



QATTIQ JISMLI LAZERLAR VA ULARNG TUZILISHI

Toshpulatova Dilorom

Shahrisabz shahar 23- umumta'

lim maktabi fizika fani o'qituvchisi

+998915508281

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7220267>

ARTICLE INFO

Received: 27th September 2022

Accepted: 10th October 2022

Online: 18th October 2022

KEY WORDS

fizika, lazer fizikasi, qattiq jismlilazer, o'qitish, fizik asoslar, lazerning turlari, lazerning nurlanishi

ABSTRACT

Maqolada lazer fizikasida qattiq jismlilazerlarning tutgan o'rni va ularning tuzilishi, uning fizik asoslari, lazerning

turlari va lazerning nurlanish qonuniyatlariga oid ma'lumotlar berilgan.

Hozirgi vaqtga kelib lazer nurlanishi - yuzlab faol muhitlarda hosil qilingan. Bu faol nuhitlar o'zining agregat holatlari, ishlash sharoitlari va boshqa ko'pgina xususiyatlari bilan farq qiladi. Fizika olarnida lazerlarning keng tarqalgan turlari va ularning ishlash tamoyillarini o'rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Lazerlarni faol muhitlarining agregat holatiga ko'ra qattiq jismlilazer, gazli, ionli, kimyoviy va yarimo'tkazgichli tzerlarga ajratiladi. Faol muhiti kristall yoki shisha bo'lgan lazerlar qattiq jismlilazerlar nomini olgan. Qattiq jismlilazerlarda invers banchik optik damlash yo'li bilan hosil qilinadi. Bunday lazerlar faol muhitining asosini qattiq jismga kiritilgan aralashmaning ionlari tashkil etadi, ya'ni xrom, nikel, kobalt, neodim, erbi va bosha ionlar qo'llaniladi. Faol muhit bir necha shartlarni qondirishi kerak, jumladan, optik jihatdan bir jinsli, mexanik jihatdan mustahkam, issiqlik o'tkazuvchanligi katta, issiqlik ta'siriga chidamli, nurlanish to'lqin

uzunliklari sohasida shaffof va mexanik qayta ishlashlar natijasida katta o'lchamli faol elementlar olish imkoniyatini bera oladigan bo'lishi shart va quyidagicha tuzilishda harakatlanadi: 1-faol muhit, 2-rezanator ko'zgulari, 3-gaz razryadli lampa, 4- nur qaytargich, 5-yuqori kuchlanishli energiya manbai, 6-yorug'lik impulsi. Qattiq jismlilazerlarda yuqori energetik sathni zarralar bilan to'ldirilishi yuqorida turgan bir nechta sathlardagi zarralarni nurlanishsiz tushishi orqali amalga oshiriladi. Optik damlash lanpasining nurlanishi faol elementning asosiy sathida joylashgan zirralarini eng yuqori sathlariga chiqaradi. Bu sathga chiqarilgan zuralarning yashash vaqtlari kichik bo'lgani uchun ular yuqori ishchi lazer sathiga tushib, bu sathda to'planadilar va quyi ishchi lazer sathiga nisbatan invers bandlikni hosil qiladi. Nur qaytargich gaz razryadli lampa nurlanishini to'la faol muhitga qaytarish uchun xizmat qiladi. Rezanator



ko'zgularining vazifasi zarralarni qisqa muddatda ionlashishtirishdan iborat.

Energiya manбайдan olingan elektr energiyasi razryadda, nur qaytargichda, faol muhit yutish spektriga mos kelmagan Nurianishda yo'qotiladi. Lazer nurlanishidagi bu yo'qotish energiyaning 1+5 % ni tashkil etadi. Elektr energiyasining asosiy qismi faol muhitni qizdiradi va sovutgich tomonidan faol muhit sovutib turiladi. Berilgan impuls faol muhit ta'sirida kuchayib, i6 shaklida chiqadi.

Qattiq jisimli lazerlarning aksariyatida impuls ravishda optik damlash (yorug'lik manbai) qo'llaniladi. Impuls lampaning nurlanishi taxminan bir millisekunddan kamroq vaqt davom etgan holda lazer nurlanishi davomiyligi 0,3 + 0,5 ms bo'lgan impuls tarzida ro'y beradi. Bu ish uslubi lazerning erkin generatsiyasi deyiladi. Erkin generatsiya nurlanishi impulsning davom etish vaqti Imks va impulslar orasidagi vaqt oralig'i 10 m b bo'lgan impulslardan iborat. Erkin generatsiya - nurlanish davomiyligi qisqa muddatli impulsli nurlanishdir.

Qattiq jisimli lazerlarning nurlanish quwatini oshirish va impulsning davom etish vaqtini qisqartirish rezonator (ya'ni muayyan takroriylikdagi tashqi kuch ta'sir qilganda eng katta amplituda va tebranish qobiliyatiga ega bo'lgan tebranish tizimi) aslligini o'zgartirish yo'li bilan amalga oshiriladi. Mazkur usul rezonator aslligini modulatsiyalash nomini olgan. Bu holni vujudga keltirish uchun optik rezonator ichiga yorug'lik nuri ta'sirida tiniqlashuvchi optik zulfin (zatvor) joylashtiriladi. Optik rezonator - bu yorug'lik nurini optik asboblar yordamida kuchaytirishdir. Zulfin - numi qisqa muddatda yopib - ochib turadigan qurilmadir. C'alayonlantirilgan

zarralarning yuqori energetik sathdan relaksatsiya vaqtiga teng vaqt ichida faol elementini optik damlash (10^{+1} O'3 sekund) orqali amalga oshiriladi. Damlash - tashqi energiya yordamida elektronlarni yuqori sathga ko'tarishdir. Invers bandlik eng katta qiymatga ega bo'lgan vaqtda esa optik zulfin qisqa vaqtga ochiladi, natijada davom etish vaqti 10-3 + 10~9 s bo'lgan qisqa impuls hosil bo'ladi. Bu impuls monoimpuls deb ataladi. Monoimpuls - yakka impuls degan ma'noni bildiradi. Shu vaqt ichida barcha g'alayonlantirilgan zarralar yuqori sathdan qo'yi sathga majburiy nurlanish berib o'tadi hamda monoimpulsli nurlanish generatsiyaianadi. Faol muhitga yig'ilgan energiya qisqa vaqt ichida nurlanish hosil qilgani uchun uning quwati erkin generatsiya nurlanishi quvvatiga nisbatan bir necha marta katta bo'ladi. Misol tariqasida faol muhit sifatida yoqut elementlari qo'llanilgan lazerni ishlash tamoyilini qarab chiqish muhim. Lazerning ishlash tamoyili. Odatdagi sharoitlarda ko'pchilik atomlar quyi energetik holatda bo'Madi. Shuning uchun past temperaturalarda moddalar yorug'lik chiqarmaydi. Elektromagnit to'lqin modda orqali o'tganda elektromagnit to'lqinning energiyasi yutiladi. To'lqin energiyasi ta'sirida atomlarning bir qismi uyg'onadi, ya'ni yuqori energetik holatga o'tadi. Bunda yorug'lik dastasidan sathlarning YEi va YE2 energiyasi farqiga teng bo'lgan $h\nu = YE2 - YE1$ energiya ajraladi. Tashqi elektromagnit to'lqin ta'sirida uyg'ongan atom qo'shni atomlar bilan to'qnashganda ularga o'z energiyasini berishi yoki ixtiyoriy yo'nalishda foton chiqarishi mumkin.

Biron usul bilan muhit atomlarining ko'p qismi faollashtirilgan bo'lsa, u holda modda orqali chastotali elektromagnit to'lqin



o'tganida bu to'lqin zaiflashmaydi, aksincha induksiyalangan nurlanish hisobiga kuchayadi. Bu to'lqin ta'sirlarida atomlar quyi energetik holatga o'tadi va bunda chastotasi, fazasi jihatidan tushuvchi to'lqinga mos bo'lgan to'lqinlar chiqaradi. Uch sathli sistemada yoqut lazeri. Atomlari tashqi elektromagnit to'lqin ta'sirida uyg'otilgan holatda bo'lgan muhitlar hosil qilishning turli usullari bor. Yoqut lazerida buning uchun kuchli maxsus lampadan foydalaniladi. Atomlar yorug'lik yutish hisobiga uyg'onadi. Biroq lazerning ishlashi uchun ikki energetik sath yetarli emas. Tashqi elektromagnit nurlanishi vazifasini bajaruvchi lampaning yorug'ligi har qancha kuchli bo'lmasin, uyg'otilgan atomlar soni uyg'otilmagan atomlar sonidan ortiq boimaydi. Chunki yorug'lik ayni vaqtda atomlarni uyg'otadi. ham atomlarni yuqori sathdan quyi sathga majburiy ravishda induksiyalab o'tkazadi. Uchinchi sathni hosil qilish yo'li bilan energiyani bir joyda to'plash imkoniyatiga ega bo'lamiz Shunisi muhimki, tashqi ta'sir bo'maganda atomlarning turli energetik sathlarda yashash vaqti bir-biridan katta farq qiladi. Ei - sathda juda qisqa vaqt, ya'ni 10₋₈₅ vaqt davomida yashaydi va so'ngra nurlanmasdan o'z - o'zidan YEi - sathga o'tadi va yashash vaqti 10~35 ga teng. Tashqi elektromagnit to'lqin ta'siridan YE2 - sathdan YEi - sathga o'tishda nurlanish sodir bo'ladi. Lampaning kuchli chaqnashidan keyin atom ionlari E3- sathga o'tadi va 10₋₈s ga yaqin vaqt o'tgandan keyin YE2 - sathga o'tadi va unda uzoq muddat "yashaydi". Shunday qilib, uyg'otilgan YE2 - sathning uyg'otilmagan YEi - sathdagiga qaraganda atomlar ko'proq bo'ladi.

Yoqut - aluminiy oksidi (Al₂O₃) va xrom (Cri⁺) atomlari (0,05% ga yaqin) aralashmasidan iborat och qizil kristalldir. Kristalldagi xrom ionlari sathlari yuqorida talab qilingan xossalarga egadir.

Yoqut lazerining tuzilishi. U juda yuqori aniqlikdagi parallel tekisliklarda joylashgan, uchlari tekis silliqilgan sintetik yoqut (xrom atomlari qo'shilgan aluminiy oksidi) sterjenidan iborat bo'lib, umumiy ko'rinishi 2.4- rasmda ko'rsatilgan. Sterjen uchlari kumush bilan qoplanadi, bunda yoqut sterjenning bir uchi shaffof, ikkinchi uchi esa yarim shaffof ko'zgu qilinadi. Lazerning yorug'lik nurlanishi xrom atomlari tomonidan hosil qilinadi. Xrom atomlarini uyg'ongan holatga o'tkazish uchun sterjen impulsli lampa yoki gaz - yorug'lik trubkasiga joylashtiriladi. Spiral shaklida ishlangan gaz razryad lampa ko'kimtir-yashil yorug'lik beradi.

Lampa chiqarayotgan yorug'likni yutgan xrom atomlari uyg'onadi, so'ngra pastroq energetik holatga o'tib, ularning o'zi qizil yorug'lik chiqaradi. Xromning uyg'ongan atomlaridan biri o'z - o'zidan sterjen o'qi bo'ylab uchib yuruvchi kvant chiqaradi. Bu kvant boshqa xrom atomlarining induksiyalangan nurlanishini hosil qiladi. Kvantlar sterjen uchlaridan qaytib, uning o'qi bo'ylab ko'p marta uchib o'tadi. Bunday qizil yorug'lik fotonlari quyuni tez ortadi va nihoyat, sterjenning yarim shaffof uchidan tashqariga chiqadi, ya'ni qisqa muddatli, lekin qudratli va qat'iy yo'nalgan qizil nurlanish hosil bo'ladi, bu nurlanish lazer nuri deb ataladi Uyg'ongan xrom atomlari faqat muayyan fotonlarnigina sezuvchi atom rezonatorlari bo'lib xizmat qiladi. Demak, yoqut sterjeni induksiyalangan nurlanish hosil qiluvchi hajmiy rezonatoridir. Sterjen ichida nurlanishni kuchaytirish uchun ko'zgul



(sterjen uchlari) orasidagi masofa lazer nurlayotgan yorug'lik yarim to'lqin uzunligining butun soniga teng boiishi kerak. Sterjenning kumush yuritilgan uchlari lazerning faqat yorug'lik nurlanishining kuchaytiruvchi ko'zguli rezonator hisoblanadi.

Lazer ishlaganda sterjenda ko'p issiqlik ajraladi, shuning uchun sterjen suyuqlik yordamida sovutib turiladi. Sterjen ichida fotonlar oqimi zichligining juda katta bo'lishi tufayliga xuddi shu induksiyalangan nurlanish yordamida uyg'ongan xrom atomlari past energetik holatga o'tadi, chunki fotonlar oqimi zichligi kichik bo'lganda xrom atomlarining ko'pi o'z - o'zidan foton chiqara boshlaydi, bu esa lazer nurlanishining kogerentligini buzadi. Yoqut lazerining yorug'lik nurlari juda yorqin boiadi.

Bunday lazer nurini ko'zimiz hatto 40km masofadan ham sezadi.

Yoqut lazери ketma-ket keluvchi impulslar ko'rinishda vatoiqin uzunligi 694,3 nm, quvati 106 + 109 Vt ga teng bo'lgan impulsi nurlanish chiqaradi.

Xulosa o'rnida keltirishimiz mumkinki, Lazerning kuchli yorugiik oqimi qattiq, suyuq va zich gazsimon moddalarga ta'sir qilganda bir qancha yangi ajoyib hodisalar kuzatiladi, masalan, nurlanish chastotasi ikkiga ajraladi, ya'ni qizil yorugiikdan binafsha yorugiik hosil boiadi. Lazer nurlanishining kogerentligi bu nurlanishni modullash yoii bilan turli informatsiyani uzoq masofalarga, masalan, televizion ko'rsatuvlarni uzatishda undan foydalanishga imkon beradi.

References:

1. Sh.M.Sodiqova, Sh.O.Otajonov, M.Kurbanov. Lazerlar va ularning amaliyotdagi o'rni - T.: "Innovatsion rivojlanish nashriyot-magbaa uyi"2020.
2. B.Saitov. "Fiziklar haqida". Toshkent. "O'qituvchi", 1992.
3. M.X.O'lmasova "Fizika" 3-qism. T.: O'qituvchi 2003
4. Yarmatov R.B. Bo'lajak o'qituvchilar shaxsining tarbiyasi va rivojida ma'naviy ma'rifiy ishlar samaradorligi darajasi haqida.//"Xalq ta'limi" jurnali". Toshkent, 2011. № 5. – B.84-87. (13.00.01. №17)
5. <http://natlib.uz>. - Alisher Navoi nomidagi O'zbekiston Milliy
6. kutubxonasi veb-sayti.
7. <http://sunny.ccas.ru/library.html> - Jahon kutubxonalari veb-sayti.