ga teng bo‘lgan lazerni yaratilishiga olib keldi.

Lazerlarni yaratilishi fizikaning yangi sohasi, kuchli majburiy nurlanish yordamida muxitning noxiziqli optik effektlarini o‘rganuvchi – noxiziqli optikaning rivojlanishini tezlashtirdi. Bunga S.I.Vavilov, S.A.Axmanov, G.S.Gorelik, R.V.Xoxlov, N.Blombergen, D.Djordmeyn, R.Terxyun va boshqalarning xizmatlari juda katta bo‘ldi.

Ko‘ridigan optik diapozoni $\lambda_0 = 0,6328 \text{ \mu m}$ to‘lqin uzunligida nurlanish hosil qilingandan so‘ng 34 ta kimyoviy elementlarning neytral atomlari sathlari orasida 460 turli o‘tishlar kuzatildi.

Birinchi molekulyar lazer 1964 yilda R.Patel tomonidan yaratildi. Bu lazer taxminan 10% FIK ga ega bo‘lib, 10Vt ga yaqin quvvatga erishdi. Birinchi yarimo‘tkazgichli induksion geliy arsenid asosida ishlaydigan lazer yaratildi (R.Xall, 1962 yil). N.G.Basov, B.M.Vul va Yu.M.Papov tomonidan 1958-1961 yillarda yarimo‘tkazgichli monokristallarga bag‘ishlangan nazariy izlanishlar zamin yaratib berdi. Keyingi 2 yil davomida asosiy urinishlar lazerlarning uzoq vaqt ishlashi, ixchamligi, quvvatini oshirishga qaratildi.

Mana shu davrdan boshlab lazer nurlanishining amaliy qo‘llanilishi boshlandi. Ko‘p sonli amaliy foydalanish va uskunalarni ishlatishda lazer nurini ajoyib xususiyatga ega optik signal sifatida qarash o‘rinli bo‘ldi. Bu turdagi asboblarni qatoriga lazerli masofani o‘lchash qurilmalari, tezlanishni o‘lchaydigan moslama, kvant girooskop, golografik qurilmalarni kiritish mumkin.

Birinchi yorug‘lik yordamida masofani o‘lchash vositasini 1934-1936 yillarda akademik A.A.Lebedev tomonidan yaratilgan edi. U buning uchun yorug‘lik to‘lqinlari chekli masofani bosib o‘tishidan foydalangan. Lazerlar paydo bo‘lishi masofani o‘lchaydigan yanada himoyalangan presizion sistemalarni yaratishga asos bo‘ldi. Modulyatsilangan nurlanishli galliy arsenidda ishlaydigan yarimo‘tkazgichli lazer birinchi masofani o‘lchash moslamasida qo‘llanildi.

1913 yilda fransuz fizik M.Sanyak Nyuton “efiri”ni tekshirish jarayonida yangi optik effektini kashf qildi.

1962 yilda A.Rozental, U.Manenlar yerning aylanish tezligini o'lchash uchun Sanyak effektiga asoslangan burchak tezligini o'lchaydigan datchikdan foydalanishni taklif qildilar. Bunda nurlanish manbai sifatida o'zgaruvchan to'liqlik lazerni yaratish mo'ljallangan. Qayd etilgan sxema kvant giroskop sxemasining asosini o'zgartirdi. Bu qurilmaning yaratilmishiga turtki bo'ldi.

1948 yilda D.Gabor elektron mikroskopda tasvir sifatini yaxshilash bo'yicha ishlar olib borayotganda yorug'lik to'liqlarining fazasi va amplitudasini tiklashning yangi usulini kashf qildi. Bu xajmiylik hissiyotini beruvchi uch o'lchamli tasvirlarni hosil qilish golografiyaning ajoyib imkoniyatlarini ko'rsatdi. Keyingi bosqich 1962-1963 yillarda Yu.N.Denisyuk (SSSR), E.Leyt va Yu.Upatinekse (AQSH) lar golografiya hosil qilishda lazer texnika usullari hamda lazerlardan foydalandilar.

Lazer texnikasi va lazer fizikasining rivojiga O'zbek olimlaridan akademik P.Q.Xabibullaevning shogirdlari bilan qo'shgan xissasi ham salmoqlidir. O'zbekiston FA Issiqlik fizikasi institutining Moskva DU, Fizika institutlari olimlari R.V.Xoxlov, Gulyaev va boshqalar bilan xamkorlikdagi tadqiqotlari shular jumlasidandir.

1.2. Spektr va spektroskopiya haqida tarixiy ma'lumotlar hamda ularning ilmiy asoslari

Mamlakatimiz milliy mustqablikni qo'lga kiritgan dastlabki davrlardan oq, barcha sohalarda bo'lgani kabi respublika ilm fanini yanada taraqqiy topdirish uni yanada rivojlantirish va yangi bosqichga olib chiqish yo'lida bir qancha amaliy ishlar hamda islohotlar olib borildi. Xususan bugungi kunda yurtimiz hududida yetmishdan ortiq oliy ta'lim muassalari, o'nlab ilmiy tadqiqod institutlari, ularning qoshida faoliyat yurgizayotgan yuzlab ilmiy va o'quv laboratoriyalar yuqoridagi fikrimizning yaqqol dalilidir.

Fan va texnika shidad bilan rivojlanib borayotgan ushbu kunlarda lazer fizikasi sohasida talaygina o'zgarishlar va yangiliklar yuzaga kelmoqda. Bu esa sohani o'raganayotgan yosh mutaxassislariga yanada ko'proq izlanishlar va

yangiliklardan muntazam xabardor bo'lib turish singari vazifalarni yuklamoqda. Shularni inobatga olgan holda spektr va spektroskopiya metodlari, atomning nurlanish spektrini tadqiqot predmeti sifatida tanlab olindi.

Spektr (lotincha. spectrum-tasavvur, tasvir) tizimni yoki jarayonni tavsiflovchi biror bir fizik kattalikning barcha qiymatlar majmui. Kontinuum ichida o'zgaruvchi xususiyatlar to'plamidir. Optikadan bir misol qilib kamalakni olish mumkin undagi ranglarning yorug'lik xususiyatlari uzluksiz o'zgarib boradi. Lekin spektr diskret uzluksiz ham bo'lishi mumkin. Misol uchun: biror bir nurlanishda mavjud bo'lgan to'qin chastotasi va boshqalar. Qolaversa har bir yo'nalishda muayyan uzunlikli yoki chastotali monoxromatik to'lqin tarqaladigan qilib ajratilgan elektromagnit nurlanishlar. Ekran plastinkasidagi tasvir. Elektromagnit nurlanish ko'rinadigan yorug'likdan iborat bo'lganda spektr xosil qiladigan rangli yo'l. Turli xil nurlanishlarning modda tomonida chiqarish va yutilish va spektrlari. Elektromagnit to'lqinlar va o'zgaruvchan to'qlalarning chastota spektrlari. Quyosh xromasferasining spektri va boshqa ko'pgina spektrlar o'rganilgan. Bu ishlar optik spektral asboblari, to'lqin va chastota o'lchagichlari kabi qurilmalar yordamida amalga oshiriladi. Ko'pincha tebranish chastotasi spektridan foydalaniladi. Tebranishlarning tabiatiga qarab, elektromagnit tebranishlar spektri, akustik spektr hamda optik spektr xillari mavjud. Elektromagnit tebranishlar spektri ayniqsa optik diapazondagisi yetarli darajada o'rganilgan. Optik spektrning chiqarish (obyektdan yorug'lik chiqayotganda hosil bo'ladi), yutilish (moddadan yorug'lik o'tayotganda hosil bo'ladi) sochilish va qaytarish jarayonlarida sodir bo'ladigan turlari bor. U kimyoviy taxlilda atom va molekulyar fizikada va boshqa ilmiy maqsadlarda qo'llaniladi. Tebranish spektri chiziqli va tutash xillariga bo'linadi. Chiziqli spektr chastotalari bir biridan malum kattaliklarda farq qiluvchi garmonik tebranishlarni, tutash spektr esa chastotalari turlicha bo'lgan garmonik tebranishlarni o'z ichiga oladi.

Spektroskopiya. Yorug'likning shaffof prizmadan o'tishi uning ranglarga ajralishiga olib kelishini ko'rsatuvchi tarix. Spektroskopiya materiya va nurlanish

orasidagi bog'likni o'rganuvchi ilmiy sohadir. Tarixan spektroskopiya oq yorug'likning shaffof jismlardan o'tayotib, to'lqin uzunliklari turli bo'lgan ranglarga ajralishini kuzatishdan boshlangan. Keyinchalik ushbu konsept nafaqtko'rinuvchi yorug'lik, balki har qanday elektromagnit nurlanishlarning modda bilan o'z aro ta'sirini o'z ichiga qamrab oldi. Spektroskopik ma'lumot odatda spektr yordamida beriladi. Spektroskopiya usullari bilan atom, molekulalarning energiya sathlari ulardan hosil bo'lgan makroskopik tizimlar va energiya sathlari orasidagi kvant o'tishlar o'rganiladi. Bular moddaning tuzilishi va xossalari to'g'risida muhim ma'lumotlar beradi. Spektroskopiyaning paydo bo'lishi I. Nyuton birinchi bor Quyosh nurlarini spektrga ajratgan vaqt 1666 yilga to'g'ri keladi. Asosan 19-asrning boshidan spektrlar sistematik ravishda o'rganilgan. Spektroskopiya ma'lum belgilarga ko'ra emas balki elektromagnit to'lqinlarning to'lqin uzunligiga qarab, radiospektroskopiya (radioto'lqin sohasi), optik spektroskopiya, rentgen spektroskopiya va boshqalar. Tekshirilayotgan tizimlarning xiliga qarab atom spektroskopiya, molekulyar spektroskopiya va boshqa bo'limlarga bo'lib qaraladi. Atom spektroskopiya spektrlarni taxlil qilish yo'li bilan atom elektronlari qobiqlarini tuzilishini aniqlash, spektral chiziqlarning o'ta nozik strukturasini o'rganish orqali atom yadrolarining momentlari haqida malumotga ega bo'lish, spektral chiziqlarning ravshanligi, yutilishi, kengayishi va surilish orqali, atomlar xosil qilgan muhitning xossalari o'rganish bilan shug'ullanadi. Kristallar spektroskopiya kristallardagi energetik holatlar va ular orasidagi o'tishlarni o'rganuvchi muhim usullar qaraladi. Spektroskopiya elektronli va fononli (panjaraning kvantlangan tebranishlari) bo'ladi. Molekulyar spektroskopiya xar hil jism molekulalaridan tuzilgan murakkab gaz, suyuqlik va qattiq holatdagi moddalarning spektrlarini tekshiradi. Rentgen nurlari spektroskopiya moddaning elektron tuzilishini, yutilayotgan, chiqayotgan rentgen nurlari spektrlari, hamda fotoelektron nurlanish orqali o'rganiladi. Yadro spektroskopiya Spektroskopiyaning alohida tadqiqot sohasi hisoblanadi. U atom yadrosining tuzilishi, yadro kuchlari va yadroning turli xossalari o'rganadi.

Yadro spektroskopiyasini alfa betta va gamma spektroskopiyasi deb ham atash mumkin.

Atom optik spektroskopiyasi usullari valent elektronlarni bir stotsionar holatdan boshqasiga o'tishiga asoslangan.

Atom spektrlarining ajoyib xususiyatlaridan biri ularning chiziqli tuziliushidir. Shu sabaga ko'ra, atom spektrlari ko'p ma'lumotga ega. Chiziqning spektrdagi joyi har bir element uchun xususidir va uning bu xossasini sifat taxlili uchun ishlatish mumkin. Miqdoriy analiz esa spektr chiziq intensivligini namunadagi element miqdoriga bog'liqligiga asoslangan. Atom spektr chiziqlarining kengligi juda kichik bo'lganligi uchun turli elementlarga tegishli chiziqlarning bir-birini qoplash (ustma-ust tushish) ehtimoli ham juda kichikdir. Shuning uchun, atom spektroskopiyasi usullarining ko'pchiligini bir vaqtda bir necha elementni topish va aniqlash uchun ya'ni, ko'p elementli analiz uchun ishlatish mumkin.

Elektromagnit nurlar to'lqin uzunligining ishlatiladigan oralig'iga va tegishli o'tishlarning tabiatiga qarab atom spektroskopiyasi usullari optik va roentgen spektroskopiyalariga bo'linadi. Optik spektroskopiya usullarida elektromagnit nurlanishning ultrabinafsha va ko'zga ko'rinuvchi nurlar sohalari ishlatiladi. U valent elektronlar energiyasining o'zgarishiga mos keladi. Atomlarning optik spektrlarini olish uchun namunani oldin atomlashtirish ya'ni uni gaz ko'rinishidagi atom holatiga o'tkazish kerak. Bu ish atomlashtirgichlar, ya'ni har xil tuzilishga ega bo'lgan yuqori temperatura manbalari orqali amalga oshiriladi.

Elektromagnit nurlarning modda bilan o'zaro ta'sir jarayonini fizikaviy tabiatiga qarab atom spektroskopiyasi usullari chiqarish va yutilish usullariga bo'linadi.

Optik emissiya usullarida chiqarilayotgan nurlarning spektrini olish uchun atomlarni qo'zg'algan holatga olib o'tish kerak. Atomlarni qo'zg'atish yuqori temperatura ta'sirida bo'ladigan optik usullariga atom – emissiya spektroskopiya

usullari deyiladi. Bu usullarda moddani atomlarga aylantirish va ularni qo'zg'atish uchun bitta qurilma, qo'zg'atish manbai ishlatiladi.

Atomlar qo'zg'atilganda odatda, ularning tashqi elektronlaridan bittasi yuqori elektron sathga o'tadi. Ichki elektron orbitalarida joylashgan elektronlarni qaramasa ham bo'laveradi. Masalan, litiy atomini qo'zg'atishda 2s sathda joylashgan elektrondan tashqari boshqa elektronlarni qarashni hojati yo'q. Atom qo'zg'otilganda bu elektron 2s sathdan yuqorida joylashgan ixtiyoriy sathga o'tadi. Bunday elektronga optik elektron deyiladi.

Elektronni yuqori sathga o'tkazish uchun unga ma'lum bir aniq energiya berish lozim. Bu energiya qo'zg'atish potentsiali deyiladi va u ananaga ko'ra elektronvoltlarda (eV) o'lchanadi. Litiy atomining spektri qanday hosil bo'linishini qaraymiz. Asosiy holatga eng yaqin joylashgan qo'zg'algan holat 2p. Elektronni u yerga o'tkazish uchun unga 1.9 eV energiya berish kerak. Bu sathdan elektron, qaytib, 2s sathga o'tganda o'zidan to'liq uzunligi 6708 Å bo'lgan elektromagnit nur (yorug'lik) chiqaradi.

Bu spektr chizig'ining qo'zg'atish potentsiali 1.9 eV ga tengdir. Agar litiyning hamma atomlariga shunday energiya berilganda edi bu holda, uning chiqarish spektrida faqat shu chiziqqina bo'lardi xolos. Litiy spektridagi boshqa hamma chiziqlar 1.9 eV dan kata qo'zg'atish potentsialiga ega.

Kvant mehanikasiga ko'ra, faqat ba'zi sathlar orasida o'tishlar amalga oshadi, bazilari orasida esa o'tish mumkin emas. O'tishlar tanlash qoidasiga bo'ysinadi. Unga ko'ra, o'tish bo'layotgan sathlarga tegishli bosh kvant sonlarining farqi Δn ($\Delta n = n_2 - n_1$) ixtiyoriy butun songa, azimuthal kvant sonlarning farqi Δl esa ± 1 bo'lishi mumkin. Bu qoida ko'ra, vodorot atomining elektroni 1s asosiy holatdan faqat istalgan p holatga o'tishi mumkin, ya'ni $1s \rightarrow np$ ($n \geq 2$), 2p – elektron esa ixtiyoriy s yoki d holatga o'tishi mumkin. Lekin 1s dan 2s ga yoki aksincha o'ta olmaydi.

1.3. Lazerlarning ishchi moddasiga qarab turlarga ajratilishi.

Quyida lazerlarni ishchi moddasiga qarab turlarga ajratishga va xar bir ajratilgan turlar uchun aloxida bayonlar xavola etiladi. Bunda biz Andijon davlat universiteti dotsenti O'. Abdubohiyevning Lazer fizikasi o'quv qo'llanmasidan iqtiboslar keltirdik.

Gazli lazerlar

Atomdagi elektronlarning energetik sathlar bo'yicha taqsimlanishi.

Atomdagi har bir elektronning holati to'rrta kvant soni bilan xarakterlanadi.

Bosh kvant soni $n(n = 1, 2, 3, 4, \dots)$

Azimutal (orbital) kvant soni $l(l = 0, 1, 2, 3, \dots)$

Magnit kvant soni $m_l = (m_l = -l, (-l + 1), \dots, 0, 1, 2, \dots, +l)$

Spin kvant soni $m_s (m_s = \pm \frac{1}{2})$

Bu erda bosh kvant soni atom yadrosi atrofidagi elekttron qatlamlarni xarakterlaydi.

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

Azimutal kvant soni l bir qatlamdagi (n ning aniq qiymatidagi) orbital va xususiy magnit momentlari bilan farqlanuvchi m_l va m_s kvant sonlari bir hil energetik sathli elektron qobig'ini tashkil qiladi. Shu qobiqlar to'plami qatlamni tashkil qiladi. Lekin atomda n , l , m_l , m_s kvant sonlari bir hil bo'lgan ikki elektron bo'lmaydi (Pauli prinsipi). Shu sababli ma'lum ga bir-biridan l va m_l kvant sonlari bilan farqlanuvchi n^2 ga teng energetik holat mos keladi. Spin kvant

soni faqat 2 qiymat qabul qilgani sababli bir atomda faqat $2n^2$ dona elektron bo'lishi mumkin.

Atomdagi elektronlarning energetik holati azimutal kvant soni l ning ortib borishi tartibida turli harflar bilan belgilanadi.

<i>Azimutal kvant soni, l</i>	0	1	2	3
<i>Energetik holat belgisi</i>	s	p	d	f

Bir elektron qobiqda magnit kvant soni bilan m_s farqlanuvchi 2 elektron bo'lishi mumkinligi belgi bilan belgilanadi.

Qobiqning belgisi ikki hil olinishi mumkin:

- a) qatlam belgisi va azimutal kvant soni belgisi (n_l). Azimutal kvant sonining qiymatlariga 0, 1, 2, 3,... qatlamning 1, 2, 3, 4, ... belgilari olinadi. Masalan: $n = 2$ da L qatlam deyiladi. Bu holda qiymat qabul qiladi. Qobiq nomi L_1 va L_2 kabi belgilanadi.
- b) qatlam raqami bo'yicha, azimutal kvant sonini l bo'yicha harfiy ifodasi belgilanishi mumkin. Bu holda L_1 o'rniga 2s, L_2 o'rniga 2p belgi olinadi.

Quyidagi jadvalda kvant sonlariga mos kvant sonlari va qatlam keltirilgan.

1.3.1-jadval

Qatlam	n	l	m_l	m_s	Qobiq		Qatlam	n	l	m_l	m_s	Qobiq
K	1	0	0	$\uparrow\downarrow$	K (1s)				0	0	$\uparrow\downarrow$	N ₁ (4s)
L	2	0	0	$\uparrow\downarrow$	L ₁ (2s)		N	4	1	-1	$\uparrow\downarrow$	N ₂ (4p)
		1	-1	$\uparrow\downarrow$	L ₂ (2p)					0	$\uparrow\downarrow$	
			0	$\uparrow\downarrow$						+1	$\uparrow\downarrow$	

			+1	↑↓							-2	↑↓	
M	3	0	0	↑↓	M ₁ (3s)				2	-1	↑↓	N ₃ (4d)	
		1	-1	↑↓	M ₂ (3p)	0	↑↓						
			0	↑↓		+1	↑↓						
			+1	↑↓		+2	↑↓						
		2	-2	↑↓	M ₃ (3d)	3	-3	↑↓	N ₄ (4f)				
			-1	↑↓			-2	↑↓					
			0	↑↓			-1	↑↓					
			+1	↑↓			0	↑↓					
			+2	↑↓			+1	↑↓					
							+2	↑↓					
							+3						

Bu energetik holatdagi elektronlar soni $x \ nl$ hadning chap tomoni yuqori qismiga qo'yiladi ($^x nl$). Bu ifoda term deb nomlanadi. Atom tarkibidagi valent (optik) elektronning termi aslsiy term deb yuritiladi. Davriy sistemada natriy elementining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ko'rinishida yoziladi. Natriy optik elektronining termi $^2S_{1/2}$ ko'rinishida yoziladi.

Geliy-neonli lazerning ishlash prinsipi.

Geliy-neon gazli lazerida faol muhit geliy neon gazlarining aralashmasidir. Uyg'ongan sathlarga o'tgan geliy zarralari energiyasining bir qismini neon zarralariga beradi. Energiya olgan neon zarralari invers bandlik holatiga o'tib, quyi energetik sathlarga o'tishda lazer nurlanishi sodir bo'ladi (1.2 – rasm).

Neon gazida energetik sathlar ma'lum kenglikka ega ekanligidan u 130 ga yaqin o'tishlarda lazer nurlanishi sodir etishi mumkin. Lekin ular orasida bo'lgan nurlanishlar intensivligi yetarlidir (

$\lambda_1 = 632,8 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 1,15 \text{ mkm}$, va $\lambda_3 = 3,39 \text{ mkm}$). To'lqin uzunligi λ_1 bo'lgan nurlanish spektrining ko'rinuvchi qismida, λ_2, λ_3 esa spektrining infraqizil qismidadir.

Geliy va neon gaz aralashmasi orqali elektronlar oqimi o'tganda elektron to'qnashuvi natijasida geliy zarrachalari metastabil bo'lgan $2s^2$ va $3s^3$ sathlarga o'tadi. Metastabil sathdagi geliy zarralarining o'z asosiy sathiga o'tishi man etilgan.

Uyg'ongan holdagi geliy zarralari neon zarralari bilan to'qnashib olgan energiyalarini neon zarralariga beradi, chunki geliy va neon bu energetik sathlari o'zaro mosdir. Neonning $3s$ va $2s$ energetik sathlarida uning $2p$ va $3p$ sathlariga nisbatan invers bandlik paydo bo'ladi.

Neon zarralarining $3s \rightarrow 3p$, $3s \rightarrow 2p$ o'tishlarda va $2s \rightarrow 2p$ o'tishlarda lazer nurlanishi sodir bo'ladi. Geliy neon lazeri uzluksiz rejimda lazer nurlanishini amalga oshirishi mumkin.

Gazli lazerning asosiy qismi diametri bir necha millimetrli va uzunligi bir necha santimetrdan 1,5 m gacha va undan ortiq bo'lgan gaz razryad trubkasi 1, asos tomonlari Bryuster burchagi ostida yassi oddiy yoki kvarts shisha bilan berkitilgan. Bu plastinkalar trubka o'qi bo'ylab tarqaluvchi va yorug'likning plastinkaga tushishi tekisligida qutblangan yorug'likni qaytarish ko'effitsienti 0 ga teng (1.3 - rasm).

Trubkadagi geliy bosimi 332 Pa, neonniki 66 Pa ga teng. Trubkada past volt bilan qizdiriluvchi 2 katod va tsilidr ko'rinishida 3 anod o'rnatilgan. Katod va anod orasidagi kuchlanish 1-4 kV ga boradi. Trubkadagi razryad toki bir necha milliamperga teng (1.4 – rasm).

Geliy-neon lazerining trubkasi 4 va 5 sferik ko'zgular orasiga joylashtiriladi. Ko'zgular ko'p qavatli dielektrik qoplamalardan yasilib, ko'zgulardan birining qaytarish ko'effitsienti 0,999 (1 %), ikkinchisidiki esa 0,99 (2 %) ga teng olinadi. Qaytarish ko'effitsienti kichik bo'lgan holda lazer nurlanishi bo'sag'asida nurlanish olib bo'lmaydi.

Metall bug'lari aralashmali gaz lazeri.

Metall

Yuqori FIK olishda metall bug'li gaz lazerlari alohida o'rin tutadi. Bu holda quyi lazer sathli spontan nurlanish hisobiga bo'shamay, balki atom va molekulalar

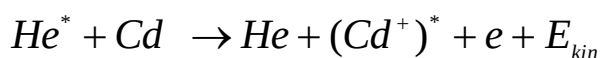
bilan to'qnashuv hisobiga ro'y beradi. Ayrim metall bug'larining energetik asthi shu kabi o'tishga imkon beradi. Bu kabi energetik sathli 27 metall kuzatilgan. Ular orasida mis va kadmiy bug'lari qatnashgan lazerlarda FIK yuqoriroq bo'ladi.

Mis bug'li lazerlarda to'lqin uzunlikdagi lazer nurlanishi olingan. Ularning nurlanishining o'rtacha quvvati 43,5 Vt va maksimal quvvati 200 Vt ga etadi. FIK esa 1 % ga teng. Bu kabi lazerlar rezonatorsiz yorug'lik dastasini kuchaytiruvchi sifatida qo'llaniladi. Lazerli proektsiyalovchi mikroskop bayon etilgan lazerga asoslangan.

Kadmiy bug'lari aralashgan gaz lazerlarida invers bandlik holati uyg'otilgan geliy atomlarining energiyasini kadmiy atomiga berish orqali amalga oshiriladi. Geliy-kadmiy gaz lazerida uzluksiz rejimda lazer nurlanishi energiyasi quvvati 10-50 mVt ga etadi. Uning nurlanish to'lqin uzunligi (ko'k soha), (ultrabinafsha soha) ga to'g'ri keladi. FIK esa 0,1 % ga etadi.

Geliy-kadmiyli lazerning ishchi sathlari 1.4-rasmda ko'rsatilgan.

$2S_1^3$ metastabil holatdagi geliy atomi energiyasini kadmiy atomiga to'qnashish natijasida berib, uni ionlashgan holga keltirgach, so'ng uyg'ongan holatga o'tkazadi.



Bu holda ionizatsiya tezligi $k_r = \langle \sigma_r v \rangle$ gazokinetik kesimdan kattaroq bo'lgan σ_r ($\sigma = 6,5 \cdot 10^{-15} sm^2$) kesim yordamida aniqlanadi. Agar geliy atomlari uyg'ongan va metastabil holatda He^* bo'lsa, uning energiyasi kadmiyni ionlashtirishga va uni uyg'ongan metastabil holat $(Cd^+)^*$ ga o'tkazishga yetarli bo'ladi.

Razryad yordamida uyg'ongan geliy atomlari $2S_0^1$ va $2S_1^3$ kadmiyning $d_{3/2}^2$, $d_{5/2}^2$, $p_{3/2}^2$, $p_{1/2}^2$ sathlarini qo'zg'otadi. d -sathning radiatsion yashash 10^{-7} s vaqti, p -sathning yashash vaqti 10^{-9} s atrofida bo'ladi. SHu sababli nurlanishning quyi sathi p -sath d sathga nisbatan tezroq bo'shaydi. Bu hol uzluksiz rejimda d -sathning invers bandligini saqlab turishga olib keladi.

1.4 - rasmdagi og'ma to'lqinli o'tish uyg'otish energiyasini geliy atomidan kadmiy atomiga uzatilishini ko'rsatadi. Tik to'lqin chiziq esa quyi lazer sathini

nurlanishli bo'shashishini ko'rsatadi. To'g'ri chiziqlar esa yuqori lazer sathidan quyi lazer sathiga lazer nurlanishi orqali o'tishini ko'rsatadi.

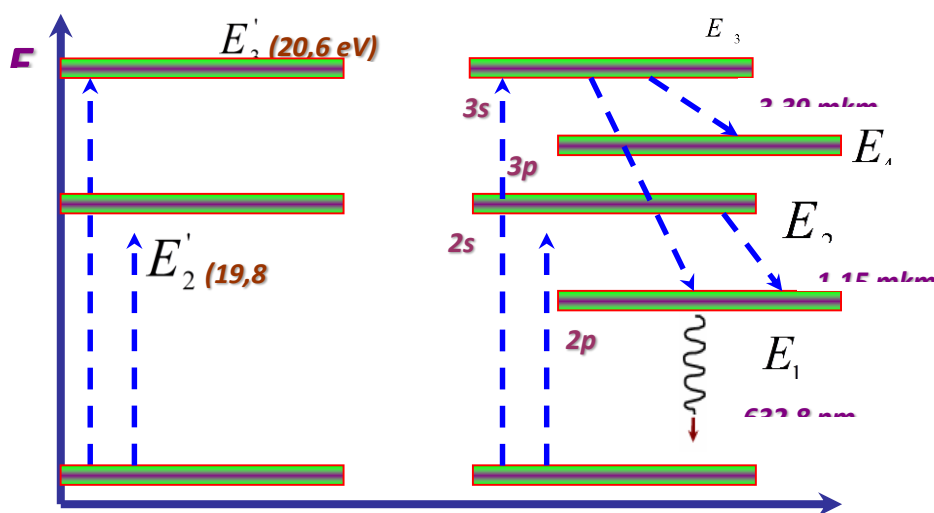
Geliy-kadmiy gazli lazerning tuzilishi.

Geliy-kadmiyli lazerning razryad trubkasi diametri 2-2,5 mm bo'lib, uzunligi 1-1,5 m atrofida bo'ladi. Trubkadagi geliyning bosimi bir necha torr (0,5-1 Pa) ga teng (1.5– rasm).

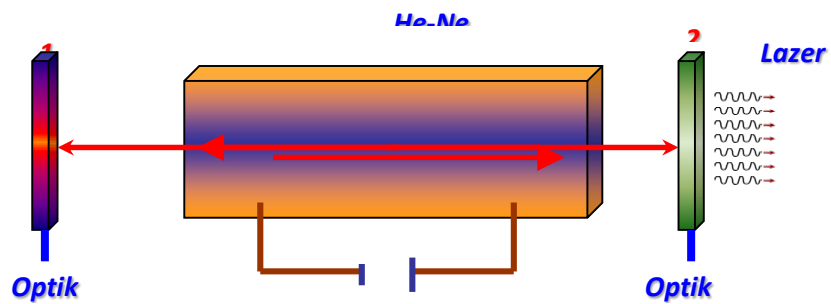
Dastlab geliy orqali razryad amalga oshiriladi. So'ng razryad trubkasidagi anod (katod) yaqinidagi keng rezervuardagi Cd 230-250 gradusgacha qizdiriladi, razryad toki 100 mA atrofida bo'ladi. Bu holda kadmiyning massa oqimi $(1-1,5) \cdot 10^{-3} \text{ gr/soat}$ ni tashkil etib, kadmiy bug'larining bosimi $0,4-0,5 \text{ Pa}$ ni tashkil etadi. Kuchlanishning 4,5 kV va razryad tokining 0,1 A qiymatida razryad trubkasining uzunlik birligidagi energiya ajralishi 3 Vt/sm ni tashkil qiladi. Bu holda trubkasi havoda sovutish mumkin va oddiy shisha trubkadan foydalanish mumkin.

Bayon etilgan holda to'liq uzunlikli lazer nurlanishi quvvati 100-200 mVt ga etadi. 1 rezervuardagi kadmiy bug'latilgach, kondensatsiya orqali u 2 rezervuarda to'planadi. Tok manbasi qutblarini o'zgartirib, 2 rezervuarni qizdirib, kadmiyni bug'latib, lazer nurlanishini olish mumkin. Kadmiy ionlarini doimiy elektr toki yordamida gaz razryadi jarayonida tashqi elektr maydoni vositasida yo'naltirish kataforez deyiladi.

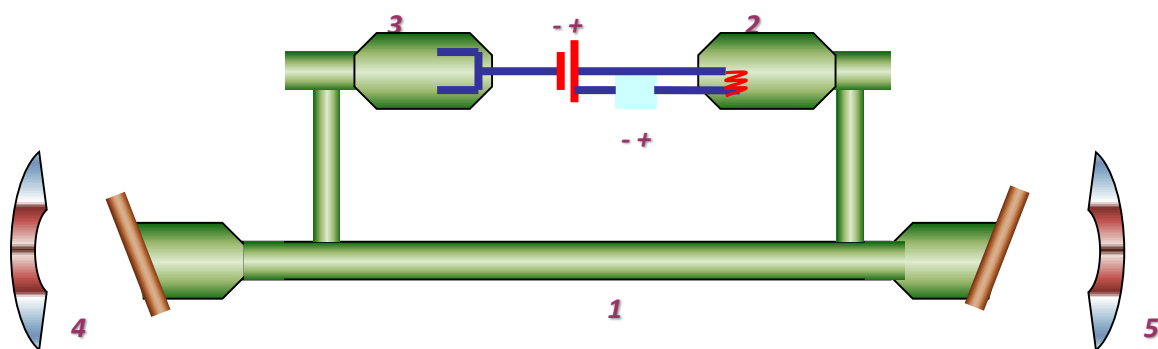
Gazli lazerlar



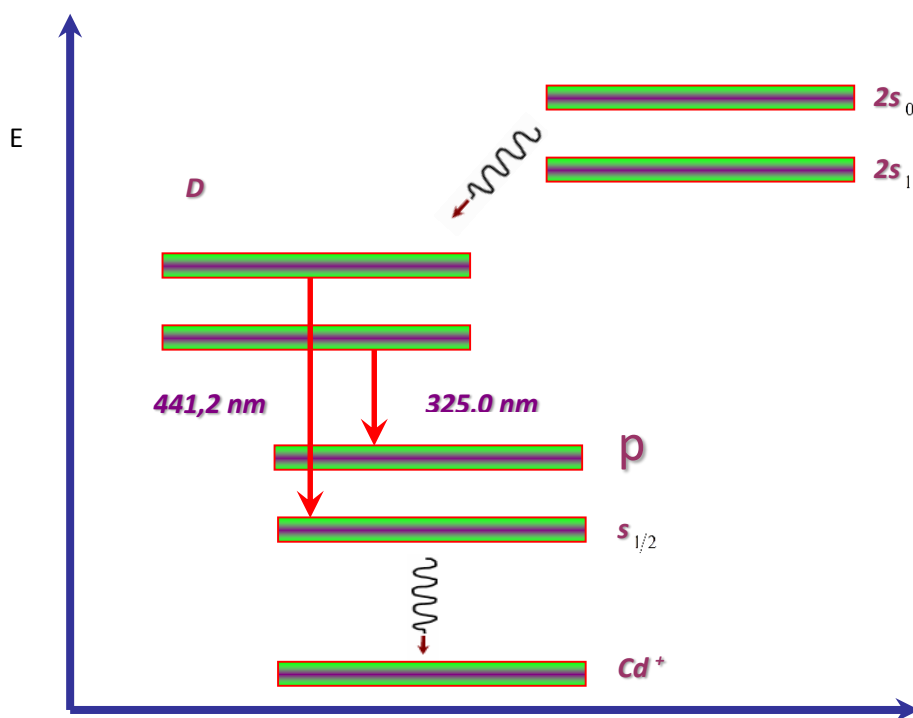
1.2-rasm



1.3-rasm



1.4-rasm

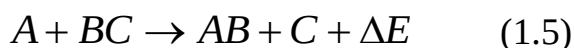


1.5-rasm

Kimyoviy lazerlar.

Kimyoviy lazerlar va ularda faol muhit.

Kimyoviy lazerlar ko'proq gazli lazer bo'lib, ulardagi invers bandlik holatiga kimyoviy reaksiya natijasida erishiladi. Qator ekzotermik reaksiyalar mahsuloti qo'zg'otilgan holatda sodir bo'ladi. Kimyoviy lazerlarda faol muhit ikki atomli molekulalarning tebranma o'tishida olinadi. Ekzotermik reaksiya natijasida qo'zg'otiladi.



Reaksiya natijasida ajralgan ΔE energiyaning asosiy qismi ΔE_t AV molekulaning tebranma energetik sathini qo'zg'otishga sarflanadi. Tebranma energetik sath (daraja) ΔE_t ga mos kelgan energiya miqdori, uning ilgariylanma ΔE_i va aylanma xarakat energetik darajasi ΔE_a ga mos kelgan energiyalardan katta bo'ladi, bu holda ushbu munosabat o'rinli bo'ladi.

$$\Delta E = \Delta E_t + \Delta E_i + \Delta E_a, \quad \Delta E_t > \Delta E_i + \Delta E_a \quad (1.6)$$

Buning natijasida muvozanatmas ikki atomli molekula gaz hosil bo'ladi. Bu kabi ikki atomli molekulali muvozanatmas gaz ko'p sonidagi tebranma o'tishga ega bo'lgan invers bandlik holati o'rnatilgan faol muhit bo'la oladi. Invers bandlikka olibkeluvchi reaksiyalar, undagi ajralgan energiya ΔE va ΔE_t miqdori, nurlanish to'lqin uzunligi λ miqdori 1.3- jadvalda ko'rsatilgan. Shu faol muhitlar va reaksiyalar yordamida kimyoviy lazer nurlanishini olish mumkin.

Kimyoviy lazerlarni ishlash prinsipi.

Kimyoviy lazer ishini amalga oshirishi uchun ma'lum miqdordagi kimyoviy faol bo'lgan A atom erkin radikalini hosil qilish zarur. Bu holatni hosil qilish uchun quyidagilardan foydalaniladi (1.7– rasm).

- a) moddani termik dissotsiatsiyaga olib kelguncha qizdirish,
- b) dastlabki moddani fotodissotsiatsiyaga olib kelish uchun ultrabinafsha yoki ko'rinuvchi diapazonidagi yorug'lik nuri bilan yoritish,
- v) erkin radikallar hosil bo'lishi bilan kuzatiluvchi kimyoviy reaksiyalar,
- g) molekulalar va elektronlar to'qnashuvi natijasida molekulalarni qisman dissotsialovchi gaz razryadi,

d) elektron bilan ishchi modda molekulalarini bombardimon qilish va hokazolar yordamida faol muhit olinadi.

Bayon etilgan radikallar va unda hosil bo'lgan molekula va atom holatlari qaytmas bo'lgani sababli, ishchi modda miqdorini lazerni ishchi holatiga zarur miqdorda qo'shish hisobiga saqlab turiladi.

Kimyoviy lazerlarning samaradorligini ko'rsatuvchi asosiy parametrlari mavjud:

a) lazer nurlanishi energiyasini kimyoviy reaksiya natijasida ajralgan to'la energiyaga nisbati bilan o'lchanuvchi kimyoviy foydali ish koeffitsienti

$$\eta_x = \frac{\Delta E_{nur}}{\Delta} = \frac{\Delta E_{nur}}{\Delta E_t + \Delta E_i + \Delta E_a} \quad (1.7)$$

b) lazer nurlanishi energiyasini kimyoviy reaksiyani amalga oshirish uchun sarflangan elektr energiyasiga nisbati bilan o'lchanuvchi elektrik FIK

$$\eta_e = \frac{\Delta E_{nur}}{\Delta E_{elektr}} \quad (1.8)$$

Kimyoviy reaksiyalarni faollashtirishda (ekzotermik reaksiyalarda) sarflanadigan energiya reaksiya natijasida ajraladigan energiyadan kam bo'lishi mumkin. Shu sababli elektrik FIK yuqridan chegaralanmaydi. Masalan: fluor bilan vodorod (deyteriy D) orasidagi zanjirli reaksiyaga asoslangan lazerda $\eta > 90\%$ bo'lishi mumkin.

1.4-jadval

№	Reaksiya	ΔE (<i>kkal/mol</i>)	ΔE_t	λ <i>mkm</i>
1	$F + D_2 \rightarrow DF + D$	33,7	0,68	4,3-5,4
2	$F + CH_4 \rightarrow HF + CH_3$	34,5	0,60	2,8-3,0
3	$F + C_2H_6 \rightarrow HF + C_2H_5$	39	0,62	2,8-3,0
4	$F + CH_3C(CH_3)_3 \rightarrow HF + CH_2C(CH_3)_3$	38	0,56	2,8-3,0
5	$F + CH_3Cl \rightarrow HF + CH_2Cl$	37	0,68	2,8-3,0

6	$F + CH_2Cl_2 \rightarrow HF + CH_2Cl_2$	38	0,51	2,8-3,0
7	$F + CH_3Br \rightarrow HF + CH_2Br$	35,9	0,67	2,8-3,0
8	$F + CH_3CF_3 \rightarrow HF + CH_2CF_3$	33,5	0,67	2,8-3,0
9	$F + CH_3Si(CH_3)_3 \rightarrow HF + CH_2Si(CH_3)_3$	40	0,50	2,8-3,0
10	$F + C_6H_{12} \rightarrow HF + C_6H_{11}$	42,9	0,53	2,8-3,0
11	$F + HCCl_3 \rightarrow HF + CCl_3$	42	0,37	2,8-3,0
12	$F + HD \rightarrow HF + D$	33,8	0,59	2,8-3,0
13	$F + HD \rightarrow DF + H$	35,5	0,55	3,7-4,2
14	$F + D_2 \rightarrow FD + D$	31,2	0,68	3,7-4,2
15	$H + F_2 \rightarrow HF + F$	97,8	0,53	2,8-3,7
16	$D + F_2 \rightarrow DF + F$	97,8	0,56	3,7-5,0
17	$F + H_2 \rightarrow FH + H$	41,9	0,64	2,7-3,4
18	$Cl + HI \rightarrow HCl + I$	31,7	0,71	3,4-3,8
19	$Cl + DI \rightarrow DCl + I$	31,7	0,71	5,0-5,4
20	$H + Cl_2 \rightarrow HCl + Cl$	45,1	0,39	3,7-4,0
21	$D + Cl_2 \rightarrow DCl + Cl$	46,3	0,39	5,0-5,6
22	$H + Br_2 \rightarrow HBr + Br$	41,2	0,55	4,0-4,6
23	$D + Br_2 \rightarrow DBr + Br$	41,7	0,55	5,8-6,3
24	$Br + HI \rightarrow HBr + I$	16,5	0,53	4,1-4,3
25	$Cl + HBr \rightarrow HCl + Br$	15,6	0,43	3,7-3,8
26	$O + CS \rightarrow CO + S$	85	0,85	5,0-5,6
27	$O_2 + CS \rightarrow CO + SO$	90	0,7	5,0-5,7



Zanjirli reaksiyaga asoslangan kimyoviy lazerda kimyoviy FIK 1 % ga teng. Reaksiyaning molekulalarining kam dissotsiatsiyali holatida zanjirli reaksiya davomiyligi molekulalarning o'zaro to'qnashuvi natijasida invers bandlik vaqti buzilishidan ko'p marta katta bo'ladi. Bu lazer nurlanishiga salbiy ta'sir etadi. SHu sababli katta quvvatli DF kimyoviy lazerda kimyoviy FIK 10 % bo'lishi uchun o'rin almashtirishga asoslangan reaksiyalar hisobiga lazer nurlanishi olinadi.

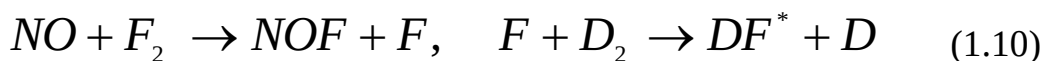
DF -kimyoviy lazerlarda impuls rejimida impuls davomiyligi 30 ns bo'lganda lazer nurlanishi energiyasi $\Delta E_{nur} = \Delta E_H > 2 \text{ kJ} = 2 \cdot 10^3 \text{ J}$ tartibida bo'ladi.

Uzluksiz rejimda ishlovchi DF lazerda faol muhitni rezonatoridan tovushquvvati bir necha kVt gva etadi.

Kimyoviy $DF - CO_2$ - lazer

Kimyoviy lazerlarning uzluksiz nurlanish rejimini agz aralashmali faol muhitda oqimli reaksion idishlar (soplodarda) amalga oshirish mumkin.

Turg'un radikal NO ni molekulyar ftor F_2 arlashtirib yondirishda, atomar ftor F hosil bo'lib, u uzluksiz zanjir reaksiya markaziga aylanib, u qo'zg'algan DF^* molekulani hosil qiladi.



Qo'zg'otilgan holatdagi DF^* ga uglerod to'rt oksidi CO_2 qo'shiladi va natijada



reaksiya sodir bo'lib, invers holatdagi olinadi. Uni yordamida lazer nurlanishi olinadi. Gazodinamik lazer tuzilishiga o'hshash oqimli reaktiv idish sxemasi quyida keltirilgan (1.8 – rasm).

Ushbu lazerda faol arlashmaning $1 \frac{gr}{s}$ sarf tezligida lazer nurlanishi quvvati 100 Vtga etadi.

CO –lazer

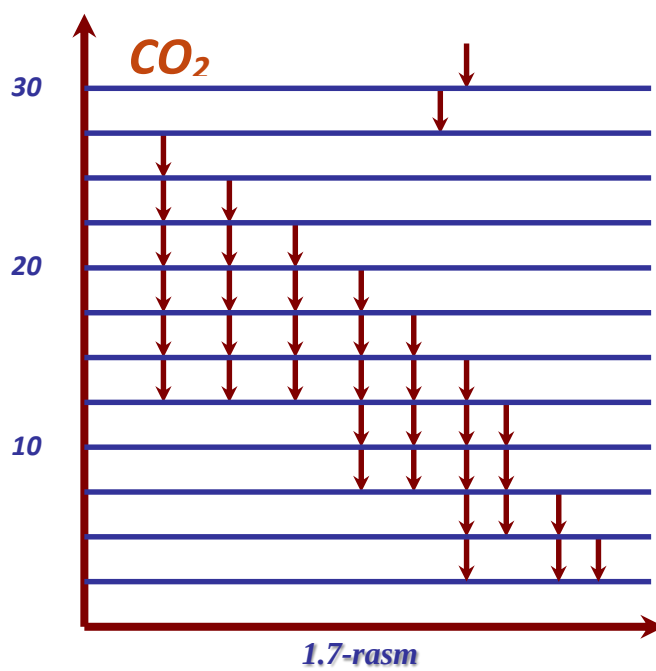
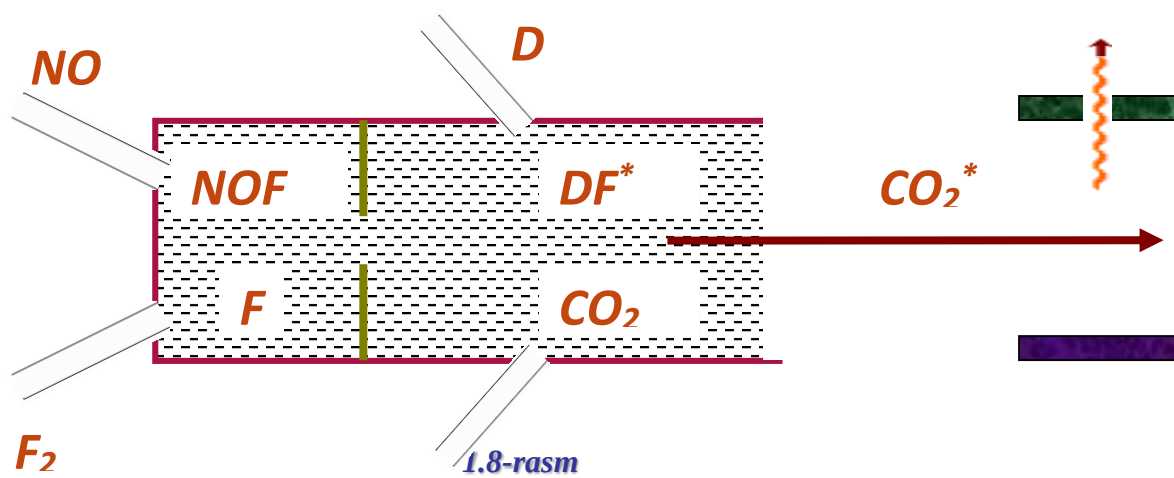
Infracizil nur diapazonining o'rta qismlarida nurlanuvchi CO–lazeri ($\lambda = 5 - 6,5 \text{ mkm}$) CO₂ –lazeriga o'hshash jihatlari ko'pdir. Bu lazerda ham FIK katta (50-75%), uning uzluksiz va impuls rejimda ishlay olishi, unda qo'zg'otishning va invers bandlikka erishishning gazodinamik, gazorazryad, kimyoviy, elektron oqimli usullarini qo'llash mumkinligi, nurlanish chastotalarining yaqinligi, turli to'lqin uzunliklarida ishlash imkoniborligi CO₂ –lazerga ko'p o'xshaydi.

Ushbu CO-lazer ham asosiy elektron holatining tebranma-aylanma o'tishlarida ishlaydi. CO molekulani tebranma energetik sathini qo'zg'otish CO₂ –lazerdagi kabidir. Kimyoviy reaksiya paytida CO molekulalarini elektron zarba orqali yuqori tebranish energetik sathiga ko'tariladi, yoki qo'zg'algan holatga o'tgan azot molekulasini N₂ energiyasini CO molekulasi berish orqali invers bandlikka erishiladi.

CO-lazerda ham bo'ylama elektr razryadidan foydalaniladi. CO –lazeriga CO, He, N₂ va O₂ biroz aralashtirilib, 150-200 Kelvin atrofida uzluksiz rejimda 10 Vt quvvatga erishiladi. Agar Xe ksenon aralashtirilsa (CO ÷ Xe ÷ He = 1 ÷ 1 ÷ 8) atmosfera bosimida ham ishlashi mumkin.

CO-molekulasining turli sathlaridan ixtiyoriy quyi sathga o'tishda kaskadli nurlanish sodir bo'ladi SHu sababli uzluksiz rejimda nurlanish polosasi keng bo'lib, impuls rejimda torroq bo'ladi.

Kimyoviy lazerlar.



Qattiq jismli lazerlar.

Neodimli lazer

Yerda kam uchraydigan elementlar neodim va samariy ionlari kiritilgan kristallar kalstiy flyuorit CaF_2 va ittriy-alyuminli granat $Y_3Al_5O_{12}$ (IAG) va shishalar yordamida to'rt sathli lazer olish mumkin. Ayniqsa, neodimning 3 valentli ioni Nd^{+3} shisha va ittriy alyuminli granat asosga yaxshi kirishadi va bu ion lazer nuri generastiyasida asosiy o'rin tutadi.

Uy haroratida $\Delta E = E_4 - E_1$, E_4 va E_1 energetik sathlar farqi tebranma harakat energiyasidan katta bo'ladi.

$$\Delta E = E_4 - E_1 \gg kT \quad (1.13)$$

Kuchli yorug'lik dastasida amalga oshirilgan optik damlash yordamida neodim ioni uyg'ongan energetik polosa E_2 ga o'tadi va bu sathda $10^{-7} - 10^{-8}$ s yashab, so'ng metastabil energetik sath E_3 ga nurlanishsiz o'tadi. Metastabil energetik sath E_3 dan bo'sh energetik sathga o'tish kichik majbur etuvchi omil yordamida amalga oshiriladi. E_3 energetik sath uchun yashash IAG asosida 0.2 ms va shisha asosda 0.7 ms ga teng. Shisha asosga 6 % neodim kiritilganda to'lqin uzunligi $\lambda = 1,06$ mkm bo'lgan lazer nurlanishini olish mumkin. U impuls rejimida energiyasi 1 kJga etadi.

IAG asosiga neodim kiritilgan lazerning uzluksiz rejimdagi quvvati 1 kVt ga etadi. Neodimli lazerlarning impulsli rejimda nurlanish impulsi davomiyligini 0.5ps gacha olish mumkin.

Katta quvvatli lazer nurlanishlarida, ayniqsa, asllikni modullash impulsli rejimda lazerning optik rezonatorlarini tashkil etuvchi yarimshaffof nur chiqish ko'zgusining parchalanib ketishi, shisha asosli asosli neodim lazerlarida faol muhit (kristall-qattiq jismning) ning parchalanishi kuzatiladi. Bu hodisa sindirish ko'rsatkichining β va chiziqli kengayish koeffistienti α ning temperatura koeffistientiga bog'liq bo'ladi.

$$W = \beta + \alpha(n-1) = \frac{dn}{dT} + \alpha(n-1) \quad (1.14)$$

Shisha asosli neodim qattiq jismlarda $W = 10^{-7} K^{-1}$ qiymatli holni olish mumkin. Ular nurlanish impuls davomiyligi $\tau = 0.1-1 ms$ bo'lganda parchalanish chegarasi $P = 10^3 - 10^4 \frac{J}{sm^2}$ ga boradi. Impuls davomiyligi $1 ns$ bo'lganda, parchalanish bo'sag'asi $P = 10 - 30 \frac{J}{sm^2}$ bo'ladi.

Rubin va granatlarning asllikni modullash rejimida ishlaganda buzilish bo'sag'asi $P = 10 - 30 \frac{J}{sm^2}$ ni tashkil etadi.

Yarimo'tkazgichli lazerlar.

Yarimo'tkazgichli kristallar asosida tuzilgan qattiq jisimli lazerlar yarimo'tkazgichli lazerlar deyiladi. Bu lazerlarda ruhsat etilgan energetik zonalardagi nurlanishli kvant o'tishlardan foydalaniladi. Yarimo'tkazgichli faol muhitda katta optik kuchaytirish ko'rsatkichiga ($10^4 sm^{-1}$) erishish mumkin. Bu lazerlarda rezonator uzunligi $50 mkm - 1 mm$ oralig'ida bo'ladi (1.8, 1.9, 1.10 – rasmlar).

Yarimo'tkazgichli lazerlar (YAL) nihoyatda kichikligi bilan birga inertsizligi ($10^{-9} s$), FIK yuqoriligi (30 %), spektral tarkibini sozlab o'zgartirish mumkinligi, faol muhit sifatida ishlatiluvchi moddalar ko'pligi, nurlanish to'lqin uzunligi $\lambda = 0,3 - 30 mkm$ bo'lishi bilan birga boshqa lazerlardan ajralib turadilar.

YAL larda faol zarrachalar erkin elektronlar va kovaklar bo'lib, ular faol muhitda injeksiyalanishi, diffuziyalanishi va dreyflanishi mumkin bo'lgan erkin zaryad tashuvchilar hisoblanadilar.

YAL larda asosiy damlash usuli $p - n$ o'tish yoki getereperexod orqali injeksiya bo'lib, elektr energiyasini to'g'ridan-to'g'ri aniq kogerent nurlanish energiyasiga aylantiradi. Bu injeksion lazer deyiladi.

Damlashning elektr teshib o'tish usuli (strimer lazer), elektron bilan bombardimon qilish usuli (elektron damlashli YAL), optik damlash usullari mavjud.

N.G. Basov va uning xodimlari xavola etilgan optik damlashli YAL $p - n$ o'tishda *GaAs* kristallida birinchi marta R. Xoll, M.I. Neyten (AQSH)

tomonidan, elektron damlashli YAL esa Basov va uning xodimlari tomonidan yaratildi.

Yarimo'tkazgichli lazerlarda damlash va energetik sathlar.

Jadal damlash ta'sirida yarimo'tkazgichlarda optik kuchaytirish invers bandlik shartini o'tkazuvchanlik zonasining tubidagi E_s va valent zonaning yuqori chegarasida E_v bajarilganda amalga oshiriladi.

Ruhsat etilgan (o'tkazuvchanlik) zonasining yuqori energetik ishchi sathlarini elektron bilan to'ldirish, valent zonaning quyi sathlarini to'ldirish ehtimolligidan kattadir. Shu sababli majburiy nurlanishli o'tish yutilish o'tishlaridan ustunroq bo'ladi (1.11 – rasm).

Optik kuchaytirish kattaligi damlash intensivligiga hamda nurlanish rekombinatsiyasi ehtimolligiga va temperaturaga bog'liq bo'ladi.

YAL larda lazer materiali (faol muhit) sifatida to'g'ri zonali yarimo'tkazgichlar qo'llaniladi (masalan: $GaAs$, CdS , PbS). Ularda nurlanishning kvant chiqishi 100 % ga etishi mumkin. To'g'ri bo'lmagan zonali yarimo'tkazgichlarda Ge , Si xozircha YAL lar bunyod etishga erishilganicha yo'q. YAL lar uchun lazer materiallarining ko'p turli ekanligi YAL da keng spektral diapazonda lazer nurlanishi olishga imkon beradi.

Turli yarimo'tkazgichli lazerlar tuzilishi va ishlash prinsipi.

Injektsion YAL yarimo'tkazgichli diod bo'lib, $p - n$ o'tish va getereperexod tekisligiga pedpendikulyar bo'lgan ikki yassiparallel qirralari optik rezonator ko'zgulari vazifasini o'taydi (qaytarish koeffitsienti 30 %) Ayrim hollarda tashqi ko'zgu ishlatiladi. Diod orqali katta to'g'ri elektr toki yordamida ortiqcha zaryad tashuvchilarning o'tish yonidagi qatlamlarda to'planishi natijasida invers bandlik holatiga erishiladi. Chetki lyuminestsentsiya polosasida optik kuchaytirish nurlanishni tashqariga chiqarish, faol muhitda yutilish va rezonator ichidagi yo'qotish (sochilish) energiyalaridan ortiq bo'lganda kogerent lazer nurlanishi sodir bo'ladi. Generatsiya boshlanadigan elektr toki “bo'sag'a toki” deyiladi. Injektsion YAL larda bo'sag'aviy elektr toki zichligi $j = 1000 \frac{A}{sm^2}$ ga boradi (1.12, 1.13 – rasmlar).

Geterostrukturali YAL lar keng qo'llanilmoqda. Bu lazerlar geterolazerlar deyiladi. Geteroo'tishlar $T = 300\text{ }^{\circ}\text{K}$ da kichik "bo'sag'aviy tok zichligiga" ega bo'ladilar. Geterolazer (GL) ikkita geteroo'tish asosida ishlaydi, ulardan biri elektronlarni injeksiyalovchi $p-n$ o'tish bo'lsa (emitter), ikkinchisi faol muhitdan diffuz oqib o'tishni chegaralovchi $p-p$ o'tishdan iborat bo'lib, faol zona har ikkisi orasida joylashgan bo'ladi.

Faol muhiti kengligi 1-20 mkm bo'lgan yupqa tasma ko'rinishidagi lazerni polosali (tasmali) lazer (PL) deyiladi. Polosali geterolazerda temperatura $T = 300\text{ }^{\circ}\text{K}$ bo'lganda tokning 5-150 mA qiymatida uzuluksiz generatsiyada nurlanish quvvati $P \approx 100\text{ mVt} = 0,1\text{Vt}$ ga etadi. Tokning katta qiymatlarida faol muhit qizishi xisobiga nurlanish quvvati kamayadi.

Ko'p elementli injeksion YAL larda impuls ish rejimida nurlanish quvvati 10 kVt gacha etadi.

YAL lar yasashda foydalaniladigan turli kimyoviy tuzilishli geteroo'tishda ishlatilgan yarimo'tkazgichlarning kristall panjaralari davri bir xil bo'lishi lozim. YAL larda ko'p komponentali qattiq qotishmalar ko'p ishlatiladi. Ulardan o'zgarmas davrli fazoviy panjarali moddalar sistemasini olish mumkin (ular izoperiodik sistemalar deyiladi).

Qattiq aralashmali geterolazerda $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ dan iborat geterostrukturada $p(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As})$, $p(\text{GaAs})$, $n(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As})$ qatlamlari mavjud bo'ladi.

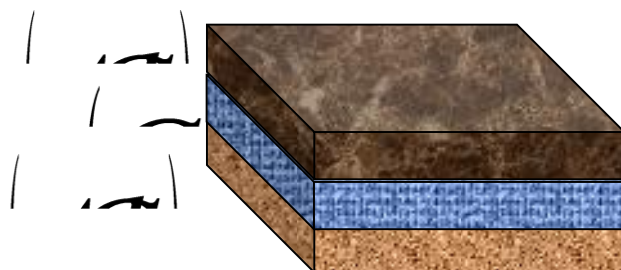
YAL larning elektron damlashli turlarida energiyalari $E = 10^4 - 10^6\text{ eV}$ ga teng bo'lgan katta tezlikdagi elektron dastasidan foydalaniladi. Energiya qiymati kristallarda radiatsion defekt hosil qilish bo'sag'asiga etmasligi zarur. Ortiqcha zaryad tashuvchilar katta tezlikli elektronlarni sekinlatish orqali hosil qilinadi.

Elektronning energiyasiga bog'liq holda u turli chuqurlikkacha ta'sir etishi mumkin va bu holat 10^{-2} sm ga etishi mumkin. Bu kabi lazerlar faol element bilan birga, yuqori kuchlanish manbasi, elektron pushka, dastani fokuslovchi va boshqaruvchi qurilmalarga ega bo'ladilar. Bu lazerlarda faol muhitdagi nurlanishni skanirovat qilish, katta ekranga tushirish mumkin ekanligidan ular yordamida uch o'lchamli lazer televizorlari yaratish mumkin. Ushbu lazerlar nurlanish quvvati 1 MVt gacha etadi.

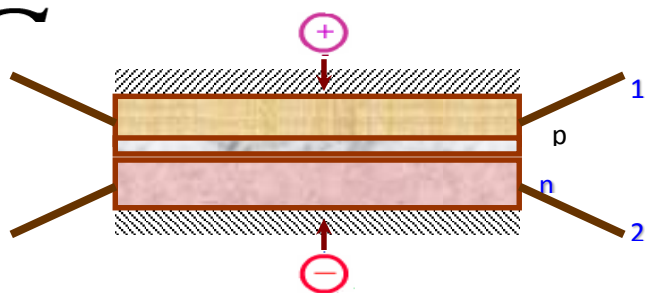
yarimo'tkazgichli lazerlar.



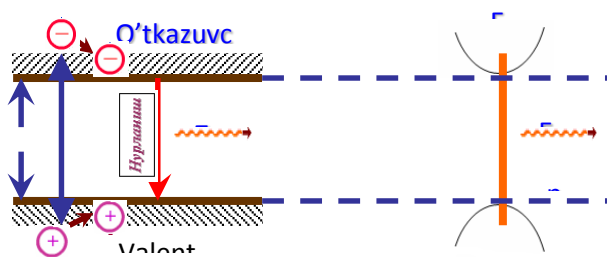
1.8-rasm



1.9-rasm



1.10-rasm



1.12-rasm

1.11-rasm

1.4.Kvant elektronikasi va ularning qo'llanishi.

Lazer fizikasining bugungi taraqqiyoti,uning qo'llanilishi va istiqbolli soxalarning yaratilishi,yosh mutaxassislardan bu soxani mukammal o'rganishni va bu boradagi yangiliklar bilan tanishib borishni talab qilmoqda.Lazerlarning yuqori quvvatga egaligi,apparat funksiyasining juda kichikligi va monoxromatikligi, ularning qo'llanilish soxalarini ham keng bo'lishiga olib kelmoqda.Bugungi kunda oddiy lazerlar,yani ko'rinadigan diapazondagi optik kvant generatorlaridan tashqari mazerlar,razerlar va grazerlarni yaratish borasidagi nazariy va amaliy tadqiqotlar ham keng miqyosda olib borilmoqda.Bugungi kunda fan va texnologiyalarda qo'llanilib kelinayotgan spektroskopik metodlarning barchasida yorug'lik manbai sifatida faqat lazerlardangina foydalanilmoqda.Mandelshtamm-Brillyuen spektrlarini,kombinatsion sochilish spektrlarini,pikosekundli spektroskopiyani,infracizil spektroskopiya,roman va Reley sochilishi bilan bog'liq barcha spektroskopik metodlarning manbalari keng diapazondagi kvant generatorlaridir.Ushbu maqolaning tadqiqot predmeti sifatida lazerlar va lazerli spektroskopik metodlarning eng ko'p tarqalgan ayrim turlarini o'rganish maqsad qilib olindi.Bugungi kunda spektroskopik metodlarning asoslarini va metodlarini bilmasdan turib,zamonaviy fizik tadqiqotlar,nanotexnologiyalar va nanojarayonlar mohiyatini to'la tushunib bo'lmaydi.Umuman molekulyar jarayonlar mexanizmlari va kinetikasini faqat spektroskopik metodlar vositasidagini batafsil o'rganish va tadqiq qilish mumkinligini talabalar tushunib yetsalar yaxshi bo'lar edi.

Qolaversa,hozirgi kunda lazer asosida ishlaydigan juda ko'p turdagi kvant asboblari, uskunalari va sistemalari yaratilgan. Ammo ulardan samarali foydalana oladigan mutaxassislar juda kam. Ikkinchidan turli-tuman maishiy va ilmiy kvant qurilmalarini loixalashtira oladigan mutaxassislar ham yetishmaydi. Bu muammolar bilan bog'liq fanlarni o'qitadigan mutaxassislarni esa talab darajasida tayorlash ham amalga oshirilishini taqazo etmoqda.Bu esa kvant elektronika buyumlarini loyixalashtirishda, ularni biladigan mutaxassislarni tayyorlashning samarali yo'llarni va metodlarini yaratishni talab qiladi.

Lazer fizikasi va lazer texnologiyalari taraqqiyoti bevosita kvant elektronikasi, nanotexnologiyalar, nanoelektronika va boshqa qator zamonaviy fanlar bilan bevosita bog'liqdir. Kvant elektronikasi – qattiq jismlar (umuman kondensirlangan muhitlar) tarkibiga kiruvchi elektronlar bilan elektromagnit nurlanishning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida sodir bo'luvchi fotoelektrik, elektro'tkazuvchanlik, elektron-sirt va boshqa ko'p turdagi hodisalarni o'rganuvchi fizikaning sohasidir. Bu soxadagi tadqiqotlardan olingan ma'lumotlar asosida turli soxalarda qo'llanishga mo'ljallangan kvant elektronika asboblari yaratilmoqda.

SHuni ta'kidlash kerakki, nurlanish manbai sifatida lazerlar asosida qo'llaniladigan fizik asbob va qurilmalar keng foydalanilmoqda. Bunday metod va qurilmalar moddalarning tuzulishini, ularda sodir bo'layotgan jarayonlar mexanizmlarini va kinetikasini o'rganishda eng samarali metodlar bo'lib qolmoqda. Spektroskopik, interferometrik va shular kabi ko'plab fiziko-kimyoviy metodlar shular jumlasidandir. Bu masalalar keyingi maqolalarda ancha batafsil bayon qilinadi.

Muhit xususiyatlarini ancha batafsil o'rganish borasidagi zamonaviy talablarga optik usullarga asoslangan barcha spektroskopik metodlar deyarli to'la javob beradi. Lazer nurlanishining monoxromatikligi, faza, amplituda, qutublanishi va tarqalish koeffitsientining kichikligi, apparat funksiyasining tor soxada bo'lishi, katta quvvatga egaligi kabi xususiyatlari ulardan foydalanishning soxalarini kengaytiradi va katta imkoniyatlarni yaratib bermoqda. Muhit bilan elektromagnit to'lqinlar o'zaro ta'sirlashganda qayd etilayotgan parametrlar shu ta'sir natijasida o'zgarishi mumkin. Masalan, qutublanish-anizotropiya hodisalari bilan ifodalansa, faza – tarqalish geometriyasi va ta'sirlashish natijasida sinish ko'rsatkichi orqali aniqlanadi. SHu yerda majburiy nurlanishning yuqori darajadagi kogorentligi, monoxromatikligi va yuqori darajadagi spektral energiya zichligiga ega bo'lgan yorug'lik manbai ekanligini e'tirof etish joizdir. Bunday xususiyatlar lazerlarning qo'llanilish soxalarini yanada kengaytirmoqda.

Golografiya bir qarashda biz tanlagan ilmiy tadqiqot yo‘nalishidan biroz chetda qolib ketayotganga o‘xshaydi, ya’ni ta’rifiga ko‘ra bu elektromagnit to‘lqinlar interferensiyasi asosida shakllangan xajmiy tasvir olishning usulidir. Ammo, lazerlarning kogorent nurlanishsiz golografiyani amalga oshirib bo‘lmas edi. Bu soxada ham lazerlarning tadbqiqisiz xech narsani amalga oshirib bo‘lmas edi.

Umuman olganda, kvant elektronikasi va lazer texnikasining xalq xo‘jaligining qaysi soxasida qo‘llash chegaralarini aniqlash ancha qiyin ish. Mana shunday holat jadal rivojlanayotgan fanlarga xos deb hisoblasak xato bo‘lmaydi. SHunga qaramasdan, lazer texnikasi predmetini ko‘rib chiqsak o‘rinli bo‘lardi.

Lazer texnikasi – bu lazer nurlanishi asosida ishlaydigan kvant qurilma va sxemalarni optimal tarzida yaratishga qaratilgan ilmiy asoslangan hisoblashlar, muxandislik ixtirolari va kvanto-optik metodikalar majmuidir.

1964 yilda Stokgolmda Nobel mukofotini topshirish marosimida A.M.Proxorov shunday degandi: “Kvant elektronikasi 1954 yil oxiri va 1955 yil boshlarida paydo bo‘ldi, uning asosi 1917 yilda A.Eynshteyn tomonidan aytilgan induksion nurlanish hodisasi deb hisoblasak bo‘ladi”.

Qayd etilgan hodisaning ma’nosi shuki, tashqi ta’sir ostida faollashgan atomlar kichik energiyali holatga o‘tadi, o‘tish vaqtida elektromagnit to‘lqin chiqaradi. Ammo, uzoq vaqt bu mexanizmdan amaliy jihatdan foydalanish imkoni bo‘lmadi. V.A.Fabrikantga berilgan mualliflik guvoxnomasida (SSSR, 18.06.1951, №123209) shunday yozilgan: “Elektromagnit nurlanishni kuchaytirish usuli (ultrarabinafsha, ko‘rinuvchi, infraqizil va radiodiapazonidagi to‘lqinlar) qo‘shimcha nurlanish yoki boshqa usul bilan yuqori energetik sathda joylashgan atomlarga ko‘p miqdorda ega muhit orqali kuchaytirilayotgan nurlanish o‘tkaziladi, mana shu holat faollashgan holatga mos keladi”. Ular tomonidan berilgan sharx “kvant kuchaytirish” atamasiga mos keladi.

Majburiy nurlanish hodisasi zamonaviy kvant elektronikasi va lazer texnikasi asosi sifatida foydalanila boshlandi. Biroq keyinroq (1953yil) Dj.Veber tomonidan kvant kuchaytirgich taklif etildi.

1956 yilda N.Blombergen uch sathli qattiq jisimli paramagnetik kuchaytirgichning nazariy asoslarini ishlab chiqadi va 1957 yili G.Skovil shunday kuchaytirgichni tayyorlab beradi. Ammo, 1960 yilgacha qurilgan hamma kvant asboblari radioto'lqinlar o'ta yuqori chastota (O'YUCH) diapazonini qamrab olgandi va shuning uchun "mazerlar" deb nomlanardi.

Birinchi molekulyar generator(mazer) 1954 yil Moskvadagi P.N.Lebedev nomli sobiq SSSR FA Fizika inistitutida N.G.Basov, A.M.Proxorov va bir vaqtini o'zida AQSHdagi Kolumbiya universitetida CH.Tauns, Dj.Gordon, va X.Sayger tomonidan ishlab chiqiladi. Bu hodisani rasmiy tarzda kvant elektronikasini amaliy fan sifatida rivojlanishining boshlanishi deb hisoblasa bo'ladi.

Mazerlar nazariyasi N.G.Basov, A.M.Proxorov tomonidan yana rivojlantirildi va shu sohadagi ishlarga katta ta'sirini o'tkazdi. Azot molekulasiining tebranishi fizik hodisasini yoritish va zaryadlarning flyuktuatsiyasini o'rganish uchun hamda ularning kompleks qabul qiluvchanligini χ , dielektrik doimiysi ϵ bilan bog'liqligini tushuntirish maqsadida ular tomonidan quyidagi tenglama taklif etildi;

$$\frac{d^2 E}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{dE}{dt} + \frac{\omega_0^2}{\epsilon} E = 0 \quad (1.15)$$

bu yerda ω_0 - ammiak (NH_3) molekulasida azot molekulasiining doirasimon tebranish chastotasi (rezonatorida tebranish maydoni mavjudligida); Q - rezonator ishlash koeffitsienti.

Ammiak (NH_3) ning molekulasiini avtotebranishli sistema deb hisoblasa bo'ladi, uning stabiligi tebranishini o'zini-o'zi sozlash jarayoni bilan belgilanadi. Tebranishni chastotasi 23870 MGs ga teng. Chastotasi xuddi shu chastotaga teng

chastotali radioto‘lqin shu tebranishdagi azot atomi bilan to‘la yutiladi. YUtilish jarayoni kvant sistemaning parametrlarini dielektrik o‘tkazuvchanlikka nochiqli bog‘lanishi bilan ifodalanadi. Uning ko‘rinishi quyida keltirilgan:

$$\varepsilon = \varepsilon_1(\omega, E, t) - j\varepsilon_2(\omega, E, t) \quad (1.16)$$

Dielektrik o‘tkazuvchanlik ε , elektr maydon kuchlanganligi E va qutblanishi P orasida bog‘lanish esa quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\varepsilon E = E + 4\pi P \quad (1.17)$$

Faol modda sifatida ammiak bekorga tanlanmagan. Radiospektroskopik tadqiqotlar natijasida NH_3 spektrida o‘ta yuqori to‘lqinlar(O‘YUT) diapozonida joylashgan energetik sathlar aniqlandi. Ularning energetik farqi $\lambda = 1,26 \text{ cm}$ to‘lqin chastotasiga mos keladi va eng katta tebranish intensivligi $\nu_0 = 23870 \text{ MГц}$ chastotadagi kvant o‘tish chastotasiga to‘g‘ri keladi.

Tartiblangan molekulalar xajmiy rezonatoridan uchib o‘tadi. YArim majburiy nurlanishga uchraydi, u ham ν_0 ga mos keladi. SHu esa rezonator ichida elektromagnit maydon kuchayishiga olib keladi va shu bilan elektromagnit maydon kuchlanishiga o‘zining ulushini beradi. Keyingi molekulalar shu holatdagi maydon bilan ta’sirlashadi. SHunday qilib musbat teskari bog‘lanish ro‘y beradi, ya’ni kvant generator ishlashi uchun zaruriy shartlar hosil qilinadi. Natijada to‘lqin chastotasi quyidagi formula asosida topiladigan stabillashgan elektromagnit nurlanish xosil bo‘ladi.

$$\nu_0 = \nu \left(1 - \frac{\nu - \nu_p}{\nu} \frac{Q}{Q_n} \right) \quad (1.18)$$

bu yerda ν - spektral chiziq chastotasi, $\nu_0 = \nu_p$ - rezonatorning xususiy chastotasi.

Rezonator ishlash qobiliyati yoki aslliligi Q - yig'ilgan elektromagnit maydon energiyasining tebranish sistemasining bir tebranish davrida yo'qalayotgan o'rtacha energiyasiga nisbatan hisoblanadi.

SHu yerda kvant generatorining yana bir xarakteristikasi - Q_{λ} spektral chiziqning ishlash qobiliyatini keltiramiz. Bu spektral chiziq ν_0 ning rezonans chastotasini yarim intensivlik holatida shu chiziqning kengligi $\Delta\nu_N$ ga nisbatan, ya'ni $Q_{\lambda} = \frac{\nu_0}{\Delta\nu_N}$ ga teng bo'ladi. $\frac{\nu - \nu_0}{\nu} = \eta$ kattalikni, odatda, rezonator sozlanishining buzilishi deb nomlanadi. Ammiak molekulasida ishlashga mo'ljallangan generator uchun $\eta \approx 10^{-4}$ ga teng.

Rezonatorda ma'lum masofani molekulalar to'plami (puchogi) joylashish inversiyasini yo'qotadi va keyinroq rezonator energiyasini yuta boshlaydi. Ishlangan ammiak nasos bilan so'rib olinadi va maxsus adsorbent bilan to'la yo'q qilinadi.

Kvant elektronikasining keyingi bosqichi shu prinsiplarni elektromagnit to'lqinlarning optik diapozoniga qo'llanishi bilan uzviy bog'liq. 1958 yilda CH.Tauns, A.L.Shavlov va A.M.Proxorov optik nurlanish diapozonida majburiy tebranish hodisasidan foydalanish imkoni borligini to'la isbotlab berdilar.

Lazer texnikasi va lazer fizikasining rivojiga O'zbek olimlaridan akademik P.Q.Xabibullaevning shogirdlari bilan qo'shgan xissasi ham salmoqlidir. O'zbekiston FA Issiqlik fizikasi institutining Moskva DU, Fizika institutlari olimlari R.V.Xoxlov, Gulyaev va boshqalar bilan xamkorlikdagi tadqiqotlari shular jumlasidandir.

1-bob bo'yicha xulosalar

1.Lazerlarning yaratilish tarixi o'rganildi. Uning bashorot qilinishi A.Eynshteyn,kashf etilishi Basov,Proxorov,Tauns va boshqalarning qaoliyati bilan bevosita bog'liq ekanlig o'rganildi.

2. Lazerlarning ishlash prinsiplari va fizik asoslari o'rganildi. Kvant elektronikasi – qattiq jismlar tarkibiga kiruvchi elektronlar bilan elektromagnit nurlanishning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida sodir bo'luvchi hodisalarni o'rganuvchi fizikaning sohasi ekanligi o'rganildi.

3. Lazer texnikasi va lazer fizikasining rivojiga O'zbek olimlaridan akademik P.Q.Xabibullaevning shogirdlari bilan qo'shgan xissasi ham salmoqlidir.O'zbekiston FA Issiqlik fizikasi institutining Moskva DU, Fizika institutlari olimlari R.V.Xoxlov, Gulyaev va boshqalar bilan xamkorlikdagi tadqiqotlari shular jumlasidandir.

4. Hamisha ham kvant o'tishlar sodir bo'lavermaydi. Ularning ayrimlariga o'tishga ruxsat beriladi, boshqalari esa man etiladi. Kvant mexanikada saralash qoidasi mavjud bo'lib, unga ko'ra kvant o'tishlar ajratiladi. Ruxsat etilgan va man etilgan kvant o'tishlar o'tish ehtimolligi bilan belgilanadi.

5. Nurlanishning eng muhim xarakteristikasi uning spektri hisoblanadi, ya'ni nurlanishni hosil qilayotgan elektromagnit maydonni tashkil etuvchi monoxramatik to'lqinlar to'plami tushuniladi.

6.Energiya yutilishi ma'lum chegaraviy qiymatga intiladi. U relaksatsiya tezligi bilan ifodalanib, faollashgan kvant zarralar o'rab turgan atrof muhitga o'zining energiyasini berishi jarayonini anglatadi.

II BOB. LAZERLI SPEKTROSKOPIYA. LAZERLARNING FIZIK TADQIQOD METODLARIDA QO'LLANILISHI.

2.1. Lazerli spektroskopiya metodlari asoslari va ularning tadbiqui.

Lazer spektroskopiya - optik spektroskopiya sohasi: gazsimon, suyuq va kristall holatdagi moddalarning atomlari va molekulari spektrlarini lazer nurlari yordamida tadqiq qiladi. Lazer spektroskopiya kvant elektronika va optik spektroskopiya chegarasida vujudga kelgan. Lazerlar yaratilgandan so'ng Lazer spektroskopiya jadal rivojlana boshladi. Lazer nurining o'ziga xos xususiyatlari oddiy (kogerent bo'lmagan) yorug'likni qo'llaganda kuzatish mumkin bo'lmagan jarayonlarni kuzatishga imkon beradi. Lazer spektroskopiyaning keng spektral diapozonda nur chastotasini uzluksiz o'zgartirishga imkon berish, nanosekund, pikosekund va femtosekund davomatli yorug'lik impulslarini olish uslublarini yaratish, nurni to'liq uzunligiga teng o'lchamli joyga fokuslashga imkon berish xossalari quyidagi masalalarni yechishga imkon berdi:

- 1) Yorug'likning muhitlarda yuz beradigan kombinatsion va Mandelshtam — Brilluyen sochilishi spektral chiziqlarining tarkibi va shaklini o'rganish;
- 2) Atom va molekularning selektiv ravishda uyg'ongan holatlarga o'tkazish va ularning shu holatlardagi yashash vaqtini topish hamda pastki holatlarga relaksatsiya qilish va kimyoviy reaksiyalarga turtki berish qonuniyatlarini tekshirish;
- 3) Atom va molekularlarda, suyuq, va qattiq jismlarda ko'p fotonli o'tishni (bir nechta fotonning bir paytda birgalikda yutilishini) kuzatish hamda jismlarning katta quvvatli lazer nuri ostida yemirilish jarayonining tabiatini o'rganish;
- 4) Lazer nuri ta'sirida yuz beradigan fluoressensiya yordamida atom va molekularning to'qnashuvi natijasida spektral chiziqlarning kengayishi va surilishini aniqlash, to'qnashuvlar chastotasini o'lchash va to'qnashuvlarda energiya bir zarradan ikkinchisiga uzatilishini tadqiq qilish;

- 5) Atomli va ionli gazlarni sovitib, ularning temperaturasi 1K dan ham pastga tushirish qonuniyatlarini aniqlash;
- 6) Izotoplarni lazer nuri ta'siri ostida selektiv ajratib olish;
- 7) Atmosferani zaharlovchi har xil gazlarni masofadan turib tekshirish va ularning tarkibini aniqlash;
- 8.) Biomolekulalar va hujayralarda yuz beruvchi tez va o'ta tez jarayonlarni o'rganish va alohida tanlangan yolg'iz hujayraga lazer nurini fokuslab, uni selektiv ravishda uygotish.

Fizika, kimyo, biologiya, metrologiya va boshqa fan sohalarining nazariy va amaliy masalalarini yechishda Lazer spektroskopiyadan keng foydalanilmoqda.

2.2 Lazer nurlanishi spektral tarkibini o'rganish.

ADU, Fizika kafedrasida assistenti Qaxxorov Jamshidbekning magistrlik dissertatsiyasida "Lazer nurlanishi spektral tarkibini o'rganish" ga bag'ishlangan muloxazalar yuritilgan. Muallifning natijalari lazer nuri monoxromatik bo'lgan xolatlar uchun olingan edi. Biz esa lazer nurlanishlari spektri cheklangan kenglikka, ba'zan sochilgan nur spektri kengligiga teng ekanligini inobatga olgan holda, lazer nurlanishi spektral tarkibini sochilgan nurlanish spektriga ta'sirini o'rganishga harakat qildik.

Tasodifiy amplitudaviy – fazaviy modulyatsiyani ko'raylik. Bu holda fotodetektor tekisligida sochilgan nurlanish maydoni

$$E_s'(t) = U(t)E_s(t),$$

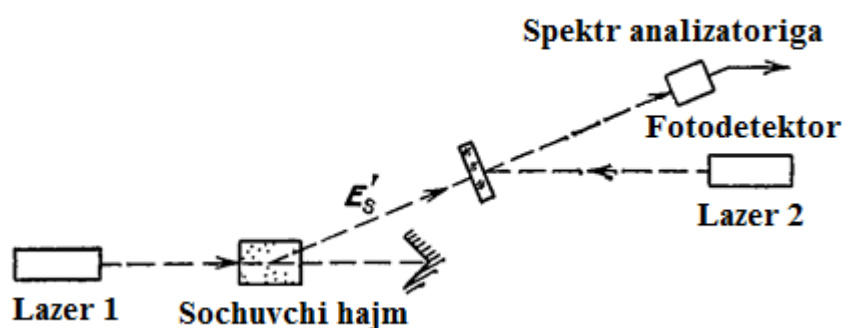
bunda $E_s(t)$ - monoxromatik yoritishda sochilgan yorug'likka mos keladi, $U(t)$ - lazer nurlanishini tasodifiy amplituda – fazaviy chetlashishlarni hisobga oluvchi, kompleks ko'paytiruvchi. Bu chetlashishlar va $E_s(t)$ maydonni tasodifiy

o'zgartirishlarga sochuvchi muhit sababchi va ular bir-biriga statik ravishda bog'liq emas. Shuning uchun $E_s(t)$ moslashuv funktsiyasi

$$R'(\tau) = \langle U^*(t)U(t+\tau) \rangle R(\tau) = R_1(\tau)R(\tau) \quad (2.1)$$

Ko'rinishda bo'ladi. $E_s(t)$ maydonni moslashuvchi $R(\tau)$ ϕ funktsiya bilan aniqlanadi. (2.1) ni Fur'e qoidasiga asosan o'zgartirib, sochilgan nurni spektrini hosil qilamiz.

Bunda $S_1'(\omega)$ - lazer nurini chetlanishlari spektri, $S'(\omega)$ monoxromatik nur bilan yoritilgandagi nurlanish spektri, * moslashtirish operatsiyasini bildiradi. Umuman olganda lazer nurini chetlashishlari sochilgan nurlanish spektrini kengayishiga olib kelar ekan. Tassavur qilaylik, $S(\omega)$ ni tayanch lazer sifatida alohida lazerdan foydalangan holda geterodin usuli bilan o'lchanayapti. (2.1-rasm)

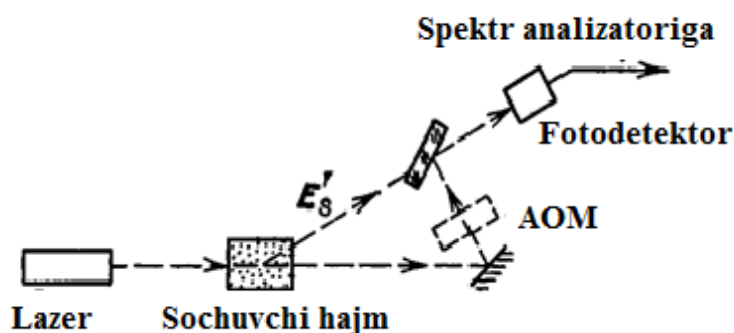


2.1-rasm sochilgan nurlanish spektral tarkibini tayanch lazeri alohida bo'lgan usul bilan olchash sxemasi

Unda lazer nurlanishlari moslashgan qutiblanish xolatlarida fotodetektor chiqishidagi 1 va 2 foydali signal spektri

$$cS_2'(\omega) * S_1(\omega) * S'(\omega) \quad (2.3)$$

bo'ladi. bunda, $S_2'(\omega)$ - ikkinchi lazer nurlanish spektri, c -doimiy koeffitsent. Shunday qilib, 1 va 2 lazer nurlari chetlashishlari sababli urilayotgan nurlanish spektri ikki marta kengayar ekan. Ba'zan $S_1'(\omega)$ va $S_2'(\omega)$ spektrlar $S'(\omega)$ ga nisbatan shunday keng bo'ladiki, foygali signal butunlay ko'rinmay qoladi. Bunday holat, ko'plab xollarda spektroskopik tajribalarda 2.2-rasmda . keltirilgan sxemani qo'llashga majbur etadi.



2.2-rasm sojilgan nurlanish spektral tarkibini AOM dan foydalanuvchi getorodin usuli bilan o'lchash sxemasi

Bunda tayanch nurlanish sifatida sochuvchi xajmni yurutuvchi lazerni nurlatish mumkin. Agar bu lazer nurlanishi faqat fazoviy chetlashishlargagina ega bo'lsa, fotospektr aynan takrorlanishini ko'raylik. Bu holda $|u(t)| = 1$ va tayanch nurlanish intensivligi doimiy. Demak, tayanch nurlanish o'z o'zidan fotodetektor chiqishida doimiy signal beradi. (agar sochilgan shovqinni hisobga olmasak) Bu signal δ -funksiya ko'rinishidabo'ladi va o'rganilayotgan spektr ko'rinishini

buzmaydi. Tayanch va sochilgan maydonlar interferensiyasi natijasida fotodetektor chiqishidagi foydali signal.

$$j(t) = c\overline{E}'_s(t)U^*(t)\exp(-i\omega_0 t) = c\overline{E}'_s(t)\exp(-i\omega_0 t)$$

Bunda tayanch nurlanishni orqada qolishi chetlanishlar davridan juda kichik bo'lgani uchun u hisobga olinmadi. Bu holda fototokning moslashuv funktsiyasi

$$S_j(\omega) = |c|^2 S(\omega + \omega_0) \quad (2.4)$$

O'rganilayotgan maydon moslashuv funktsiyasiga proporsional, fototok spektri esa o'rganilayotgan nurlanish spektriga proporsional, faqatgina oxirigisi nol chastotaga ko'chirib qo'yilganlik farqi bilan.

$$S_j(\omega) = |c|^e S(\omega + \omega_0) \text{ bo'ladi.}$$

Shunday qilib, ko'rilyotgan holda fazaviy chetlanishlar va shu tufayli hosil bo'lgan lazer nurlanishlar spektrini kengayishi sochilgan nur spektrini aynan takrorlovchi fotodetektor signali spektriga ta'sir etmaydi. har xil sekin nomo'tadilliklar (nestabil'nosti) spektr nurlanishini buzmasligi uchun 2.10 sxemaga akustooptik modulyator (AOM) kiritiladi. AOM tayanch maydon chastotasini va demak, fotodetektor chiqish signali spektrini yuqoriroq chastotali sohaga surib, sekin nomo'tadilliklardan ozod qiladi. Gomodin spektroskopiya metodi qo'llanilganda, qayd etiluvchi nur spektri shaklini moslashtiruvchi funktsiya

$$\langle \bar{E}'_s(t) \bar{E}'_s{}^*(t) \bar{E}'_s(t+\tau) \bar{E}'_s(t+\tau) \rangle$$

bilan aniqlanadi. Buning ko'rinishi lazer nurlanishlari fazoviy chetlanishlariga bog'liq emas. Shuning uchun fazoviy chetlanishlar gomodin spektroskopiya natijalariga ta'sir etmaydi. 2.10 rasmdagi sxemada amplitudaviy chetlanishlar rolini ko'rib chiqaylik. Bu holda fotodetektor chiqishidagi foydali signalni

$$j(t) = ca(t) \bar{E}'_s(t) \exp(-i\omega_0 t)$$

Ko'rinishidagi tayanch maydon amplitudasi chetlanishlar bilan buzilgan. Foydali signal spektral zichligi sochilgan nurlanish spektral zichligi $S_j(\omega)$ va tayanch maydon amplitudasi chetlanishlar $S_a(\omega)$ moslashuvidan iborat ekanini ko'rish mumkin.

$$S_j(\omega) = |c|^2 S_a(\omega) * S(\omega + \omega_0) \quad (2.5)$$

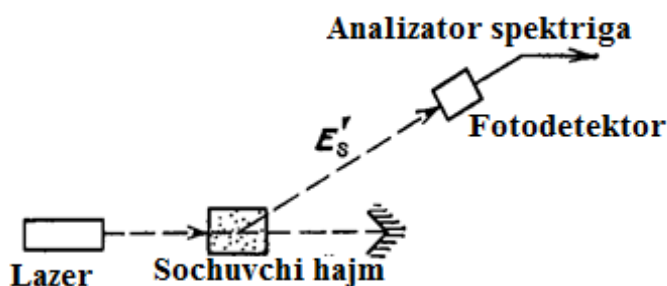
Aytish kerakki, $S_a(\omega)$ -nol chastotada, $S(\omega)$ esa ω_0 chastotada joylashgan. Shuning uchun $S_j(\omega)$ ham 0 yaqinida joylashgan. Foydali signal spektral bo'lagidan tashqari (1.39) ga asosan fototok spektrida yaqinida joylashgan fototokni doimiy bo'lagiga bog'liq bo'lgan deltasimon cho'qqi hamda tayanch

maydoni intensivligi chetlanishlarini to'g'ridan- to'g'ri detektirlash natijasida vujudga keladigan $|c|^2 S_I(\omega)$ spektral bo'laklar mavjud.

Natijada

$$S_I(\omega) = \delta(\omega) + |c|^2 S_I(\omega) + |c|^2 S_a(\omega) * S(\omega + \omega_0) \quad (2.6)$$

ni hosil qilamiz. Odatda, $|c|^2 S_I(\omega)$ kichik bo'lgani uchun uni hisobga olmasak ham bo'ladi. $S_a(\omega)$ chetlanishlarni keng spektrida bizni qiziqtiruvchi sochilgan nur spektri $S(\omega)$ muvofiqlashtiruvchi operatsiyasi natijasida amalda, to'lasini bilan "yuvilib" ketadi. Qaysi bir ma'noda gomodin spektroskopiyada qarama-qarshi holat kuzatiladi. (2.3 rasm)



2.3-rasm. Sochilgan nurlanish spektral tarkibini gomodin usuli bilan ulchash sxemasi

Bu holda sochilgan nurlanish intensivligi $I_s'(t)$ ni

$$I'_s(t) > h(t)I_s(t)$$

Ko'paytma ko'rinishida yozish mumkin. Bunda, $I'_s(t) = |E_s(t)|^2$ monoxromatik yoritishda (podcveta) sochilgan nurlanish intensivligi $h(t)$ uchun lazer nurlanishlar chetlanishlarini hisobga oluvchi had. Statik ma'noda $I'_s(t)$ va $h(t)$ bir-biriga bog'liq emas, shuning uchun $h(t)$ ni sochilgan nurlanish intensivligi doimiyligini o'rtacha qiymatiga nisbatan normallashtirish qulay:

$$\langle I'_s(t) \rangle = \langle h(t) \rangle \langle I_s(t) \rangle = \langle I_s(t) \rangle = \text{const}$$

Bundan $\langle h(t) \rangle = 1$ ekanligi ko'rinadi.

Bularga asosan $\langle h(t) \rangle = 1 + \beta(t)$, $\langle \beta(t) \rangle = 0$ deb yozish mumkin. Demak sochilgan nurlanish intensivligining muvofiqlashtiruvchi koeffitsienti

$$\rho(\tau) = \frac{\langle I'_s(t)I'_s(t+\tau) \rangle}{\langle I_s(t) \rangle^2} = 1 + \varepsilon(\tau) + \varepsilon(\tau)|g(\tau)|^2 + |g(\tau)|^2 \quad (2.7)$$

Bunda $\varepsilon(\tau) = \langle \beta(t)\beta(t+\tau) \rangle$ - Lazer nurlanish intensivligining chetlashishlari koeffitsienti:

$$g(\tau) = \frac{\langle E'_s(t) E'^*_s(t + \tau) \rangle}{\langle I_s(t) \rangle^2}$$

monoxromatik yoritilishida sochilgan maydonning muvofiqlashtirishini kompleks koeffitsienti. Natijada fototok spektri uchun (2.6) ga o'xshash ifodani olamiz

$$S_I(\omega) = c_1 + c_2 \delta(\omega) + c_3 S(\omega) * S^*(\omega) + c_4 [S_I(\omega) * S(\omega) * S^*(\omega) + S_I(\omega)] \quad (2.8)$$

lazer nurlanishlari chetlanishlari spektral zichligi $S_I(\omega)$ bilan bog'liq bo'lgan kvadrat qavsga olingan had paydo bo'lganini ko'ramiz.

Agar $\varepsilon(\tau) = \langle \beta^2 \rangle \exp(-\alpha(\tau))$ deb olinsa,

$$S_I(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \varepsilon(\tau) \exp(-i\omega\tau) d\tau = \frac{\langle \beta^2 \rangle}{\pi} \frac{\alpha}{\omega^2 + \alpha^2} \quad \text{hosil bo'ladi.}$$

Umuman olganda yangi spektral bo'lak fototok ifodasini buzib, $S_I(\omega)$ ni ajratib olishni qiyinlashtiradi. Shunga qaramasdan bunday ajratib olish oson bo'lgan kamida ikki holat mavjud. Birinchisida, $\alpha \ll \Delta\omega$ ($\Delta\omega - S(\omega)$) kengligi, shartga asosan $S_I(\omega) \approx S(\omega)$ ga nisbatan $\mathcal{S}$ - funktsiya rolini o'ynaydi.

Ya'ni, $[S_I(\omega) * S(\omega) * S^*(\omega) + S_I(\omega)] \approx \langle \beta^2 \rangle S(\omega) * S^*(\omega)$ bo'ladi. Natijada fototok spektri $S_I(\omega) = c_1 + (c_2 + c_4 \langle \beta^2 \rangle) \delta(\omega) + (c_3 + c_4 \langle \beta^2 \rangle) S(\omega)$ bo'ladi.

Bu esa monoxromatik yoritishga mos keluvchi spektrdan kam farq qiladi,

$S(\omega)$ ni shakli oson taxlil qilinishi mumkin. Ikkinchi holat ko'rilgan holatga teskari bo'lib, $S(\omega)$ ga nisbatan $S_I(\omega)$ ni spektrini kengligi bilan xarakterlanadi.

$$\alpha \gg \Delta\omega$$

Bunda bizni qiziqtiruvchi $S(\omega) \neq 0$ da, taqriban quyidagicha yozish mumkin:

$$S_I(\omega) = c_2 \delta(\omega) + c_0 + c_3 S(\omega) * S^*(\omega) \quad c_0 \approx 2c_4 S_j(0)$$

demak, bu chastotalar sohasida fototok spektrini shakli lazer nurlanishlari intensivliklari chetlanishlari spektriga bog'liq bo'lmaydi. Bu holat gomodin spektroskopiya uchun keng polosali manbalardan foydalanish shu bilan birga yuqori darajada ajratib olish imkonini beradi. Ammo shovqin - signal nisbati etarlicha bo'lishi uchun, manba lazer yorug'ligiga yaqin bo'lgan yorqinlikka ega bo'lishi kerak. Shuning uchun amalda bunday ishlar uchun lazerlarni qo'llash foydaliroq.

Endi ko'p modali lazer nurlanishlari holatini ko'ramiz. Bunday nurlanish maydoni har xil chastotali, bir-biriga bog'liq bo'lmagan kvazi monoxromatik nurlanishlar superpozitsiyacidan iborat bo'ladi.

$$E(t) = \sum_k a_k(t) \exp(-i\omega_k t)$$

Bizni qiziqtiruvchi fotodetektor chiqish signalini spektral bo'lagi hamma vaqt yoki 0 chastotada yoki yorituvchi nurlanish chastotasiga bog'liq bo'lmagan 0 dan farqli

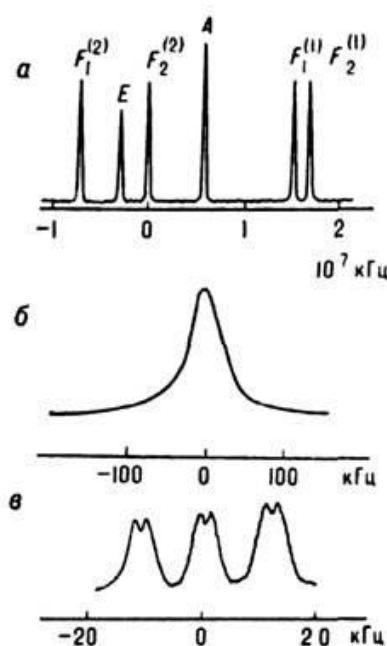
chastotada joylashgan deb hisoblaylik (masalan, akustooptik modulyatorni chastotaviy siljishi)

Shuning uchun lazerni barcha modalari o'zaro bog'liq bo'lmaganliklari sababli o'z shakllarini o'zgartirmagan holda kogerent bo'lmagan holda qo'shib, chiqish signalini alohida-alohida, bir-biriga o'xshash spektral bo'laklarini shakllantiradi.

Bundan tashqari, modalari urinishlari tufayli fotodetektor signali spektrida $|\omega_k - \omega_m|$ chastotali bo'laklar mavjud bo'ladi. Ko'p holatlarda , misol uchun bo'ylamali to'lqinlar urinishlarida bu bo'laklar chastotasi 100MGs dan katta bo'lishi mumkin va ular bizni qiziqtiruvchi sohasiga tushmay qoladi. Bunday holatlarda lazer nurlanishlarining ko'p modaliligi natijalarga ta'sir etmaydi. O'lchashlarga chastotalar farqi bir necha MGs bo'lgan ko'ndalang modalarigina halaqit berishi mumkin.

2.3 Lazer spektroskopiyasining asosiy usullari.

Lazer spektroskopiya usullarning ajrata olish qobiliyati, boshqa usullar singari spektral chiziqlar kengligi bilan aniqlanadi. Gazda past bosimda ajrata olish qobiliyati atom va molekulalarning xaotik harakati natijasida paydo bo'layotgan issiqlik harakati(Debay to'lqinlari) tufayli chiziqlarning doppler kengayishi bilan belgilanadi. Nochiziqli usullar doppler kengayishi ta'sirini bekor qilishga imkon beradi va doppler kenglikka qaraganda ancha tor bir xil kenglikka ega chiziqlarni paydo qilishiga erishiladi. Natijada ~ 500 Gs kenglikka teng bo'lgan chiziqlar paydo bo'ladi. Bu nisbiy ajrata olish qobiliyati zamonaviy spektroskopiyada $\Delta\nu/\nu = 5 \cdot 10^{-12}$ teng qiymatga yetib qoldi. Nochiziqli lazer spektroskopiyasi asosida o'ta yuqori ajratish holatida chiziqlar markazida rezonansni hosil qilish mumkin bo'ladi: to'yingan yutilish usuli, yutilishdagi ikki fotonli rezonans usuli va ajratilgan optik maydonlar usuli shular jumlasidandir. Rezonansning chegaraviy kengligi zarralarning maydon bilan ta'sir vaqti, rezonanslarni aniqlash imkoniyati bilan belgilanadi.

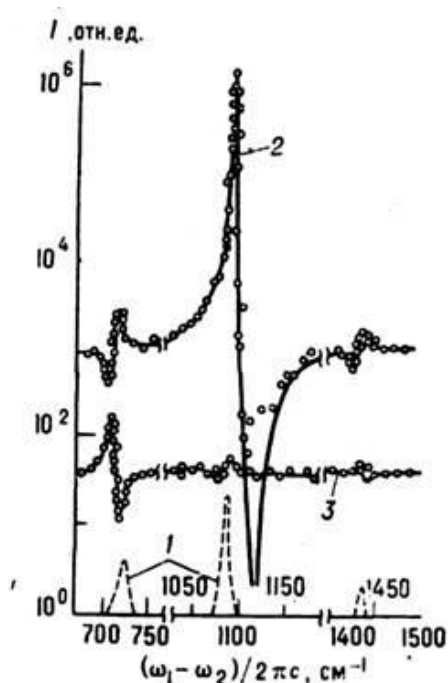


2.4-rasm. Turli ajratish bilan olingan metanning yutilish spektrlari: a – chiziqsimon yutilish spektri, b – metanning $\Gamma_2^{(2)}$ -tashkil etuvchisida nochiziqli rezonansda yutilishi, v – magnit o‘ta ingichka struktura va metanning $\Gamma_2^{(2)}$ - tashkil etuvchisida qaytish dubletlari

Qayd etilgan usullar yordamida optik qaytarish effekti tadqiq etilgan, kuzatilgan (3.1-rasm), spektral chiziqlarning to‘qnashuvlar natijasida kengayishining nochiziqli bog‘liqligi, ularning siljishi, tebranma – aylanmali o‘tishlarda anomal Zeeman effekti, kvadratik Doppler effekti va boshqalar o‘rganilgan. O‘ta ingichka rezonanslar presizion fizikaviy tajribalarni o‘tkazish uchun ishlatiladi. Ularning natijasida nisbiy nostabilligi $\sim 10^{-14}$ ga teng chastotaning optik standartlari yaratiladi. Yangi imkoniyatlarga “sovuq” zarralardan foydalangan holatda erishilishi kutilyapti. SHunday zarralarning ishlatilishi maydon bilan o‘zaro ta’sirlashish vaqtini sezilarli darajada ko‘paytirish imkoniyatini beradi va shuning uchun chegaraviy qiymatdagi tor rezonanslarni hosil qila olinadi. Bunda chiziqli va kvadratik Doppler effektining rezonans kengayishi va siljishiga ta’siri ancha kuchsizlashadi.

Yorug‘lik sochilish spektroskopiyasi Reley (RS yoki RR) va kombinatsion (KS yoki KR) yorug‘lik sochilishiga tegishli ana’naviy muammolarning keng doirasini o‘zining ichiga oladi. Bunga qo‘shimcha nochiziqli sochilish spektroskopiyasining yangi yo‘nalishlarini o‘rganishga qaratilgan masalalarni kiritish o‘rinli bo‘ladi. Lazerlarning ishlatilishi jiddiy tarzda reley sochilish

spektroskopiyasining imkoniyatini kengaytirdi. Buning sababi sifatidagi zichlik, harorat va boshqa parametrlarning fluktuatsiyasining sochilish chiziqlarining har tomonlama to'la o'rganish hamda lazer nurlanish oqimi yordamida o'rganilayotgan muhitning siqilishi hisobiga erishildi deb ko'rsatish mumkin.



2.5-rasm. Lazer spektroskopiyaning turli usullar yordamida olingan CaCO_3 kristallning kombinatsion sochilish yorug'lik spektrlari: 1 – spontan kombinatsion yorug'lik sochilish spektroskopiyasi, 2,3 – faol lazer spektroskopiya chiziqlari (o'zaro ta'sir qilayotgan to'lqinlarning qutblanish vektorlarining turli xil yo'nalishlari yordamida olingan), I – intensivlik, ω_1, ω_2 - kombinatsion chastotalar

Sochilish chiziqlarining shakllarini o'rganishdagi geterodinamik usullari amaliy jihatdan muhim bo'lgan suyuqlik va gazlarning oqimini doppler o'lchash usulini yaratishga turtki bo'ladi. Kombinatsion sochilish spektroskopiyasining sezgirligi ham lazerlar qo'llanilishi bilan bir necha darajaga ortdi, buning natijasi past bosimli gazlarda spektral omil va taxlillar uchun ancha kam moddalar miqdorini ishlatish imkonini ham tug'dirdi. Nochiziqli sochilish spektroskopiyasining eng muhim yo'nalishlari faol lazerli spektroskopiya usullari bilan bevosita bog'liq. Masalan, Mendelshtamm-Brillyuening majburiy sochilishining antistoks va stoks spektroskopiyasi. Mana shular hisobiga an'anaviy usullar yordamida olish ishiloji bo'lmagan ma'lumotlarni olishga imkon berdi. Misol sifatida, kombinatsion sochilishning gaz va kriogen suyuqliklarda o'ta

yuqori ajratishda sirtida adsorbsiyalangan molekulalarni o'rganishga qaratilgan tajribalarni va biz quyiroqda taxlil qiladigan siklik birikmalarning tadqiqotlarini keltirish mumkin (2.5-rasm).

Bu metodlarning natijalari moddalarning xaossalarini, tuzulishini va ularda sodir bo'layotgan barcha jarayonlarning termodinamikasini, mexanizmlarini va kinetikasini o'rganish imkonini beruvchi yagona fizik metodlar hisoblanadi.

Pikosekundli impulslar spektroskopiyasi(PSS) yorug'likning $\sim 10^{-10}$ - 10^{-13} s ga teng quvvatli impulslar metodi esa, boshqa spektroskopiya usullari (kombinatsion sochilish, to'yingan yutilish va shu kabilar) bilan birgalikda ishlatiladi. Pirovardida kondensatsion muhitlarda juda tez sodir bo'ladigan relaksatsion jarayonlarni tadqiq qilishga yordam beradi. Buning misoli sifatida shu muhitlarda faollashgan holatlarning xarakterli(relaksatsiya) vaqtini to'g'ridan – to'g'ri o'rganish imkonini berishini ta'kidlash mumkin.

Har xil holatlar orasida faollashtirishni uzatish va energiya almashinish yo'llari, ularning mexanizmlari aniqlanadi. Bu esa zarralarning to'qnashuv dinamikasini o'rganishda va deyarli barcha turdagi fizik tadqiqotlarni o'tkazishda juda muhim omil hisoblanadi. Energiyaning erkinlik darajalari bo'yicha qayta taqsimlanishi xodisasi buning yaqqol dalilidir. Agar molekulalarning IQ Spektrlaridan tebranish chastotalarini aniqlansa, ularning optik issiqlik sig'implari qiymatlarini hisoblash mumkin bo'ladi.

Kuchli lazerli nurlanishning metall va yarimo'tkazgich sirtiga ta'siri yangi nochiziqli optik effektlar paydo bo'lishiga olib keladi, ya'ni bunday hodisalarni o'rganish tegishli diagnostika usullarini yaratishga turtki bo'ldi. Sirt oldi metall, yarimo'tkazgich va dielektrik qatlamida muvozanatsiz holatlar faollashadi, muhitning optik qabul qiluvchanligi keskin ortishi kuzatiladi. Yorug'lik qaytarilish hodisasi notekis sirtida sodir bo'lsa, garmonikalar generatsiyasi va yig'indisi chastotalar singari nochiziqli optik o'zaro ta'sirli jarayonlar ro'y beradi. Qattiq jismlarda elementar faollashishning relaksatsiya vaqtlari o'lchanadi (poleriton, optik fonon va shu singarilar).

2.4. Lazerlarning fizik tadqiqot metodlarida qo'llanilishi.

Lazerli spektroskopiya deganda – lazer nurlanish manbalaridan foydalangan holda spektrning ko'rish soxasi, infraqizil (IK), ultrabinafsha, radioto'lqinlar diapazonidan gamma nurlanishlar soxasigacha bo'lgan juda keng sohasidagi hodisalarni o'rganuvchi spektral usullar to'plami tushuniladi. Lazerlarning nurlanishi yuqori intensivlikka ega bo'lishi, nurlanishning monoxromatikligi va nur oqimining kichik yoyilishga ega ekanligi, ularning qo'llanilishi tufayli an'anaviy spektroskopiya usullarining imkoniyatlarini keskin oshirib yubordi. Bu masalalarning asoslari yuqorida to'la bayon etildi.

Bundan tashqari, bunday texnik vositalar ishlatilishi umuman yangi fizikaviy prinsiplarga asoslangan samarali tadqiqot usullarning yaratilishiga va keng tadbiiq qilinishiga sabab bo'ldi. Natijada lazer yorug'lik manbalari qo'llaniladigan deyarli barcha spektroskopik metodlarning eksperimental texnikasi ham o'zgardi. Optik spektroskopiyaning ajrata olish qobiliyati kamida 1 mln. marta ortdi. O'lchash aniqliklari ham mos xolda keskin ortib bordi. Spektroskopik metodlarning eksperimental qo'llanish soxasi kengaydi. Kondensirlangan muhitlarda relaksatsion jarayonlarni tadqiq qilish imkoniyatlari (bu jarayonlar $\sim 10^{-12}$ - 10^{-14} s) va ob'ektgacha bo'lgan katta masofalarda spektral taxlil o'tkazish mumkin bo'ldi. Spektrometrlarda juda kichik siljishlarni to'lqin uzunligi aniqligida o'lchash imkoniyatini yaratdi. Bunday yuqori aniqlikda o'lchash soxalarini sanab tugatib bo'lmaydi. Lazerli spektroskopiya usullarini qo'llash sof analitik tadqiqotlardan tashqariga chiqadi, ular hozirda fizikaviy optikada, lazerli kimyoda (lazer nurlanishi yordamida izotoplarni ajratib olishda), optik standart chastotalarni yaratishda va shu kabi ishlarni bajarishda keng ishlatilmoqda.

Modda bilan lazer nurlanishi o'zaro ta'sirlashganda uning yuqori intensivlikka va monoxromatiklikka egaligi tufayli muhitda turli xil noxiziqli hodisalar ham sodir bo'ladi. Eng sodda va muhim noxiziqli jarayon energetik sathlar bandligining to'yinishi majburiy o'tishlar hisobiga ro'y berishidir. Bular asosan maydon bilan muhit elektronlari rezonansli tarzda o'zaro ta'sirlashgandagina sodir bo'ladi. Natijada spektrlarda rezonans yutulish

soxalari(polosalar) paydo bo‘ladi. Har bir yutulish polosasi muayyan xodisalarni o‘zida aks ettiradi.

Spektral chiziqlarning bir xilda kengayishga ega bo‘lmasligi energetik sathlardagi elektronlarning bir xilda taqsimoti buzilishiga va qator effektlarning sodir bo‘lishiga olib keladi. Mana shunday holat sinovchi maydon yordamida qayd etilishi mumkin. Bu maydonning chastotasi silliq tarzda, uzluksiz o‘zgaradi. Natijada sinovchi signal yutilish chizig‘i bir xil kenglikka ega keskin o‘zgaruvchi strukturalar paydo bo‘ladi. Aynan shu effektga to‘yingan yutilishning lazer spektroskopiyasi asoslanadi. Chunki dastlabki, yani tushuvchi nurlar apparat funksiyasi chiziqlarining bir xil kengligi, yutuluvchi yoki ikkilamchi-sochiluvchi nurlar apparat funksiyasi kengayishiga nisbatan ancha kichik qiymatga ega bo‘ladi. Bunda shu usulning qo‘llanilishi barcha lazerli spektroskopik metodlarning ajrata olish qobiliyatini keskin oshirib yuboradi. Natijada ularni moddalar tuzulishini, ularda sodir bo‘luvchi tez, o‘ta tez jarayonlarni o‘rganishga qo‘llash imkoniyatlarini ham kengayishiga olib keldi.

Kuchli lazer nurlari bilan muxit elektronlarining ta’sirlashishi natijasida moddalarda nochiziqli jarayonlar sodir bo‘ladi. Bunday jarayonlar muhitda yuz berayotgan nochiziqli qutblanish tufayli sodir bo‘ladi. Bu xolat qo‘shimcha yutulishlar va spektrlarda yangi yutulish soxalarining paydo bo‘lishiga olib keladi. Mabodo nurlanish modda bilan bir necha chastotalarda ta’sirlashishni sodir etsa, sochilayotgan nurlanishning qutblanishi umumiy, farqli va kombinatsion chastotalarda qutblanish hosil qiladi.

Ko‘p fotonli jarayonlarda esa, rezonans xususiyatlari yutilgan fotonlar chastotalari yig‘indisi real sathlar chastotasiga teng bo‘lganida paydo bo‘ladi. Lazer nurining yuqori intensivligi tufayli sochilishning turli nochiziqli jarayonlarini kuzatish imkoni mavjud. Bu yerda muhim rolni yorug‘likning majburiy sochilishi o‘ynay boshlaydi. Masalan, majburiy kombinatsion sochilish, Mandelshtamm-Brillyuen sochilishi va boshqalar. Nochiziqli sochilishni ko‘p sonli jarayonlar kollektiv jarayonlar(Izing modeli) yoki ko‘p fotonli o‘tishlar bilan tushuntirish mumkin.

Lazer nurlanishining monoxramatikligi va zarrachalar bilan alohida ta'sirlashish xarakteriga egaligi moddaning ma'lum zarralarining kvant holatlarida yaqqol ifodalangan selektiv faollashishni ta'minlab beradi. Bu esa zarralarning maydon bilan o'zaro ta'sirlashishida tegishli rezonans shartlarini bajarilishiga olib keladi. Yutuvchi sistemaning bitta intensiv kogorent monoxramatik nurlanish ta'sirida ichki holatining taqsimoti o'zgarishi, boshqa nurlanish maydonining aks sadosiga ta'sir qiladi. Muhitning fizik xossalari va jarayonlarini o'rganishning mana shunday tadqiqot usuli ikkilangan rezonans spektroskopiyasi deyiladi.

Tushayotgan nurlanish katta intensivlikka ega bo'lganda moddada faollashgan holatlarning katta zichligiga erishiladi. Mana shu vaziyat faollashgan zarralarning fizikaviy – kimyoviy xususiyatlarini keng ko'lamda o'rganish imkoniyatini beradi, ayniqsa atom va molekulalarda sodir bo'layotgan relaksatsion jarayonlarni (faollashtiruvchi lazer nurlanishining ultraqisqa impulslardan foydalangan holda) o'rganishda bunday metodlar xozircha yagona metod hisoblanadi. Lazer nurlanishining kogorentligi mikroto'lqin sohada nostatsionar kogorent jarayonlarni tadqiq qilishda ham qo'llash imkonini beradi.

Lazer nurlanishini fokuslash yordamida kichik (10^{-10} sm³) hajmlarda yig'ilgan moddaning mikromiqdori(juda kam miqdorda)ning spektral taxlilni ham o'tkazish mumkin. Uzluksiz kogorent impulsli nurlanish yordamida atom va molekulalarning kombinatsion va rezonans sochilishi o'rganiladi. Mana shu usul yordamida manbadan uzoq masofada fluoreseksiyaning faollashtirishga erishiladi. Bu o'z navbatida tadqiq etilayotgan ob'ektning atomlar yoki molekulyar tarzda masofadan turib taxlilini o'tkazish imkonini yaratib beradi.

2.5. Lazerli spektroskopiya texnikasi

Lazerli spektroskopiya texnikasi haqida yuqorida to'xtaldik. Turli xil ob'ektlarni tadqiq qilishda chastotasi qayta sozlanadigan (siljiydigan) lazerlar ishlatilishi keng imkoniyatlarni yaratib bermoqda. Amalda optik ko'rinish, IK-diapazonda belgilangan chastotada ishlaydigan bir nechta lazerlardan foydalangan holatda rezonansli va norezonansli o'zaro ta'sirlashish usulidan foydalanib chastotalarni keng oraliqda o'zgartirish mumkin. Hozirgi kunda lazerlar ishlash diapozoni 0,1 dan 100 mkm gacha yetdi. Bugungi lazerlar uzluksiz va impulsli rejimda ishlay oladi, har xil quvvat va parametrlarga egadir. Bo'yoqli, aktivatsiyalangan kristall, bug'i markaziga ega kristall, yarimo'tkazgichli, gazning yuqori bosimida ishlaydigan, spin almashtiruvchi lazerlar turlari mavjud. Ularning aksariyat qismida kuchaytirish kengligida o'zgartirish amalga oshiriladi, chunki shu sohada generatsiyalash mumkin. Masalan, yarimo'tkazgichli lazerlarda diod asosida ishlayotganda to'lqin uzunligini harorat orqali o'zgartirish $0,2 \div 0,5 \text{ mkm}$ diapozonda, ishlash diapozoni $0,6 \div 2 \text{ mkm}$ va quvvati 1-20mVt, generatsiya chizig'i kengligi 1kGs bo'lganda amalga oshiriladi. Lazerli diodlar qo'rg'oshin asosida bo'lganida 3-15 mkm diapozonda ishlashi ro'y beradi. Ayrim holatda, nochiziqli sindirish koeffitsientiga ega materiallarda chastotalar siljishi asosida ishlaydigan usullar qo'llaniladi. Bular chastotalar nochiziqli almashtirish ro'y berganda ishlatilishi mumkin (1986 yilgacha shunday holatlar bo'lgan).

Qayta sozlanadigan chastota va sistemali lazer umuman yangi tipdagi monoxromator yoki spektrometr hisoblanadi. Generatsiyadagi to'lqin uzunliklarining absolyut o'lchovlari maxsus qurilma (λ -metr) yordamida bajariladi. Unda lazer to'lqin uzunligi va etalon solishtiriladi. Etalon sifatida stabillashgan *He-Ne* aralashmasining xosil qilgan to'lqin uzunligi(6328A^0) olinadi. O'lchashlar Maykelson, Fabri-Pero interferometrlari, Fizo plastinkasi orqali amalga oshiriladi. Nisbiy aniqlik bunda $\sim 10^{-7}$ - 10^{-8} % ga teng bo'ladi va bunday qiymat suyuqlik, qattiq jimslarda spektral tadqiqotlar uchun yetarli bo'lsa, o'ta yuqori ajratish spektroskopiya uchun yetarli emasdir. Bu yerda chastotalar qayta sozlanadigan lazerda ishlash chastotasi geterodinli usul bilan o'lchanadi. Bu

o'lchashlar tayanch stabillashgan lazer chastotasiga nisbatan olinadi, chunki uning qiymati aniq. Chastotali o'lchashlar diapozoni fotoqabulqilgich tezkorligi bilan belgilanadi, ko'rinish diapozonda va IK-spektrlar sohasida $\sim 10^{12}$ gacha yetadi. Lazerlarning generatsiyadagi absolyut chastotalarni o'lchash spektroskopiyada nisbiy aniqlik $\sim 10^{-4}$ da o'tish chastotalarni o'lchash imkoniyatini beradi.

Piko-, nano- va subpikosekundli yorug'lik impulsli texnika rivojlanishi lazer spektroskopiya (LS)da keskin ravishda vaqt bilan bog'liq parametrlarni aniqlashda ajrata olish qobiliyati ortishiga turtki bo'ldi. Impulsli qattiq jisimli lazerlar nurlanishni boshqarib, ya'ni nochiziqli yutuvchi yordamida modlarning o'zini – o'zi sinxronlashtirish orqali, bir nechta o'ntalik qisqa muddatli $\sim 10^{-12}$ - 10^{-18} s ga teng bo'lgan impulslar shaklida nurlanishni hosil qilishi mumkin. Mana shu asosda pikosekundli impulslar spektroskopiyasi yaratildi.

Lazerli spektroskopiya usullarning sezgirligi keskin ortishi muhit bilan o'zaro ta'sirlashishda o'zgargan nurlanish xarakteristikalarining o'zgarishini spektral chiziqlarda o'z aksini topishini kuzatish va qayd qilish imkonini berdi, ya'ni intensivlik, qutblanish, nurlanish fazasi, yutilgan energiya miqdori bo'yicha ro'y bergan o'zgarishlarni aniq o'lchashlarni amalga oshirish imkoni paydo bo'ldi.

Eng katta sezgirlikka, yutilgan energiyani qayd etishga asoslangan usullar ham mavjud. Spekrning ko'rish qismida flyurossensiyani kuzatish ancha samarali bo'ladi, chunki bu tartibda shu spekrning qismida joylashgan ayrim atomlarni qayd qilish mumkin (Na, K va boshqalar).

Lazer nurlanishining yuqori intensivligi va boshqa yo'nalganligi kichik yutilishini ($\sim 10^{-6} \text{ cm}^{-1}$) ham o'lchash imkonini beradi. Bunga qo'shimcha ravishda furespektrometr, adsorbsion spektrometrlar (diodli lazerlar asosida bajariladi)da $\sim 10^{-6} \text{ cm}^{-1}$ gacha ajratish qobiliyatiga erishiladi. Rezonanslarning kontrastini oshirish va nochiziqli hodisalarni o'rganish uchun yutuvchi muhitni lazer rezonator ichiga joylashtiriladi (rezonans ichki lazer spektroskopiyasi).

IK – spektr sohasida optoakustik va optotermik detektorlar ishlatiladi. Ularning yordami bilan $\sim 10^{-10} \text{ cm}^{-1}$ gacha yutilgan quvvatni qayd qilishimiz mumkin. Bu lazerning quvvati $\sim 1 \text{ Vt}$ bo'lganida yutilishi $\sim 10^{-10} \text{ cm}^{-1}$ ni qayd

qilishk imkonini beradi. CHegaraviy sezgirlikka yutilishni ionizatsion usullarda kuzatilishi mavjud bo'lib, ya'ni yorug'lik yutilishidan so'ng faollashgan zarra ionizatsiyalangan bo'lib, ion (elektron)lar harakati va xodisalari parametrlari ham o'lchanadi.

Uchqun lazerli spektroskopiya (uls-lues).

Moddaning tarkibini aniqlash uchun ishlatiladigan usullar orasida tarkibni optik spektral taxlil usuli keng qo'llanilmoqda va rivojlanmoqda. Bu usul moddaning ichki energiya o'zgarishida va qayta taqsimlanishida, atom va molekulalarning elektromagnit nurlanishni yutish yoki chiqarish qobiliyatiga asoslanadi. Nemis fizigi Kirxgoff va kimyogar Bunzenlar (1854 y) spektroskop yordamida ishqor metallarni aniqlash bo'yicha birgalikda tayyorlangan ishlari bilan adabiyotlar orqali tanishib chiqqanmiz. Unda mualliflar atomlar yutish va chiqarishda bir xil to'lqin uzunligiga egaligi, har bir kimyoviy elementga o'ziga xos, uning xususiyatini aks ettiradigan chiziqli spektr mavjudligini ma'lum qilishgan. SHu parametr elementning barcha xossalarini xarakterlaydi. Aynan, qayd etilgan bu xususiyat spektral tahlil asosi deb qabul qilingan edi.

Lazerli – uchqunli emission spektroskopiya (LUES) – atom emission spektral tahlil usullardan biri hisoblanib, unda lazerli probay (lazer uchquni) plazmasini qattiq namunalar, suyuqlik, gazli muhit, ko'tarilgan chang va aerozarralarning tahlili uchun ishlatilishi mumkin. Bu metodning atrof muhitni tozaligini, ekologik muammolarni o'rganishda ahamiyati juda kattadir. Ingliz tilida bu usul quyidagicha bo'ladi: Laser – Induced Breakdown Spectroscopy yoki Laser – Induced Plasma Spectroscopy (LIBS yoki LIPS).

Ma'lum lazerli nurlanishning quvvat zichligida tarqalish ro'y berayotgan muhitda optik lazer uchquni hodisasi ro'y beradi. Bunda lazer uchquni sohasida plazma paydo bo'ladi. Uning manbai sifatida lazerli nurlanishni ko'rsatish mumkin. Gazli muhitda joylashgan qattiq jism sirtida normal bosimda lazer nurlanish quvvati zichligi $\sim 10^{10} \frac{Bm}{cm^2}$ ga teng bo'lishi talab etiladi.

Lazerli plazma optik lazer uchquni rivojlanish sohasida joylashgan ion va atomlarning emission spektri hisoblanadi. Lazer plazmaning nurlanish spektral tarkibini qayd etish va emission chiziqlar intensivligini o'lchash element identifikatsiyasini o'tkazishi, uning konsentratsiyasini aniqlash imkonini beradi. Qattiq jismlarning elementar tartibini aniqlashga qaratilgan ishlar 70 – yillarda paydo bo'lib, o'sha vaqtdan beri lazerli uchqun spektrskopiyasi keng qo'llanilmoqda. Keyinroq ushbu usul dengiz suvining tarkibini aniqlash, so'ng fitoplanktonni o'rganishda ishlatildi. Gazli muhit, ko'tarilgan chang va aerozollarni tahlil qilishda-ekologiyada yagona spektroskopik usul sifatida juda samarali ekanligini ko'rsatdi.

Muhitlarda uchqun parametri o'zgarishi

2.1-jadval

Tekshirilayotgan muhit	Lazer tipi	
	Rubidiy (0,69 mkm, $10^{10}Vt \cdot sm^{-2}$)	Nd^{+3} (1,06mkm, $10^{10}Vt \cdot sm^{-2}$)
Gaz		
Havo	20	7
Ar	8	2
He	15	4
N_2	21	9
Suyuqlik		
Dengiz suvi ^a	3,8	10
Dengiz suvi ^b		62
Benzin ^s		4,4
Aralashmalar		
NaCl	15	14
KBr	5,7	5

^a Bosim 1atm, rubidiy, $T_p = 40_{HC}$, Nd^{3+} , $T_p = 40_{HC}$

^b Rubidiy $T_p = 21_{HC}$, Nd^{3+} , $T_p = 50_{HC}$

^s Nd^{3+} , $T_p = 50_{HC}$

^d Rubidiy $T_p = 10_{HC}$, Nd^{3+} , $T_p = 10_{HC}$

T_p - lazer nurlanishi kengligi

2-bob bo'yicha xulosalar

1. Lazerli spektroskopiya deganda – lazer nurlanish manbalaridan foydalangan holda spektrning ko'rish soxasi, infraqizil (IK), ultrabinafsha, radioto'lqinlar diapazonidan gamma nurlanishlar soxasigacha bo'lgan juda keng sohasidagi hodisalarni o'rganuvchi spektral usullar to'plami tushunilar ekan.

2. Modda bilan lazer nurlanishi o'zaro ta'sirlashganda uning yuqori intensivlikka va monoxromatiklikka egaligi tufayli muhitda turli xil noxiziqli hodisalar ham sodir bo'lar ekan.

3. Lazer nurlanishining monoxromatikligi va zarrachalar bilan alohida ta'sirlashish xarakteriga egaligi moddaning ma'lum zarralarning kvant holatlarida yaqqol ifodalangan selektiv faollashishni ta'minlab beradi. Bu esa zarralarning maydon bilan o'zaro ta'sirlashishida tegishli rezonans shartlarini bajarilishiga olib keladi.

4. Tushayotgan nurlanish katta intensivlikka ega bo'lganda moddada faollashgan holatlarning katta zichligiga erishiladi. Mana shu vaziyat faollashgan zarralarning fizikaviy – kimyoviy xususiyatlarini keng ko'lamda o'rganish imkoniyatini beradi, ayniqsa atom va molekulalarda sodir bo'layotgan relaksatsion jarayonlarni (faollashtiruvchi lazer nurlanishining ultraqisqa impulslardan foydalangan holda) o'rganishda bunday metodlar xozircha yagona metod hisoblanadi.

5. Lazer nurlanishini fokuslash yordamida kichik (10^{-10} sm³) hajmlarda yig'ilgan moddaning mikromiqdori(juda kam miqdorda)ning spektral taxlilni ham o'tkazish imkoniyatini beradi.

6. Lazerli spektroskopiya usullarning sezgirligi keskin ortishi muhit bilan o'zaro ta'sirlashishda o'zgargan nurlanish xarakteristikalarining o'zgarishini spektral chiziqlarda o'z aksini topishini kuzatish va qayd qilish imkonini berdi, ya'ni intensivlik, qutblanish, nurlanish fazasi, yutilgan energiya miqdori bo'yicha ro'y bergan o'zgarishlarni aniq o'lchashlarni amalga oshirish imkoni paydo bo'ldi.

7. Oddiy tipik molekulyar spektrlar – yo'l-yo'lsimon (chiziqli) ko'rinishda bo'lib, ultrabinafsha, ko'rinishli va infraqizil sohadagi chiziqlarni qamrab oladi.

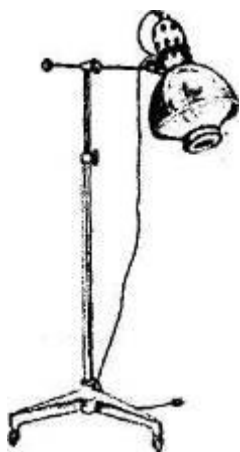
III BOB LAZER NURLANISHINI TIBBIYOTDA UCHRAYDIGAN TURLI KASALLIKLARGA VA BIOLOGIK O'SIMLIK URUG'LARIGA TA'SIRINI O'RGANISH.

3.1. Infraqizil, ultrabinafsha, yorug'lik va lazer nurlari bilan davolovchi tibbiyot apparatlari va ularning odam organizmiga ta'siri

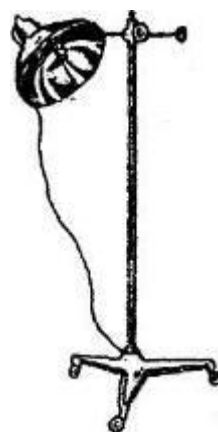
Tibbiyot amaliyotida elektromagnit nurlanish, infraqizil, ultrabinafsha va yorug'lik nurlari bilan davolash usullari lazer nurlari bilan davolashdan ancha oldinroq boshlangan. Infraqizil nur bilan davolanganda to'qimalarda modda almashinuvi tezlashadi, shamollash markazlarining so'rilib ketishiga erishiladi va og'riq qoldiruvchi ta'sir ko'rsatiladi. Turli kasalliklar: shamollash, kuyish va so-vqotishda muskul to'qimalari jarohatlanganda uning og'riqni qoldiruvchi ta'siridan foydalaniladi. Yorug'lik nuri odam organizmiga isituvchi ta'sir ko'rsatib 1sm chuqurlikkacha boradi. Ko'rinadigan nurning turli ranglari markaziy nerv sistemasiga ta'sir qilib bemorning rahiy holatini yaxshilashga yordam beradi. Shuningdek shamollash, radikulit va boshqa kasalliklarni davolashda qollaniladi. Ultrabinafsha nurlarining to'lqin uzunliklariga ko'ra uzun to'lqin uzunligi 400—315 nm, o'rtacha to'lqin uzunligi 315—280 nm va qisqa to'lqin uzunligi 280 nm dan kichik bo'lgan nurlarga bo'linadi. Oftobda yurgan odamning badani qorayishidan xabaringiz bor. Qorayish natijasida teri orqali ultrabinafsha nurning yutilishi 13 dan 8 foizgacha kamayar ekan. Qisqa to'lqin uzunlidagi nurlarni atmosferaning azon qavati kuchli yutib Erdagi o'simlik va hayvonot dunyosini uning zararli oqibatlaridan himoyalaydi. Ultrabinafsha nurlari odam organizmiga kimyoviy ta'sir ko'rsatib moddalar almashinuvida ishtirok etadi va stimullovi natija beradi. Bugungi kunda tibbiyotda lazer nurlaridan ham samarali foydalanilmoqda. Bunda tor to'lqin uzunligi oralig'idagi infraqizil va ko'rinadigan nurlardan foydalaniladi. Lazerning kichik energiyali turlari davolashda, katta energiyali turlari xirurgik operatsiyalarda qo'llaniladi.

Past energiyali lazerlar biostimulyatsiya effektini beradi ya'ni to'qima, qon aylanish sistemalaridagi qonni, hujayralar harakatini faollashtiradi. Bu nurlarning klinik ta'siri, ularni o'tkazish dozalari va boshqa davolash tadbirlari amaliy mashg'ulotlarda va «Fizioterapiya» fanlarida chuqurroq o'rganiladi.

Infraqizil va ko'rinadigan yorug'lik nuri bilan davolovchi tibbiyot texnikalariga davolash muassasalarida ishlatiladigan «Sollyuks» (3.1-rasm), «Infrarush» (3.2-rasm), «Minin lampasi», kichik va katta yorug'lik vannalari kiradi. Ular BK — 44 va VT— 13 markalarga ega. Bu apparatlarning hammasi 220 V kuchlanishda ishlaydi. Ularda



3.1-rasm «Sollyuks» yorug'lik vannasi



3.2-rasm «Infrarush» yorug'lik vannasi

yoritgich lampalari va spirallardan foydalanilgan. Bu apparatlarning hammasida, yorug'lik va issiqlik energiyalaridan to'liqroq foydalanish uchun reflektorlar (yorug'lik qaytargichlar) dan foydalanilgan.

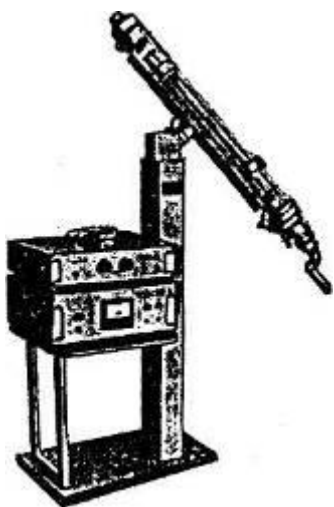
Ultrabinafsha nur bilan davolovchi tibbiyot apparatlari uch xil bo'ladi.

1. tomoq-burunni davolovchi ON—7, OKUF—5, BOP-4;
2. tananing ma'lum bir qismini davolovchi OKN—II, ORK—21 (hozirda ular UGD seriyasi bilan chiqariladi) hamda
3. ko'pchilikni bir vaqtning o'zida davolovchi «Mayak» tipidagi OKB—30 apparatlari shular jumlasidandir. Ushbu apparatlarda DRT—230, DRT—400, DRT—1000 markali simob kvars lampalaridan

foydalanilgan. Ulardan chiqadigan nur ko'zga ta'sir qilgani sababli davolanuvchilardan qora ko'zoynak taqish talab qilinadi. Bu apparatlarning hammasi 220 V kuchlanishda ishlaydi.

Ultrabinafsha nur chiqaruvchi bakterisid lampalarning DB— 15, DB—30, DB-60, Medikor firmasining BLF-12, BLM-12 markali turlari mavjud bo'lib, ushbu lampalar asosan havoni zararsizlantirish uchun ishlatiladi. Ular asosan operatsiya va prosedura xonalarida o'rnatilgan bo'ladi. Ular oddiy kunduzgi yoritish lampalari kabi tuzilishga ega bo'lib, ularda ham kichikroq quvatli simob kvars lampalari ishlatiladi.

Lazer nuri bilan davolanish maqsadida geliy va neon gazi asosida ishlaydigan AGN—106 «Yagoda» apparati (3.3-rasm) va AMLT— 01 magnitolazer apparatlaridan (6-rasm) foydalaniladi. «Yagoda» apparati chiqaradigan lazer nuri 0,63 mkm to'lqin uzunligiga va 12 Vt quvvatga ega. Uning shtativ qurilmasi davolash uchun nurni qulay holatga keltirish imkoniniberadi. Shuningdek uning lazer nuri tushish yuzasini 5—300 m gacha o'zgartirib davolash vaqtini 1—6 minutgacha belgilash mumkin. Og'iz bo'shlig'ikasalligini davolashda «Rascos» apparatidan foydalaniladi. Undan chiqadigan lazer nuri 0,633 mkm to'lqin uzunligi va 15 mVt chiqish quvvatiga ega. AGM—2 «Razbor» nomli universal



3.3-rasm AGN—106 «Yagoda» apparati

lazer qurilmasi koagulyatsiya (kesish) va davolashda qo'llaniladi. Bu

apparat yordamida lazeropunktura, ya'ni biologik aktiv nuqtalarga ta'sir etish ham mumkin. Bu apparatda davolangan vaqtda kasallangan sath maydonchalarga bo'linib ketma-ket ta'sirlantirilishi mumkin, har bir maydonni davolashni 1—5 minut davomida amalga oshiriladi. Davolash usuli va o'tkazish tartiblari fizioterapiya darsida o'rgatiladi. Ayrim holda kombinatsiyalangan ya'ni ham ultrabinafsha ham infraqizil nur bilan davolovchi apparatlardan ham foydalaniladi. Bolgariyada ishlab chiqarilgan TU 1—400—1 markali ultrabinafsha nurlatgich 220 V kuchlanishda ishlaydi. Sarf qilish quvvati 770 VA.

3.2. Tibbiy diagnostika va davolashda qo'llaniladigan lazerli qurilmalar

Xirurg pichog'i – kesadi va payvandlab tikib qo'yadi, badanni kesmasdan operatsiya qilish. Ko'z xirurgiyasida, onkologiyasida, tishni davolashda (bormashina).

Terapiyada – lazerli biorag'batlantirish.

Diagnostika – lazer nuri quvvati va to'liq uzunligini boshqarish orqali organizmdagi to'planib qolgan hamma elementlar, chetlanishlar, qon aylanishi ritmlarini aniqlash.

Sanoat lazerlari paydo bo'lishi bilan jarroxlikda yangi davr boshlandi. Bu borada metallarni lazerda qayta ishlash sohasi mutaxassislarining tajribalari qo'l keldi.

Lazer nuri xirurgiyada to'qimalarni qonsiz kesishlarni bajarishda ishlatiladi, chunki uning ta'sirida kesilayotgan to'qimaning chetlari payvandlanib qolishi natijasida kapillyar qon ketishni oldi olinadi. Onkologiyada rak hujayralarini emirishda ishlatiladi (chunki lazer nuri ularda kuchli yutiladi).



3.4-rasm. Lazer nurini xirurgiyada qo'llanilishi.

Oftalbmalogiyada lazer nuri o'rnidan ko'chgan ko'z to'r pardasini «payvandlashda» va glaukomani davolash uchun ko'z ichidagi suyuqlikni oqizib chiqarish uchun, sklerada mikroskopik teshiklar hosil qilishda ishlatiladi.



3.5-rasm. Oftalbmalogiyada lazer nurini qo'llanilishi

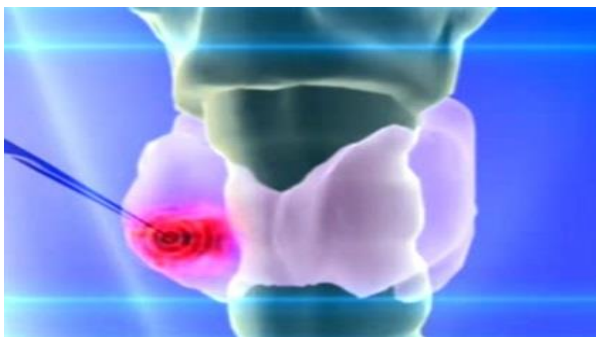
Dermotologiyada gaz lazerining nurlanishidan terapevtik maqsadda qo'llaniladi. Lazer nurlanishining biologik to'qimalarga ta'sirining xususiyatlarini hisobga olib, u bilan ishlash jarayonida tajriba o'tkazuvchiga nurning tushishini bartaraf qilish lozim, (hattoki, biror buyumdan qaytganini ham).

Lazer skalpel avtogen keskich hisoblanadi. Suyaklarni payvandlash – alangalantirish orqali zich payvandlashdir. Muskul to'qimalarini birlashtirish ham payvandlash vositasida amalga oshiriladi. Lazer nurlanishi qandaydir ta'sir ko'rsatishi uchun to'qima uni yutishi lozim. Tibbiyotda eng ko'p qo'llaniladigan lazer karbonat angidridli lazerdir. Boshqa lazerlar monoxromatikdir. Ular isitadi,

parchalaydi yoki ba'zi bir alohida xususiyarga ega bo'lgan to'qimalarni payvandlaydi. Misol uchun argon lazerining nuri shaffof dag'al jismdan erkin tarzda o'tib o'zining energiyasini hujayraga beradi va qizil rangga yaqin rang bilan bo'yaydi. Karbonat angidridli lazer ko'p hollarda qo'l keladi. Masalan, turli rangdagi to'qimalarni bir-biriga payvandlash yoki bir-biridan ajratishda. Ammo bunda boshqa muammo yuzaga keladi. Qon va limfa bilan to'la to'qimalar ko'p suvni o'zida tutib turadi, lazer nurlanishi energiyasi esa suvli sharoitda o'z kuchini yo'qotadi. Lazer energiyasini oshirish mumkin. Lekin bu to'qimalarning kuyishiga olib kelishi mumkin. Jarroxlik lazerlari yaratuvchilari bunday noqulayliklardan qochishlari lozim bu esa uskuna narxini keskin oshirib yuboradi.

Metall payvandlash mutaxassislariga azaldan ma'lumki, ingichka metall qatlamlarini kesishda ular bir- biriga zich turishi kerak, nuqtaviy tutashtiruvchi payvandda esa payvandlanayotgan metallarning mustahkam bo'lishi uchun qo'shimcha bosim zarur. Jarrohlikda bu uslub professor Skobelkin tomonidan qo'llangan. Skobelkin va uning hamkasblari to'qimalarni payvandlashda ularni ma'lum bosim ostida ushlash taklifini bildirdilar. Bu qonni siqish imkonini berardi. Yangi uslubni qo'llash uchun anchagina yangi uskunalar yaratishga to'g'ri keldi. Ulardan bugungi kunda oshqozon ichak jarrohligida, o'pka, jigar ustida bajariladigan jarroxlik amaliyotlarida keng foydalanilmoqda.

3.6-rasm. Lazer skalpel avtogen keskich.



Shiddat bilan rivojlanib borayotgan bugungi kunimizni texnikasiz tasavvur qila olmaymiz. So'ngi yillarda kundalik turmushimizda ham nanotexnologiya, nanoelektronika, nanotibbiyot, nanosensorika atamalariga tez-tez murojaat qilib turamiz. Bu bejiz emas albatta. Bugungi kunda biz mikroduyo imkoniyatlaridan kechib, nanodunyo olamiga qadam qo'ymoqdamiz. Ayniqsa, nanotexnologiya yutuqlaridan tibbiyotda foydalanish dolzarb masala hisoblanadi. Ayni vaqtda tibbiyotda jumboq bo'lib turgan masalalarni nanorobotlar orqali bartaraf etish mumkin. Oddiygina bir misol, agar tanamizning biron a'zosi og'risa, albatta og'riq qoldiruvchi tabletka iste'mol qilamiz, turgan gapki, u shikastlangan organdan tashqari, shikastlanmagan sog'lom a'zolarimizga ham o'z ta'sirini ko'rsatmay qolmaydi. Nanorobotlarning afzallik tomoni shundaki, ular faqat zararlangan hujayralar bilan ishlaydi va ularni qayta tiklaydi. Tabletka ko'rinishidagi nanorobotlar ichilganda yoki oddiy shprist yordamida in'eksiya qilinganda, ular qonga tushib, tarqaladi va shikastlangan hujayraga yo'naladi. O'z ishini bajarib bo'lgan nanorobot insondagi biologik yo'l bilan tanadan chiqib ketadi yoki bir qismi organizmda doimiy "navbatchilikda" qolishi mumkin. Nanorobotlarning nazoratdan chiqib ketishi, to'xtovsiz o'z-o'zini replikasiya qilishi muammolariga kelsak, robotlar organizmdan tashqarida yasaliib, ularni tanaga kiritish va chiqarib yuborish zarurat tufayligina amalga oshiriladi. Agar qandaydir nanorobot organizmda qolib ketsa ham, uning o'z-o'zini ko'paytirish funksiyasini o'chirib qo'yish qiyin emas.

1996-yil Kris Feniks forumda "Inson qoni 500 trln. robotlar bilan almashtirilsa, nima bo'ladi?" degan xabar qoldirdi. Bu "aqlga sig'mas" masala R.Fraytas bilan uzoq davrli hamkorlikka olib keldi va natijada "Roboblood" (Robototexnik qon) nomli asar 2002-yilda nashr qilindi.

"Roboblood" - juda aniqlikda hisoblab chiqilgan tibbiyot nanorobotlarining majmuasini loyihasi bo'lib, ular inson tanasida yashash va faoliyat ko'rsatish imkoniyatiga ega bo'lgan, qonning har xil vazifalarini, jumladan, nafas gazlar sirkulatsiyasi, glukozalar, gormonlar, chiqindilar, hujayralar tarkiblovchilari, sitoplazmaning bo'linishi kabi vazifalarni bajaradi.

Inson faoliyat turiga qarab, 500 trln. mikroskopik nanorobotlar tarkibiga kirgan, og'irligi 2 kg bo'lgan "Roboqon" 30-200 Vatt energiya talab etadi. Tizim qon tashuvchi tomirlar tuzilishiga to'la mos keladi va tabiiy qon tomirlarni to'la almashtirishi mumkin. Ular almazoiddan yoki shunga o'xshash biomas keluvchi moddadan olinadi va energiyani glukoza xamda kisloroddan olishadi. Mana shu robotlashgan qon oddiy odamga qanday afzalliklar beradi? Imkoniyatlari bisyor: bu kasal tarqatuvchi mikroblar bilan kurashish, tomirlarni doimiy "tozalash" va mustahkamlash, venaning varikoz kengayishi va boshqalar. Shikastlangan hujayralarni avtomatik usulda davolash, hattoki kasal genlarni yangisi bilan almashtirish kabilar.

3.3 Dermotolodik kasallik --- Psoriazni davolashda Lazer nurini ta'sir mexanizmlarini o'rganish.

Hozirgi zamon tibbiyotida lazerli uskunalar keng qo'llanilmoqda. Shuning uchun lazer nurlanishini bioto'qimalar bilan ta'sir mexanizmlarini o'rganish ko'p kasalliklarni davolashda muhim ro'l o'ynaydi.

Masalan: Xirurgik lazerlar ta'sirida tirik to'qimaning jarohatlanishi yoki o'lishiga olib keladi, yutilish energiyasining yuqori zichligida to'qimalarni "Ablyatsiya"si kuzatiladi. Ablyatsiya bu --- biror bir sirtidan moddani olib tashlash manosini beradi.

Bugungi kunda lazer nurlanishini bioto'qimalar bilan o'z aro ta'siri shuningdek undagi ablyatsiya jarayoni kam o'rganilgan soha hisoblanadi. Asosan lazer nurlanishini bioto'qimalar bilan ta'sir mexanizmi 4 guruhga bo'linadi.

1. Issiqlik mexanizmi. Bunda ,uncha kata bo'lmagan nurlanishning yutilishlari asosan yumshoq to'qimalarda --- suvda sodir bo'ladi. Yutilgan energiyaning hammasi issiqlikka aylanadi.
2. Portlash ta'sir mexanizmi. Bunday mexanizmni suv bilan boy bo'lgan yumshoq to'qimalarga Infraqizil (IQ) lazerlar lazerlar ta'sirida namoyon bo'ladi(uzluksiz ta'sirga ega CO₂ lazer) CO₂ lazer nurlanishini to'qimada mavjud suv molekulalari tomonidan jadal yutilishi kuzatiladi. Bunday holatlarda sirtning yupqa qatlamida suvning tezlik bilan qiziganligi kuzatiladi. Natijada ablyatsiya yuz beradi. Ablyatsiya jarayonida ablyatsiya kraterlarini shakllanishi sodir bo'ladi. Shunda toqimadan qizdirilgan modda

bilan birgalikda energiyaning kata qismi yo'qotiladi. Krater atrofidagi yupqa qatlamli qizdirilgan soha paydo bo'ladi.

3. Lazer nurlanishlarining qattiq to'qimalarga ta'siri. Mazkur mexanizm IQ lazerlarni qattiq to'qimalarga (suyak, emal, tishning dentini va h.k) ta'sirida ro'y beradi. Bu mexanizm oldingi mexanizmlarga o'xshash, lekin o'ziga xos xususiyatlarga ega:

- 1) Emalning termik buzilish chuqurligi uncha kata emas. (75 mkm dan kam).
- 2) Ablatsion kraterlarni sirtida ablirlangan moddaning cho'kmasi hosil bo'lishligi va turli kristalik sohalarni paydo bo'lishi.

4. Ultrabinafsha (UB) diapazondagi lazer nurlanishini biologik to'qimalarga ta'siri.

Bunda ko'proq eksimer lazerlari ArF (nurlanishning to'lqin uzunligi) $\lambda = 193nm$ $XeCl$ ($\lambda = 308nm$) kamroq CrF ($\lambda = 248nm$) lar qo'llaniladi. Shuningdek 211-355 nm diapazondagi to'lqin uzunliklarda ishlovchi Eksimer lazerlar ham qo'llaniladi. IQ lazerlardan farqli ravishda UB nurlanishli lazerlar suvda deyarli yutilmaydi. $XeCl$ lazerining nurlanishi yumshoq va qattiq to'qimalarning ko'zga tashlanmas komponentalari tomonidan intensiv yutiladi. ArF lazerining nurlanishi oqsillar va DNK hujayralari tomonidan kuchli yutiladi. Shuningdek bunday yutilish ko'z olmasining shox pardasi shaffof to'qimasi tomonidan ham ya'ni biriktiruvchi to'qima bo'lgan kollogen tomonidan ham yutiladi.

Psoriaz kasalligi bilan qisqacha tanishib o'tamiz.

Psoriaz kasalligi



3.7 rasm

Psoriaz so'zi yunoncha bo'lib, qichima degan ma'noni anglatadi. Oddiy xalqorasi bu kasallik qo'tirli temiratki, qichima deb ham ataladi. Teri kasalliklari ichida to'p-to'p yoki sochma ko'rinishda uchraydigan temiratki guruhiga kiruvchi bu kasallik og'ir va o'jar dard hisoblanadi.

Psoriaz xastaligi nafaqat teri kasalligi, balki organizmning umumiy kasalligi bo'lib, ichki a'zolarining ham shikastlanishi kuzatiladi. Kasallikda asab tizimi, endokrin tizim va jigarda o'zgarishlar kuzatiladi.

Kasallik ob-havoga ham bog'liq. Yoz oylari ayrim bemorlarda psoriaz o'choqlari butunlay so'rilib ketadi. Ba'zilarida esa quyosh nurlari ta'sirida kasallikning qo'zg'alishi kuzatiladi. Uchinchi guruh bemorlarda bahor va kuz oylarida kasallik qo'zg'aladi.

Kasallik qo'zg'alishiga sabab bo'luvchi omillar:

1. Yuqumli kasalliklar (gripp, o'tkir respirator virusli kasalliklar, suvchechak, yuqumli parotit kasalligi, gepatit kasalligi);

2. Pnevmoniya, piyelonefrit va boshqalar;

yiringli otit, surunkali tonzillit, gaymorit, frontit, tishlar kariyesi va boshqalar;

kuchli qo'rquv va hayajonlanish;

3. stresslar;

4. ruhiy siqilishlar;

5. ayrim dori vositalari;

6. parhezning buzilishi va b.

Kasallik belgilari

Bunda terida pushti rangdagi, chetlari tekis, yallig'langan dog'lar kuzatiladi. Toshmalar boshning sochli qismida ham kuzatilishi mumkin. Dog'lar atrofidagi teri biroz qizaradi. So'ngra dog' asta-sekin kattalashib boradi. DoQlar bir — biriga qo'shilishga moyil bo'ladi. Dog'lar ko'pincha simmetrik tarzda joylashib, qo'l-oyoqlarning tashqi sathida uchraydi. Davriy ravishda qatqaloqlar hosil qiladi. Bu dog'lar ko'pincha terining ko'p ishqalanadigan sohaslarida kelib chiqadi. Masalan: yuz terisi, jinsiy a'zolar sohasida, tabiiy burmalar atrofida, dumbalar sohasida.

Bu kasallikni keltiruvchi omillar: Qovurilgan, yog'li ovqatlar, qazi, kabob, tuxum, sut, qandolatchilik mahsulotlari, do'kon shirinliklari, qahva, kakao; Hatto mahsulotlar meyorida iste'mol qilingan taqdirda ham, ularning kuch-quvvati sarf qilinmay yoki juda kam miqdorda sarf qilinib boradi. Yillar o'tishi bilan badanda bunday kuchli ovqatlarning quvvatlari ko'payib, qatlamlashib boradi. Bu hol asta-sekin qonni qizdira borib, kasallikni keltirib chiqaradi.

nasliy moyillik;

ichki a'zolar kasalliklari;

iqlimiy sharoitlar;

moddalar almashinuvi buzilishi kasalliklari va b.

Kasallik turlari

1. Inson badanining hamma yeriga sochma holda toshib ketuvchi xili.

2. Badanning ayrim joylarida to'p-to'p holda bo'rtib chiqqan shakldagi xili.

Qo'tirli qichima nasliy bo'lishi ham mumkin. Lekin ko'pincha noto'g'ri ovqatlanish tufayli kasallik orttirib olinadi. Kasallik ko'pincha surunkali kechadi va tez-tez qaytalanib turadi. Bolalarda kasallik ko'pincha qish oylarida qaytalanadi.

Qo'tirli qichima turli yoshdagi odamlarda uchrashi mumkin. Lekin u ko'proq 50 yoshdan o'tgandan keyin boshlanadi.

Oxirgi yillarda psoriaz kasalligini davolashda lazerterapiya usuli ham qo'llanilmoqda.

Kasallik qanday davolanadi?

Organizm sezuvchanligini pasaytiradigan dorilar buyuriladi (suprastin, kalsiy glyukonat);

Kasallikning og'ir turlarida gormonal vositalar beriladi (prednizalon);

Teriga malham dorilarni surtish tavsiya etiladi (bolalar kremi, oltingugurtdan tayyorlangan malhamlar, salitsilat malhami, ixtiolli malhamlar va b);

Vitaminlar. Masalan: tarkibida A, E, PP vitaminlarini saqllovchi kompleks vitaminlar.

Tinchlantiruvchi vositalar — novopassit, sedonik va b.

Kasallikning ayrim turlarida tarkibida gormonlarni saqllovchi malhamlar buyuriladi. Oromgohlarda davolanish, dengiz va ko'llarda cho'milish, serovodorodli hovuzlarda davolanish buyuriladi.

Yuqorida qayd etilganidek psoriaz kasalligini davolashga turli dorivor moddalar,garmonal vositalar, teriga malham dorilarni surtish,tinchlantiruvchi dori

vositalarini qo'llanilishi qayt etilgan. Mazkur dorivor moddalar ayniqsa garmonal preparadlar organizmda uchraydigan jarayonlarga salbiy ta'sir ko'rsatishlari mumkin. Shuning uchun tashqi fizikaviy omillar yordamida psoriaz kasalligini davolash bugungi kunda dolzarb hisoblanadi.

Shu munosabat bilan biz tomonimizdan psoriaz kasalligini davolashda lazer nurlanish, ta'sirini o'rganish maqsad qilib olindi. Buning uchun 5, 10, 50, 80, 150, 600 Hz chastotaa diapazonda lazer nurlanishini xosil qiluvchi "МИЛТА Ф 8 – 01" rusumli davolovchi lazer uskunasi tanlab olindi.

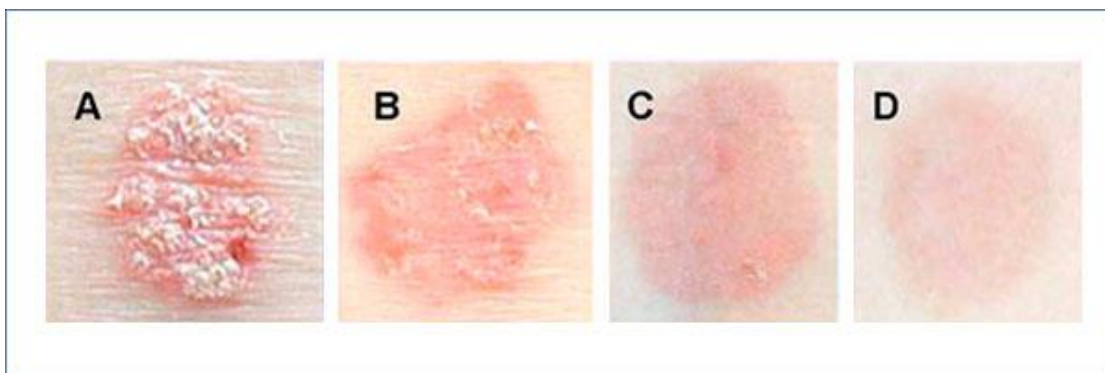
Aparat keng miqyosdagi kaslliklarni davolash uchun yaratilgan bo'lib bu aparat yordamida bemorga doimiy magnit maydoni, impulsli lazer va uzluksiz yorug'lik nurlanishlari bilan, yaqin infraqizil nurlanishlar bilan ta'sir qilishga mo'ljallangan bo'lib, shuning bilan bir vaqtda teri qatlamlaridan qaytgan IQ nurlanishlarni qayta ishlash yo'li bilan tashxis qilishga mo'ljallangan. aparatning texnik xarakteristikalari quydagicha:

1. Aparat 220 V li va 50 Hz o'zgaruvchan to'k manbasi bilan ta'minladi.
2. Tarmoqdan olinadigan quvvat 35 W ni tashkil etadi.
3. Magnit induksiyaning magnit o'qidagi qiymati 20 – 80 mTl diapazonida.
4. Yorug'lik diodlarini nurlanishning maksimal yig'indi quvvati 100 mW dank am bo'lmaydi, quvvat zichligining maksimal qiymati, 30 mW/sm² dan kam emas.
5. Lazerning terminaldan chiqayotgan o'rtacha nurlanish quvvati 5 kHz chastoda 2 mW dank am emas, o'rtacha quvvat zichligining maksimal qiymati 0.5 W/sm²
6. Lazer nurlanishining impulsli qiymati 5W dan kam emas.
7. Impulsli lazer nurlanishining takrorlanish chastotalari. 5, 10, 50, 80, 150, 600, 1500, 5000 Hz.
8. Aparatning nurlanish rejimidagi bir karralik ekspozitsiyasida davomiyligi diskret bo'lib, uning davomiyligi 0.25 – 15 minutgacha.
9. Lazer va yorug'lik diodlarining nurlarining to'lqin uzunliklari 0.85 dan 0.89 mkm gacha.



Terining psoriaz soxasiga 50,80,150 Hz li va $1\text{mW}/\text{sm}^2$ quvvatga ega bo'lgan, lazer nurlanishi bilan ta'sir ko'rsatildi. Ta'sir impulsli rejimda amalga oshirilganligi uchun, har bir impulsning davomiyligi 0.5 daqiqani tashkil etdi. Umumiy tasir etish vaqti esa kasallik darajasiga ko'ra 8 – 12 daqiqani tashkil etdi.

Qayd etilgan chastotalarda va quvvatda teriga ta'sir ko'rsatilganda psoriaz dog'larini kamayishi kuzatildi. Bunday natijaga 7 tadan 12,13 tagacha bo'lgan seanslar natijasida erishildi. Bizning taxminimiz bo'yicha teri to'qimasida psoriazni keltirib chiqaruvchi omillarga lazer nurining yuqorida aytib o'tilgan issiqlik ta'sir mexanizmi asosida shu soxadagi moddalar almashinuvi jarayonlari yaxshilanishi deb deb faraz qildik. (3.8 - 3.12- rasmlar)



(3.8- rasm)

O'tkazilgan terapiya, turli darajada psoriaz bilan hastalangan bemorlarning 12 nafarida o'tkazildi.



(3.9-rasm)



(3.10-rasm)



(3.11-rasm)



(3.12-rasm)

Lazer nurlanishining bunday kasallikka ijobiy ta'sir etish sabablari va mexanizmlarini yanada chuqurroq o'rganish va taxlil etish kelgusidagi tadqiqodlar rejasida nazarda tutilgan.

3.4.Lazer nuri yordamida o'simlik urug'larini unib chiqishini faollashtiruvchi omillarni o'rganish.

O'simlik urug'lariga lazer nurlari ta'sirini o'rganish uchun sun'iy mutatsiya haqidagi tasavvurlarimizni kengaytirib olaylik.Chunki bu usul, urug'larni sun'iy mutatsiyaga uchratishning bir metodi hisoblanadi.

Sun'iy mutasiyalar deb, kishilar tomonidan sun'iy ravishda hosil qilinadigan mutasiyalarga aytiladi. Sun'iy mutasiyalar seleksiya ishida 1920 yillarda boshlab qo'llanilmoqda. 1928- 1932 yillar A.Sapegin va L.Delonelar rentgen nurlari ta'sir ettirib bug'doyning yangi navlarini yaratishi bilan radiasion mutasiyaga asos solindi. Keyingi yillarda Shvesiya, Rossiya, Xindiston, Yaponiya, AQSh, Fransiya sun'iy mutasiyalardan keng foydalanilmoqda.

Hozirgi vaqtda sun'iy mutasiyalardan seleksiyada foydalanishning 2 usuli mavjud:

- 1.Eng yaxshi navlarning mutasiyalarini hosil qilib ulardan to'g'ridan - to'g'ri foydalanish asosida yangi navlar yaratish.
- 2.Eng yaxshi navlarning va uzoq formalarning sun'iy mutasiyalarini hosil qilib ularni boshqa navlar bilan chatishtirish asosida yangi navlar yaratish.

Sun'iy mutasiyalarni hosil qiluvchi omilga mutagen deb aytiladi. Seleksiyada fizikaviy va ximiyaviy mutagenlardan foydalaniladi.

Fizikaviy mutagenlar – ionizasiya, alfa, betta, gamma, rentgen, lazer nurlari, neytronlar, ultrabinafsha nurlar, ultra tovushlar, o'ta past va o'ta yuqori harorat kiradi. Ularning dozasi, yani ta'sir etuvchi miqdori o'simlikning turi, navi, yoshi va boshqa omillarga qarab 5-200 kr (kilorentgen) bo'ladi. Gamma va rentgen nurlari uruqqa ta'sir ettirilsa ularning dozasi 5-10 kr dan oshmasligi kerak.

Ionlashtiruvchi nurlarning dozalari ekinning turiga va ishlov beriladigan o'simlikning organiga bog'liq. Ekin urug'lari uchun rentgen va gamma nurlarining kritik dozalari KR (kilorentgen) hisobida quyidagicha:

Pomidor urug'i – 18-20

Bodring urug'i - 30-50

Karam urug'i - 50-100

Sabzi urug'i - 40-80

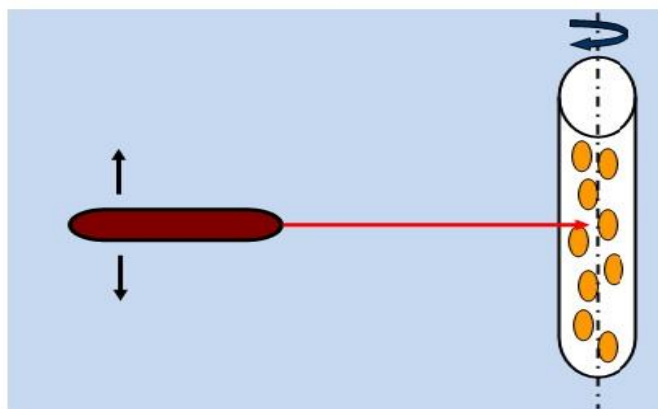
No'xat va loviya urug'i –5 –15

Turp urug'i – 100

Bugungi kunda respublikamizda qishloq xojaligini rivojlantirish va shu orqali aholi turmush farovonligini oshirishga qaratilgan islohotlar keng miqyosda olib borilmoqda. Ushbu maqsad yo'lida qiliniyotgan amaliy ishlar ham o'z samarisini ko'rsatmoqda. Respublikamiz hususan viloyatimizda issiqxonachilik faoliyatini aholi o'rtasida keng joriy qilish yo'lga qo'yilgan. Shularni inobatga olgan holda issiqxonalarga sifatli va ertapishar urug'lar va navlarni yaratishga bo'lgan talablar ham ortib boradi.

Yuqoridagi fikrlarga asoslanib biz tomonimizdan bodring urug'larini lazer nuri yordamida faollashtirishga mo'ljallangan uskuna yaratishga muvaffaq bo'lindi va ijobiy natijalarga erishildi.

Lazer nuri bilan faollashtirilgan bodring urug'larini unib chiqishida, an'anaviy issiqlik bilan ta'minlash usullariga qaraganda, taklif etilayotgan usulda urug'larning unib chiqish tezligi ortganligi kuzatildi. Hozirda ushbu ish ustida izlanishlar olib borish davom etmoqda. Lazer nuri ta'sir ettirilgan urug'lar namunalari urug'larning genetik mutatsiyaga uchragan yoki uchramaganligini aniqlash maqsadida Andijon qishloq xo'jaligi instituti seleksiya ilmiy laboratoriyasiga taqdim etildi va natijalar kutilmoqda.



Lazer nuri bilan urug'larni faollashtiruvchi uskunani sxematik ko'rinishi
(3.13-rasm).

3-bob bo'yicha xulosalar

1. Infraqizil, ultrabinafsha, yorug'lik va lazer nurlari bilan davolovchi tibbiyot apparatlari va ularning odam organizmiga ta'siri atroflicha o'rganildi va taxlil etildi.
2. Tibbiy diagnostika va davolash amaliyotida qo'llaniladigan lazerli uskunalar tuzilishi, turlari, tasnifi va qo'llanilishlari o'rganildi.
3. Dermotolodik kasallik --- Psoriazni davolashda Lazer nurini ta'sir mexanizmlarini o'rganildi. Psoriaz haqida tushinga ega bo'lindi. Yangi davolovchi dozalar izlab topildi va davolash amaliyotiga tadbiq etildi.
4. Seleksiya va sun'iy mutatsiya qilish usullari o'rganilib shular asosida yangi metod va uskuna yaratilishi arafasida ekanligi ma'lum qilindi.

Umumiy xulosalar

1. Lazerlarning kashf qilinish tarixi, lazerlarning turlari, konstruksiyalari, lazer spektroskopiya metodlari asoslari, Akustik spektroskopiya, dielektrik radiospektroskopiya va infraqizil nurlar spektroskopiyasi (IKS) usullarining mazmuni va mohiyati o'rganildi

2. Muallif mavzuga bag'ishlangan ilmiy monografiyalarni o'qish bilan bir vaqtda, internet ma'lumotlari asosida hozirgi o'quv qo'llanmalariga kirmagan ko'plab ilmiy ma'lumotlarni to'pladi va o'rgandi.

3. Ushbu dissertasiya ishida spektroskopik metodlarning zamonaviy fizika taraqqiyotidagi tutgan o'rni, lazerlarning qo'llanilishi bilan spektroskopik metodlar imkoniyatlarining keskin ortganligi, ularning moddalarda sodir bo'luvchi jarayonlar kinetikasi va mexanizmlarini o'rganish borasidagi beqiyos imkoniyatlari haqidagi masalalar qisqacha bayon qilindi.

4. Ma'lumki spektroskopik metodlar moddalar tuzilishi, ularda sodir bo'luvchi deyarli barcha molekulyar jarayonlarni o'rganish imkonini beruvchi yagona metodlardan hisoblanadi. Hech bir tadqiqot metodi spektroskopik metodlarchalik keng ko'lamli ma'lumotlarni olish imkonini bermaydi.

5.Shu vaqtgacha olib borilgan deyarli barcha spektroskopik tadqiqotlarning natijalarini tahlil qilishda mazkur tadqiqotchilar kuzatilayotgan yoki o'rganilayotgan jarayonlarning faqat faollik (ΔE^*) energiyasinigina hisoblab mulohaza yuritib kelishgan xolos. Spektroskopik metodlar yordamida turli spektrlari tadqiq etilgan deyarli barcha moddalar va aralashmalarning termodinamik xossalari ham juda kam o'rganilgan.

6.Akustik, dielektrik, infraqizil, Mandelshtamm-Brillyuen, YAMR, EPR va boshqa spektroskopik metodlarning har biri muayyan chastota diapazonini, ya'ni muayyan xarakterli sodir bo'lish vaqtiga ega bo'lgan jarayonlarnigina o'rganish imkonini beradi. Demak, muayyan moddani mukammalroq o'rganish uchun imkon boricha ko'proq spektroskopik metodlarni qo'llash kerak ekan.

7. Infraqizil, ultrabinafsha, yorug'lik va lazer nurlari bilan davolovchi tibbiyot apparatlari va ularning odam organizmiga ta'siri atroflicha o'rganildi va taxlil etildi.

8.Tibbiy diagnostika va davolash amaliyotida qo'llaniladigan lazerli uskunalar tuzilishi,turlari,tasnifi va qo'llanilishlari o'rganildi.

9.Dermotologik kasallik --- Psoriaz dog'ini davolashda Lazer nurini ta'sir mexanizmlarini o'rganildi.Psoriaz haqida tushinga ega bo'lindi. Yangi davolovchi dozalar izlab topildi va davolsh amaliyotiga tadbiq etildi.

10.Seleksiya va sun'iy mutatsiya qilish usullari o'rganilib shular asosida yangi metod va uskuna yaratilishi arafasida ekanligi ma'lum qilindi.

11.Bajarilgan amaliy ishlar O'zbekiston axborot agentligining rasmiy sayti uza.uz da e'lon qilindi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘XATI

Siyosiy-metodologik adabiyotlar

1. I.A.Karimov. Barkamol avlod O'zbekiston taraqqiyotining poydevori. Toshkent. "Sharq ". 1998y.
2. I.A.Karimov. "Yuksak ma'naviyat yengilmas kuch"., Toshkent. "Ma'naviyat". 2009y.

Asosiy metodik va ilmiy adabiyotlar

1. Байбородин Ю.В. Основы лазерной техники К. 1988.-383 с.
2. Робинсон П., Холбрук К. Мономолекулярные реакции.-М. Мир,1975
3. Шахпаронов М.И. Механизмы быстрых протсессов в жидкостях. М. Высшая школа, 1981.
4. Артиков А. и др. Акустическая спектроскопия метод исследования «обичних» медленних химических реакций. // Вестник Московского Университета сер2. Химия 1973. т19. №4 с-423
5. Артиков А. и др. Акустическая спектроскопия -метод изучения активного комплекса реакции етери-фикатсия укусной кислоты изобутиловим спиртом.// Журнал физ. химии. 1973. 52. №7 с.1610-1613
6. Артиков А. и др. О кинетике и механизмах акустической релаксатсии в жидких шестичленних алитсиклических кетонах. // Журнал физ. хим. 1988, т 62, №2. с. 451-471.
7. Артиков А. и др. Спектроскопические исследования строения циклогексана и его замещенних // АДУ илмий хабарномаси. №2.2011. 9-14
8. Артиков А. и др. О строении конденсированних фаз циклогексана и динамика ее перестройки в ходе теплового движения // АДУ илмий хабарномаси. №3.2011. 17-
9. Д.Ж.Бёрхолм – «Нелинейная спектроскопия» М., «МИР», 1979 г.
10. А.В.Андреев, В.И.емилянов, Ю.А. Илинский – «Кооперативные явления в оптике». М., «Наука», 1988 г.
11. В.С.Летохов – «Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения». М., «Наука» 1990 г.512с.

12. В.С.Летохов, В.П.Чеботаев. Принципы нелинейной лазерной спектроскопии. -М.Наука,1975,280с.
13. Попов А.К. Введение в нелинейную спектроскопию. Новосибирск., Наука., 1983,274с.
14. İlmîy jurnallar WWW.informat.ru
15. Крылов И.Р. Нелинейная лазерная спектроскопия.СПб ГУ.1985.
16. Попов А.К. Субдоплеровская нелинейная лазерная спектроскопия. Новосибирск. //Соросовский Обозревателный Журнал.№5,1998.С.102-109.
17. Делоне Н.Б. Нелинейная оптика //Соросовский Обозревателный Журнал.1997.№3.С.93-99.
18. Делоне Н.Б. Многофотонные процессы. //Соросовский Обозревателный Журнал.1996.№3.С.75-81.
19. Слабко В.В. Рентгеновский лазер: Возможности реализации //Соросовский Обозревателный Журнал.1997.№1.С.79-86.
20. Попов А.К. Лазерная спектроскопия, ограниченная доплеровским уширением // Соросовский Обозревателный Журнал.1998.№3.С.105-111.
21. Шалагин А.М. Эффект светоиндуцированного дрейфа газов. // Соросовский Обозревателный Журнал.1996.№6.С.108-114.
22. Шахпаронов М.И. Методы исследования теплового движения и строения жидкостей. -М.МГУ.1963.
23. Фабелинский И.Л. Молекулярное рассеяние света. -М.Наука.1975.
24. Физическая акустика под ред. У.Мезона.-М.Мир.1968.Т.1.ч. А.,Т.2.ч.А.
25. Михайлов И.Г., Соловев В.А., Сирников Ю.П. Основы молекулярной акустики. -М.Наука.1964.
26. Ноздрев В.Ф., Федорищенко Н.Ф. Молекулярная акустика. -М.Висшая школа.1974.
27. Мандельштам Л.И. Лекции по оптике.-М.Наука.1987.
28. Гинзбург В.Л. О физике и астрофизике.-М.Наука.1985

29. Вейко В.П., Петров А.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии.— СПб: СПбГУ ИТМО, 2009 – 143 с
30. Дюли У. Лазерная технология и анализ материалов. Пер. с англ.- М.: Мир, 1986, С. 504.
31. С.А. Серебряков. Лазерные технологии в медицине. Санкт-Петербург. 2009
32. Qahhorov Jamshid. Lazerli spektroskopiya va modda tuzulishini o'rganish istiqbollari. magistrlik dissertatsiyasi . Andijon 2014
33. Lazer fizikasi. O'. Abdubodiyev Andijon...
- 34.

Qo'shimcha adabiyotlar

(1)

- a. Sm. {5}, a tekje (78); Corner E. S., Pease R. N., J. Am. Chem. Soc., 67, 2067 (1945); Johnson D. V., Ph. D. Thesis, University of Oklahoma, 1969 cf. Diss. Abs. (B) 30. 1658 (1969-70); Tabbutt F. D., U. S. Clearinghouse Fed. Sci. Tech, Inform. Report AD 660591 (1967).
- b. Параметри рассчитаны Плачеком И Рабиновичем γ по данным Сетсера И Рабиновича (87), возможна с поправкой на k_{∞} . Подобные же результаты были рассчитаны γ по данным Чезика (85).
- c. Flovers M. C., Frey H. M., J. Chem. Soc., 1959. 3953; st. takje (88).
- d. Flovers M. C., Frey H. M. Proc. Roy. Soc. (A) 260. 424. (1961)
- e. Frey H. M., Marshall D. C., J. Chem. Soc. 1962. 3052. Pereschitano Freeman I. Uolshem (2): Blumstein C. Henfling D. SHarts C. M., O'neal H. E. Internat. J. Chem. Kinetics, 2.1 (1970); обсуждались сложные реакции распада и для изомеризаций и предложено выражение $\lg k(c^{-1}) = 14.8 - 62.3/\theta$.
- f. Frey H. M., Marshall D. C., J. Phys. Chem Soc., 1965, 191.
- g. Plaszek D. V., Rabinovitch B. S. J Phys. Chem. 69. 2141. (1965)

- h. Casas F. Kerr J. A., Trotman-Dickenson A. F., J. Chem. Soc., 1964. 3655 .
- i. Elliott C. S. Frey H. M. J. Chem. Soc. 1965. 345 .
- j. Srinivason R. J. A. Chem. Soc., 91. 6250. (1969) результаты при 60 торр.
- k. Продукты распада очень похожи на продукты распада метилциклопропана; приведены отдельные аррениусовские параметры. (87).

(2)

- a. Flowers M.C., Frey H.M., Proc. Roy. Soc.(A), 257, 122(1960).
- b. Elliott C.S., Frey H.M., J. Chem. Soc., 1964, 900.
- c. Frey H.M., Marshall D.C., J. Chem. Soc., 1963, 5717.
- d. Измерение константы скорости включают константы скорости взаимного превращения двух продуктов[87].
- e. См. также табл. 7.3; транс→сис-измеризация определяет скорость образования сис-гексадиена-1,4 (ср. с реакцией сис-соединения, табл. 7.4).
 - f. Hanafusa T. Ohnishi M., Yukawa Y., J. Chem. Ind.(Lond), 1050 (1970); соединением является сис-1-карбометокси-2, 2-диметил-3-(2-метилпропенил) циклопропан.