

LAZERNING FIZIK ASOSLARI HAMDA TURLARI

Rajabov Alisher Erkaboy ugli*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti Urganch filiali assistent o'qituvchisi*

Annotatsiya: Lazerlarning fizik asosi kvant mexanikasi va elektromagnit nurlanish tamoyillarida yotadi. Lazer (Radiatsiyaning stimulyatsiyalangan emissiyasi orqali yorug'likni kuchaytirish) o'rta va yuqori energiya holatlarida elektronlar tomonidan harakat qiladi. Ushbu elektronlar o'zlarining quyi energiya darajalariga qaytganda, ular fazada fotonlarni chiqaradi, natijada kogerent, monoxromatik yorug'lik nurlari paydo bo'ladi. Bu jarayon rag'batlantirilgan emissiya orqali osonlashtiriladi, bu erda fotonlar bir xil to'lqin uzunligi va fazadagi qo'shimcha fotonlarni chiqarishni rag'batlantiradi va yo'naltirilgan va yuqori yo'nalishli yorug'lik manbasini hosil qiladi. Lazer tizimining asosiy komponentlari yorug'likni ushlab turish va kuchaytirish uchun birgalikda ishlaydigan quvvat manbai, energiya manbai (nasos) va optik rezonatorni o'z ichiga oladi.

Kalit so'zlar: Rag'batlantirilgan emissiya, O'rtacha daromad oling, Foton, Energiya holatlari, Optik rezonator, Populyatsiyaning inversiyasi, Kvant mexanikasi, Monoxromatik, Elektromagnit nurlanish.

Kirish.

Lazerlar tibbiyot, aloqa, ishlab chiqarish va tadqiqot kabi turli sohalarda ajralmas texnologiyaga aylandi. Lazer ishlashining asosiy tamoyillari materiya va elektromagnit nurlanish o'rtasidagi o'zaro ta'sirga, shuningdek atom darajasidagi kvant mexanik xatti-harakatlariga asoslangan. Ushbu maqolada lazer ta'sirining asosiy fizikasi muhokama qilinib, izchil va kuchaytirilgan yorug'likni yaratishga imkon beruvchi jarayonlarga urg'u beriladi.

Lazerlarning xatti-harakati kvant mexanikasiga, xususan, atom yoki molekulyar darajadagi yorug'lik va moddaning o'zaro ta'siriga asoslangan. Atomlar yadro atrofida aylanadigan elektronlardan iborat va bu elektronlar diskret energiya darajalarini egallashi mumkin. Atom energiyani, masalan, issiqlik, elektr qo'zg'alish yoki optik nasos orqali o'zlashtirganda, uning elektronlari yuqori energiya darajalariga ko'tariladi (qo'zg'alish holatlari). Aksincha, bu elektronlar o'zlarining quyi energiya holatlariga (asosiy holatlarga) qaytganlarida, yorug'likning asosiy zarralari bo'lgan fotonlar shaklida energiya chiqaradilar.

Klassik yorug'lik manbalarida, masalan, cho'g'lanma lampalarda, bu foton emissiyalari tasodifiy sodir bo'ladi, natijada nomutanosiblik paydo bo'ladi. Biroq, 1917 yilda Albert Eynshteyn tomonidan bashorat qilingan rag'batlantiruvchi emissiya tushunchasi lazerning o'ziga xos xususiyatlariga asos soladi. Rag'batlantirilgan emissiya chiqarilgan fotonlarning bir-biri bilan fazada bo'lishiga imkon beradi, natijada kogerent yorug'lik paydo bo'ladi.



Lazer operatsiyasining asosiy tushunchasi rag'batlantiruvchi emissiya bo'lib, bu jarayonda kiruvchi foton qo'zg'atilgan atom yoki molekula bilan o'zaro ta'sir qiladi, bu esa uni asl foton bilan bir xil energiya, faza, yo'nalish va qutblanishga ega bo'lgan qo'shimcha fotonni chiqarishga undaydi. Bu foton tasodifiy chiqariladigan spontan emissiyadan farqli o'laroq. Rag'batlantirilgan emissiya yorug'likning kuchayishiga olib keladi, chunki bir foton boshqa bir xil fotonning emissiyasini induksiya qiladi va hokazo.

Rag'batlantirilgan emissiya o'z-o'zidan paydo bo'lgan emissiyadan ustun bo'lishi uchun populyatsiya inversiyasi deb ataladigan holat talab qilinadi. Oddiy holatda, tizimdagi ko'pchilik atomlar asosiy holatda bo'ladi va o'z-o'zidan emissiya ustunlik qiladi. Biroq, lazerlarda energiya kiritish (nasos) asosiy holatda qolishdan ko'ra ko'proq atomlarni hayajonlangan holatga ko'tarib, populyatsiya inversiyasini keltirib chiqaradi. Bu holat lazerda kogerent nurning doimiy emissiyasi uchun zarurdir.

Yarimo'tkazgichli lazerlar. 1960-yillarda yarim o'tkazgichlar lazer uchun ajoyib material ekanligi aniqlandi. Agar har xil turdagi yarimo'tkazgichli ikkita plastinka bir-biriga ulangan bo'lsa, o'rtada o'tish sohasi hosil bo'ladi. Tarkibidagi moddaning atomlari elektr toki sohasidan o'tib, yorug'lik chiqarganda, ushbu atomlar qo'zg'alish holatiga o'tadi. Lazer nurlanishini olish uchun zarur bo'lgan nometallarni yarimo'tkazgichli kristallning o'zi silliq va kumush bilan qoplangan bo'ladi.

Bu lazerlar orasida eng yaxshi galliy arsenidni asosidagi lazer hisoblanadi, ya'ni nodir elementli galliyning misha'k bilan birikmasi. Uning infraqizil nurlanishi o'n vattgacha kuchga ega. Agar bu lazer suyuq azot (-200°C) haroratgacha sovutilsa, uning nurlanish kuchi o'n barobar oshishi mumkin. Bu shuni anglatadiki, emissiya qatlamining maydoni 1 sm^2 bo'lsa, radiatsiya kuchi million vattga yetadi.

Ammo bunday kattalikdagi o'tish qatlamiga ega yarimo'tkazgichni texnik sabablarga ko'ra hozircha ishlab chiqarish mumkin emas. Siz yarimo'tkazgich atomlarini elektron nurlari bilan qo'zg'atishingiz mumkin (qattiq lazerda bo'lgani kabi – chiroqli nur bilan). Elektronlar modda ichiga chuqur kirib, ko'proq atomlarni harakatga keltiradi; emissiya zonasining kengligi elektr toki bilan qo'zg'algandan yuzlab marta kengroq bo'lib chiqadi. Shu sababli, bunday elektron kuchlanishli lazerlarning nurlanish kuchi allaqachon bir necha kilovattga yetadi. Yarimo'tkazgichli lazerlarning kichik o'lchamlari ularni miniaturali yuqori quvvatli yorug'lik manbai zarur bo'lgan joylarda ishlatish uchun juda qulay hisoblanadi.

Suyuq lazerlar. Qattiq jismlarda katta miqdorda chiqadigan atomlar konsentratsiyasini yaratish orqali juda katta energiya olish mumkin. Ammo ularni tayyorlash qiyin, ular qimmat va bundan tashqari, ular ish paytida haddan tashqari qizib ketishidan yorilib ketishi mumkin. Gazlar optik jihatdan bir-biriga o'xshash, ulardagi yorug'lik tarqalishi unchalik katta emas, shuning uchun gaz lazerining o'lchami juda ta'sirli bo'lishi mumkin: diametri 10-20 santimetr bo'lgan 10 metr uzunlikdagi chegara emas. Ammo hajmning bunday oshishi hech kimni xursand qilmaydi. Bu atmosfera bosimining yuzdan bir qismidagi lazer naychasidagi faol gaz atomlarining ahamiyatsiz



miqdorini qoplash uchun majburiy choradir. Gaz nasoslari bu masalani bir oz osonlashtiradi, bu esa emitent hajmini kamaytirishga imkon beradi.

Suyuqliklar qattiq va gazsimon lazer materiallarining afzalliklarini birlashtiradi: ularning zichligi qattiq jismlar zichligidan atigi ikki-uch baravar past (gazlar zichligi kabi yuz minglab barobar emas). Shuning uchun, ularning birlik hajmidagi atomlar soni taxminan bir xil. Bu shuni anglatadiki, suyuq lazerni qattiq lazerlar kabi kuchli qilish oson. Suyuqliklarning optik bir xiligi gazlarning bir xilligidan kam emas, ya'ni uni katta hajmda ishlatish mumkin.

Bo'yoqli lazerlar. Bo'yoqli lazerlar deb atalishining sababi, ishchi suyuqligi suv, spirt, kislota va boshqa erituvchilarda anilin bo'yoqlarining eritmasidan iboratdir. Suyuqlik tekis oynalar orasiga o'rnatiladi. Eritmalar turli to'lqin uzunliklaridagi yorug'lik impulslarini chiqarishi mumkin – ultrabinafsha nurlardan infraqizil nurlargacha va yuzlab kilovattndan bir necha megavattgacha (million vatt) quvvat hosil qilishi, bu esa kyuvetaga qanday bo'yoq quyilishiga bog'liq. Bo'yoqli lazerlari bir o'ziga xoslikka ega: barcha lazerlar bitta to'lqin uzunligida chiqariladi. Ularning bu xususiyati atomlarning stimulyatsiyalangan emissiyasining tabiati bilan bog'liq.

Katta va og'ir organik bo'yoq molekulalarida to'lqin uzunligi keng diapazonda rag'batlantiruvchi emissiya darhol paydo bo'ladi. Bo'yoqli lazeridan monoxromatiklikka erishish uchun nur yo'lga yorug'lik filtri qo'yiladi. Bu shunchaki rangli oynalar emas. Bu, faqat bitta to'lqin uzunligidagi nurni o'tkazadigan shisha plitalar to'plamidir. Plitalar orasidagi masofani o'zgartirib, siz lazer nurlanishining to'lqin uzunligini biroz o'zgartirishingiz mumkin. Bunday lazerni sozlanadigan lazer deb atashadi. Lazer spektrining turli qismlarida yorug'lik hosil qilish uchun – masalan, ko'kdan qizil ranggacha yoki ultrabinafsha rangdan yashil ranggacha o'tish uchun – kyuvetani ishchi suyuqlik bilan almashtirish kifoya.

Ular materiyaning tuzilishini o'rganish uchun eng istiqbolli bo'lib chiqdi. Radiatsiya chastotasini sozlash orqali siz nur yo'lida qaysi to'lqin uzunligi so'rilishini yoki tarqalishini bilib olishingiz mumkin. Shu tarzda, ikki yuz kilometrgacha bo'lgan masofadagi atmosfera va bulutlarning tarkibini aniqlash, suv yoki havoning ifloslanishini o'lchash mumkin, bu esa zarrachalar qanday miqdorda ifloslanish keltirayotganini ko'rsatadi. Ya'ni, suv va havo tozaligini avtomatik va uzluksiz boshqaradigan qurilmani qurish imkonini beradi.

Kimyoviy lazer va boshqalar. Lazer nurlanishining kuchini oshirishning yangi usullarini izlash turli yo'nalishlarda olib borilmoqda. Ular orasida, masalan, kimyoviy nasosli kvant generatorlari mavjud. Bunday lazerlarda ftorli F birikmasining vodorod H_2 yoki deyteriy D_2 bilan reaksiyasi paytida hosil bo'lgan HF yoki DF molekulalari yuqori energiya darajasiga o'tadi. Bu darajadan pastga tushib, ular lazer nurlanishini hosil qiladi — to'lqin uzunligi 2700 nm bo'lgan HF molekulalari va to'lqin uzunligi 3600 nm bo'lgan DF molekulalari. Ushbu turdagi lazerlarda 10 kVt quvvatga erishish mumkin.



MODERN EDUCATIONAL SYSTEM AND INNOVATIVE TEACHING SOLUTIONS

Lazerlar o'zining noyob xususiyatlari tufayli ko'plab fanlar bo'yicha texnologiyada inqilob qildi. Tibbiyotda lazerlar aniq operatsiyalar uchun, masalan, LASIK yordamida ko'zni tuzatish, shuningdek, dermatologik davolashda qo'llaniladi. Sanoatda lazerlar kesish, payvandlash va materiallarni qayta ishlashda qo'llaniladi. Lazerlar, shuningdek, telekommunikatsiyaning ajralmas qismi bo'lib, ular optik tolalar orqali yuqori tezlikda ma'lumotlarni uzatish imkonini beradi. Ilmiy tadqiqotlar spektroskopiya, atom fizikasi va kvant hisoblashda tajribalar uchun asosan lazerlarga tayanadi.

Xulosa.

Lazerlarning fizik asosi kvant mexanikasi tamoyillariga, xususan, stimulyatsiya qilingan emissiya va populyatsiya inversiyasi hodisalariga chuqur ildiz otgan. Ushbu jarayonlardan foydalanib, lazerlar izchil, monoxromatik va yuqori yo'nalishli yorug'lik ishlab chiqarishga qodir, bu ularni kundalik texnologiyada ham, ilg'or ilmiy tadqiqotlarda ham muhim vositaga aylantiradi. Kvant holatlarining o'zaro ta'siri, fotonlarning o'zaro ta'siri va optik kuchaytirilishi zamonaviy jamiyatda lazerlarning keng va tobora kengayib borayotgan qo'llanilishiga yo'l ochdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Rasulova, D. M. (2010). Ko'ndalang bilan geliy-neon lazerda lasing o'tish SHF chiqishi.
2. Siegman, AE (1986). Lazerlar. Universitet ilmiy kitoblar.
3. Vildanov, R. R., Ehshonqulov, G. B., Tursunova, N. B. (2010). Nomukammal lazer holatida heterodin detektorining signal-shovqin nisbati