

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY VA O‘RTA-MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI  
MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI  
O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI  
FIZIKA FAKULTETI

F-1903 guruh talabasi  
Bekmurodov Og‘abek Namoz o‘g‘lining  
Lazer fizikasi fanidan  
 **$CO_2$  lazerini ishlashini o‘rganish**  
mavzusida tayyorlagan

## KURS ISHI

Qabul qildi: F. Turotov

Toshkent-2023

# Mundarija

<b>Kirish</b>	<b>3</b>
<b>1 <math>CO_2</math> lazerini yaratilishi,qulirma tuzilishi,turlari</b>	<b>4</b>
<b>2 <math>CO_2</math> lazerini parametrlari,ishlash prinsipi</b>	<b>5</b>
<b>3 <math>CO_2</math> lazerining sohalarda qo'llanilishi</b>	<b>10</b>
<b>Xulosa</b>	<b>13</b>
<b>Foydalanilgan adabiyotlar</b>	<b>14</b>

# Kirish

**Kurs ishi mavzusining dolzarbligi**  $CO_2$  lazerini ishlashini o'rganish orqali, ushbu lazer orqali amalga oshirilishi mumkin bo'lgan ishlarni o'ranib chiqish va o'zimizda hayotga tatbiq qilish

**Kurs ishining maqsadi**  $CO_2$  lazeri end birinchi tayyorlangan lazerlardan biri bo'lib lazerlarni ishlash prinsipini tubdan tushunish va ehtiyojga qarab yangi turdagi lazerlarni o'zimizda yaratish

**Kurs ishining vazifalari** Ushbu kurs ishining vazifasi  $CO_2$  lazerini ishlashini o'rganish haqidagi bilimlarni batafsilroq yoritib berishdan iborat. Oquvchiga yanada qulayroq tushunarli tilda yozilish ko'zda tutilgan. Va holanki bu mavzudagi adabiyotlarni oz bolsada sonini kopaytirishdan iborat

**Kurs ishining hajmi** Ushbu kurs ishi  $CO_2$  mavzusida yozilgan bo'lib Kirish ,  $CO_2$  lazerini yaratilishi, qulirma tuzilishi, turlari ,  $CO_2$  lazerini parametrlari, ishlash prinsipi ,  $CO_2$  lazerining sohalarda qo'llanilishi , xulosa faydalanilgan adabiyotlardan va 14 betdan iborat.

# 1 $CO_2$ lazerini yaratilishi, qulirma tuzilishi, turlari

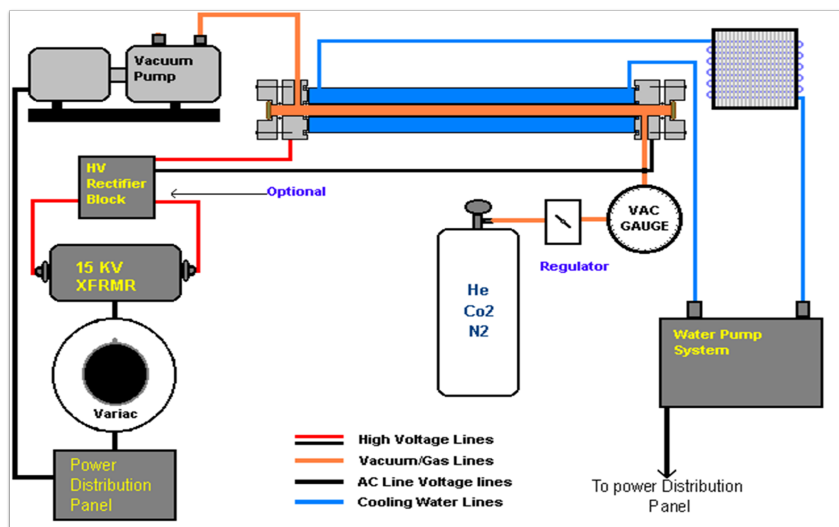
$CO_2$  lazeri 1964-yil Bell laboratoriyasida Kumar Patel tomonidan ixtiro qilingan bo'lib, tarixdagi ilk gaz lazerlaridan biri hisoblanadi va hozirgacha lazerning eng foydali turlaridan biri hisoblanadi

Molekulyar gaz lazerida lazer harakati molekulalarning tebranish va aylanish darajalari o'rtasidagi o'tish orqali amalga oshiriladi. Uning tuzilishi oddiy va bu lazerning chiqishi uzluksiz.

$CO_2$  molekulyar gaz lazerida o'tish karbonat angidrid molekulalarining tebranish holatlari o'rtasida sodir bo'ladi.

Karbonat angidrid lazerida faol vosita sifatida  $CO_2$  gaz molekulalari ishlatiladi va aholining inversiyasi elektr nasos usuli bilan amalga oshiriladi.

Faol muhit  $CO_2$ ,  $N_2$  va He ning gaz aralashmasidir. Lazer o'tish  $CO_2$  molekulalarining tebranish holatlari o'rtasida sodir bo'ladi.



$CO_2$  laser qurilma tuzilishi

$CO_2$  lazer turlari:

Muhrlangan quvurlar bilan oqimsiz. U bir necha vattdan bir necha yuz vatgacha quvvat olish uchun ishlatiladi. Oqimsiz lazer boshqalardan gaz va butun optik yo'l muhrlangan naychada bo'lishi bilan farq qiladi. Gaz quvurlari bir necha ming soat xizmat muddati bilan mustahkam va ixcham birliklardir;

Diffuz sovutish. Ushbu turdagi gaz suv bilan sovutilgan ikkita tekis RF elektrodлари orasida joylashgan. Bu lazer bir necha kilovatt quvvat ishlab chiqaradi;

Tez eksenel va ko'ndalang oqimga ega lazerlar. Ushbu lazerdagi ortiqcha issiqlik gaz aralashmasining tez oqimi tufayli so'riladi, bu tashqi sovutish elementi, masalan, suv orqali o'tadi. Ushbu turdagi lazer bir necha kilovatt quvvatni ishlab chiqaradi;

Ko'ndalang qo'zg'aluvchan muhitga ega lazerlar. Yuqori gaz bosimi mavjudligi bilan ajralib turadi. Transvers qo'zg'alishlar kolba bo'ylab bir qator elektrodlar bilan amalga oshiriladi, chunki uzunlamasına tushirish uchun zarur bo'lgan kuchlanish tez yuqori bo'ladi. Naychada yuqori bosim ostida gazning chiqishi barqaror bo'lishi mumkin emasligi sababli, bu turdagi lazer faqat impulsli rejimda ishlashi mumkin. Ko'ndalang qo'zg'aluvchan muhitga ega lazer bir necha o'n kilovatt quvvatni ishlab chiqaradi;

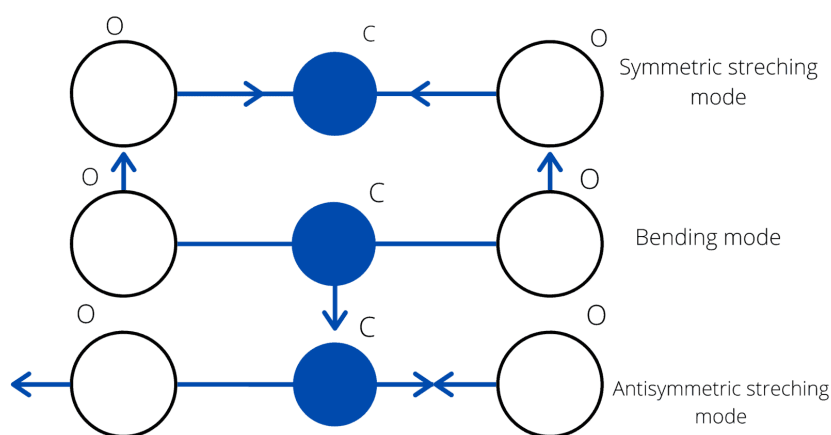
Bir necha megavatt quvvatga ega CO<sub>2</sub>. Ular raketaga qarshi qurollarda qo'llaniladi. Bunday kuchli lazerlarning o'ziga xos xususiyati shundaki, energiya gazning chiqishi bilan emas, balki kimyoviy reaksiya orqali ta'minlanadi, bu esa chiqishda juda katta quvvat beradi.

## **2 CO<sub>2</sub> lazerini parametrlari, ishlash prinsipi**

Lazer parametrlari To'liq uzunligi - 10,6 m Nurining yoyilish burchagi - 3,1 mrad Dog'ining diametri - 3-5 mm Maksimal quvvati - 50 W -60W Ishchi rejimdagi tok kuchi - 15-20 mA Sovutish - suv orqali Damlash - gaz razryadi

Aktiv muhit CO<sub>2</sub> lazerining aktiv muhiti CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> va He gazlarining aralashmasidan iborat. Ba'zida aralashmaning ionizatsiya potensialini kamaytirish uchun H<sub>2</sub> va Xe ham qo'shilishi mumkin. Ushbu gazlarning aralashmadagi konsentratsiyasi lazerdan qanday maqsadlarda foydalanilishiga qarab o'zgarib turishi mumkin. Lekin CO<sub>2</sub> va N<sub>2</sub> ning aralashmadagi ulushi, odatda, 5-20% ni tashkil etadi. Nasos energiyasi N<sub>2</sub> (azot)

molekulalari orqali CO<sub>2</sub> (karbonat anhidrid) molekulalariga o'tkaziladi. Naychada joylashgan faol muhit sifatida gazlar aralashmasi, ya'ni karbonat anhidrid (CO<sub>2</sub>), azot (N<sub>2</sub>), geliy (He), ba'zi hollarda vodorod (H<sub>2</sub>), suv bug'i yoki ksenon (Xe) ishlatiladi. Ishlash printsipti shundan iboratki, elektr nasos yordamida azot molekulalari qo'zg'aladi va metastabil holatga o'tadi, bunda ular qo'zg'alish energiyasini CO<sub>2</sub> molekulalariga o'tkazadilar. Uglerod molekulasini hayajonlangan holatga o'tadi va atom darajasida bitta foton chiqaradi. Ishlash printsipti bo'lib, elektr nasos yordamida azot molekulalari qo'zg'aladi va metastabil holatga o'tadi, bunda ular qo'zg'alish energiyasini CO<sub>2</sub> molekulalariga o'tkazadilar. Uglerod molekulasini hayajonlangan holatga o'tadi va atom darajasida bitta foton hosil qiladi.. Bundan tashqari, trubkada ikkita nometall mavjud, ulardan biri trubaning boshida shaffof bo'lmagan, u asosan misdan (Cu) yasalgan, ikkinchisi nur chiqishida shaffof, olmosdan qilingan, chunki ikkinchisi yuqori haroratga ega. quvvat, shaffoflik darajasi va termal o'zgarishlarga befarqligi tufayli butun tizimning xavfsizligini ta'minlaydi. Aynan fotonlarni uzatadi, lekin hammasi emas, faqat bir qismi, shuning uchun bu zarralarning yana bir qismi o'z turlarini ko'paytirish uchun naychada qoladi. Yarim shaffof oynadan chiqib, fotonlar birinchi navbatda lazerni yon rejimlardan tozalaydigan fazoviy filtrga, so'ngra zarrachalarni to'g'ridan-to'g'ri nurga to'playdigan linzaga tushadi.



CO<sub>2</sub> molekular tebranishi

Karbonat angidrid ( $\text{CO}_2$ ) nosimmetrik molekuladir ( $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ) va u uchta tebranish rejimiga ega:

Simmetrik cho'zish.

Bukish.

Antisimmetrik cho'zish rasmda ko'rsatilgan.

Simmetrik cho'zish rejimi Ushbu tebranish rejimida uglerod atomlari tinch holatda bo'ladi va ikkala kislorod atomi bir vaqtning o'zida qo'zg'almas uglerod atomlarini tark etuvchi yoki yaqinlashib kelayotgan molekulaning o'qi bo'ylab tebranadi.

Bukish rejimi Ushbu tebranish rejimida kislorod atomlari va uglerod atomlari molekulyar o'qga perpendikulyar tebranadi.

Asimmetrik cho'zish rejimi Bu tebranish rejimida kislorod atomlari va uglerod atomlari assimetrik tebranadi, ya'ni kislorod atomlari bir yo'nalishda, uglerod atomlari esa boshqa yo'nalishda harakat qiladi.

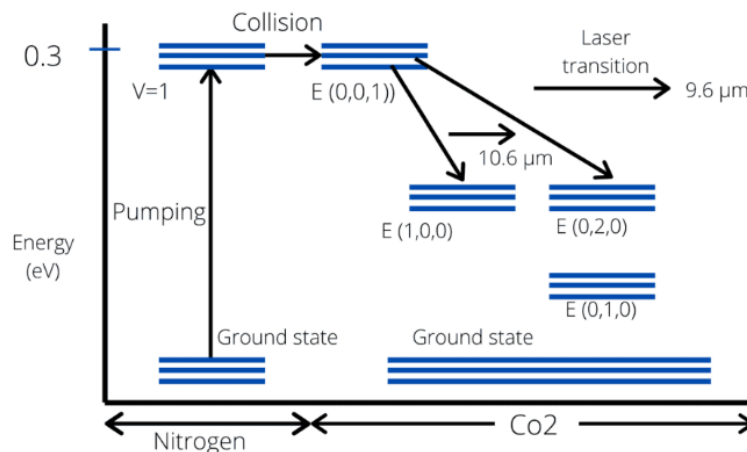
Karbonat angidrid lazerining ishlashi  $\text{CO}_2$  lazeriga ega bo'lish uchun taxminan 0,8: 1 nisbatda  $\text{CO}_2$  va  $\text{N}_2$  aralashmasi gaz chiqarish trubkasiga to'ldiriladi. Bundan tashqari, geliy aralashmaning bir qismidir. Aralashmada geliy  $\text{N}_2$  dan ortiq.  $\text{CO}_2$  molekulasida faol yoki lazerli muhit sifatida ishlaydi va  $\text{N}_2$  molekulasida He-Ne lazerida geliy ishlatilgani kabi populyatsiya inversiyasiga erishishga yordam beradi.

Naychadan elektr razryad o'tkazilganda, azot molekulalarini  $V = 1$  holatga pompalaydigan elektronlar soni chiqariladi.

$\text{CO}_2$  lazerida azot va karbonat angidridning tebranish energiya darajalari o'rtasidagi energiya farqi juda kichik (ya'ni taxminan 0,3 eV) va shuning uchun gaz chiqarish trubkasida 0,3 eV dan ortiq energiyaga ega bo'lgan juda ko'p elektronlar mavjud.  $\text{CO}_2$  molekulalarining energiya darajalari rasmda ko'rsatilgan.

$\text{N}_2$  uchun tebranish holati metastabil holatdir. Shunday qilib, u qo'zg'atilgan  $\text{N}_2$  molekulalari va asosiy holatdagi  $\text{CO}_2$  atom molekulasida o'rtasidagi to'qnashuv uchun uzoqroq vaqtni ta'minlaydi.

Buning natijasida  $\text{CO}_2$  molekulalari  $E(0,0,1)$  energiya holatiga qo'zg'aladi. Demak, populyatsiya inversiyasiga erishiladi, chunki  $E(0,0,1)$  energiya ho-



Co2 energetik sathlar

latidagi CO<sub>2</sub> molekulalari soni E (1,0,0), E (0,0) kabi boshqa tebranish holatlaridagi CO<sub>2</sub> molekulalaridan ancha ko'pdir. ,2) va E (0,1,0).

Rag'batlantirilgan emissiya jarayoni orqali E (0,0,1) energiya darajasi-dan E (1,0,0) va E (0,2,0) energiya darajasiga o'tish mos ravishda to'lqin uzunligi 10 mkm va 9,6 mkm bo'lgan infraqizil fotonlarni keltirib chiqaradi.

Co<sub>2</sub> va N<sub>2</sub> aralashmasida geliyni qo'shish funktsiyasi ko'p burmalardir.

Bu energiya yorlig'ining ishlash muddatiga ta'sir qiladi va aholining in-versiyasini buzmaydi. Geliy yuqori issiqlik o'tkazuvchanligiga ega va shun-ing uchun CO<sub>2</sub> ni sovuq holda ushlab turadigan issiqlikni quvur devorlariga o'tkazishga yordam beradi. Boshqacha qilib aytadigan bo'lsak, geliy pastki darajani yo'q qilishga yordam beradi.

CO<sub>2</sub> lazerining afzalliklari

Yuqori kesish sifati va tikuvning nozikligi;

Yuqori tezlik. Co<sub>2</sub> yuqori quvvatga ega bo'lganligi sababli, kesish va materiallarni qayta ishlash ishlari tezroq;

Yaratilgan lazerning yuqori quvvati tufayli CO<sub>2</sub> lazerli mashinalar yuqori mahsuldorlikka ega;

CO<sub>2</sub>lar N<sub>2</sub> molekulalarining nasos energiyasini ko<sub>2</sub> molekulalariga o'tkazish printsipli bo'yicha ishlayotganligi va faol muhit gaz bo'lganligi sababli, ular-dan foydalanishda qattiq chiqindilar yo'q;



Kam shovqin va tebranish. Co2 lazer tizimlari amalda shovqin yaratmaydi, lazer nurini yaratish jarayoni qo'shimcha tebranishlarni o'zlashtiradigan yopiq naychada sodir bo'ladi;

Kesuvchi materialning harakatsizligi. Co2 mashinalarida nurni material yuzasiga olib keladigan optik tizim mavjud va o'rnatishning harakatlanuvchi qismida lazerning kerakli yo'nalishlarda harakatlanishini va kesish materialining harakatsizligini ta'minlaydi;

Qayta ishlangan materiallarning keng assortimenti. CO2 bilan siz plastmassa, mato, teri, karton, qog'ozni kesishingiz mumkin;

Kam energiya iste'moli;

Nikohning yo'qligi. Co2 raqamli nazorat (CNC) bilan jihozlangan, ularning yordami bilan lazer dasturda ko'rsatilgan eskizga mos keladigan aniq harakatlar va kesishlarni amalga oshiradi;

Ko'p qirralilik. Co2 lazer mashinasi dasturiy ta'minoti murakkab kesishni amalga oshirish qobiliyatini ta'minlaydi va shu bilan murakkab virtual modelni haqiqatga aylantiradi;

Xizmat qulayligi;

Radiatsiya intensivligini tanlash. CO2-da turli xil tabiatdagi materiallarni qayta ishlash va turli xil chuqurlikdagi chuqurliklarni yaratish imkonini beradigan o'rganish rejimini tanlash imkoniyati mavjud;

Deformatsiyalanadigan materiallarni kesish qobiliyati. Co2 lazer bilan materiallarni kesishda ishlov beriladigan materialning yuzasi va tashish o'rtasida hech qanday aloqa yo'q. Buning yordamida CO2 lazer yordamida qog'oz va matolarni kesish mumkin;

Mahsulotning qirralarini qo'shimcha qayta ishlashga hojat yo'q. Co2 lazerining yuqori quvvati tufayli, ikkinchisi qo'shimcha silliqlash va qayta ishlashni talab qilmaydigan toza, hatto kesikni qoldiradi;

Kompaktlik. co2 lazerlari ko'p joy egallamaydigan ixcham modellarga ega

Kamchiliklari

Vaqt o'tishi bilan sarflanadigan gaz trubkasidagi cheklangan miqdordagi gaz;

Gaz quvurining mo'rtligi. CO<sub>2</sub> da ishlatiladigan trubka shishadan yasalgan bo'lib, agar ehtiyotkorlik bilan harakatlanmasa, qattiq bosilsa va noto'g'ri bosilsa, beparvolik bilan olib ketilsa, sinishi mumkin;

Doimiy sovutish zarurati. Gaz trubkasida lazerni yaratishda aralashmaning harorati ko'tariladi. Lazer mashinasi haddan tashqari qizib ketmasligi va yaroqsiz holga kelmasligi uchun gaz trubkasini doimo sovutib turadigan sovutish tizimini o'rnatish kerak;

Turli materiallar uchun har xil quvvat. Afzalliklardan biri kamchilikka aylangan payt. Turli materiallar har xil tabiatga ega bo'lganligi sababli, ularni kesish uchun tegishli lazer kuchini tanlash kerak. Aks holda, mahsulot buziladi;

Kam quvvatda nosozliklar;

Metall bilan ishlash qobiliyati cheklangan. Co<sub>2</sub> bilan faqat metall o'ymakorlik mumkin.

### **3 CO<sub>2</sub> lazerining sohalarda qo'llanilishi**

CO<sub>2</sub> lazerining yuqori quvvati tufayli u tez-tez kesish va payvandlash kabi sanoat sohalarida qo'llaniladi.

yumshoq to'qimalarda jarrohlik uchun ishlatiladi. ishlab chiqarishda ishlatiladi.

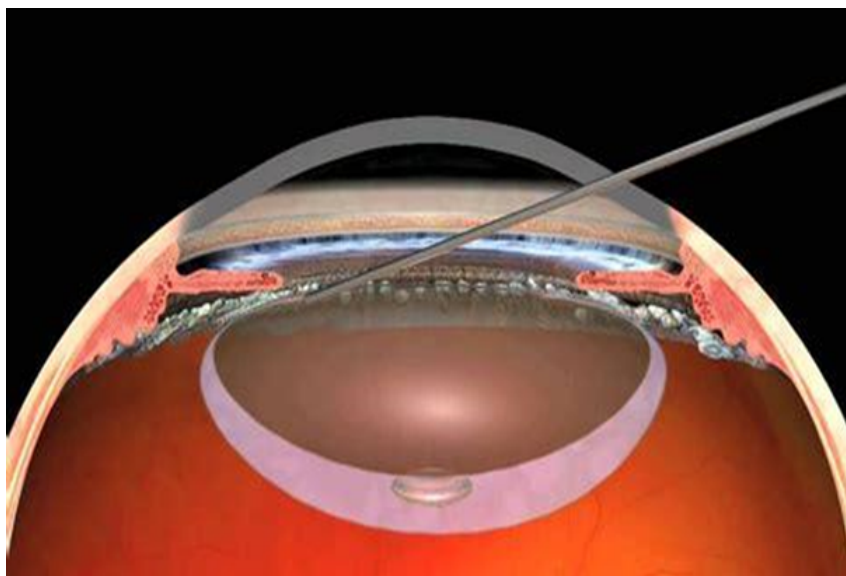
turli xil saraton kasalliklarini davolash uchun terini parvarish qilish muammolarida qo'llaniladi.

Mikrojarrohlik va qonsiz operatsiyalarni bajarish uchun ishlatiladi. Harbiy sohada masofani o'lchashda ishlatiladi

CO<sub>2</sub> lazeri orqali ko'zdagi kataraktani yoki tanadagi zararli o'simtani kuydirib yo'q qilish mumkin

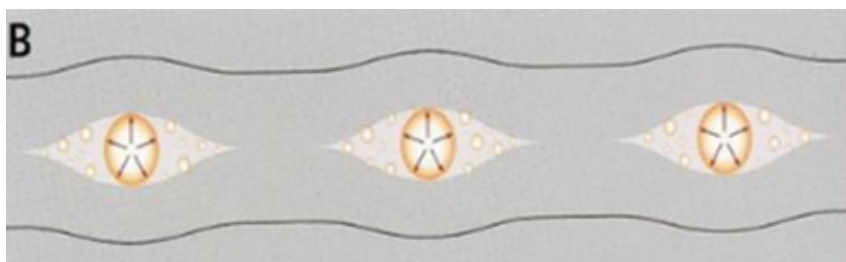
Lazerning har bir impulsi shoxpardaning ionizatsiyalangan to'qmasida mikroplazmali pufakcha hosil qiladi.

Ushbu mikroplazmali pufakchalar tovush tezligida kengaya boshlaydi (rasmdagi qizil strelkalar) va kavitatsion pufakchalar hosil bo'ladi. Ya'ni bu pufakchalar yorilganida birdaniga katta miqdordagi energiya ajraladi.



ko'zdagi kataraktani davolashda

Shu orqali lazer nuri yordamida shox pardadagi katarakta olib tashlanadi. Karbonat angidrid lazeri 1970-yillardan hozirgi kungacha faol foydalanil-



ko'zdagi kataraktani davolashda

gan birinchi jarrohlik lazeridir. Lazerning sirt ta'siri biologik to'qimalarni chuqur kuyishsiz aksizlash imkonini beradi. Shuningdek CO<sub>2</sub> lazeri ko'zlar uchun xavfsiz , chunki nurlanish shox parda va linzalardan o'tmaydi. Albatta, kuchli yo'nalishli nur shox pardaga zarar etkazishi mumkin, ammo himoya qilish uchun oddiy shisha yoki plastik ko'zoynak bo'lishi kifoya. 10 mkm to'lqin uzunligining kamchiligi shundaki, yaxshi o'tkazuvchanlikka ega mos optik tolani yaratish juda qiyin. Va hozirgacha eng yaxshi yechim - bu oyna bo'g'imli qo'l, garchi bu juda qimmat qurilma bo'lsa ham, tekislash qiyin zarba va tebranishlarga sezgir. Gaz razryadli damlash yordamida invers bandlik hosil qilinadi. Dastlab azot molekulalari uyg'ongan holatga o'tadi va ular CO<sub>2</sub> molekulalari bilan to'qnashadi. Lazerda CO<sub>2</sub> va N<sub>2</sub> ni

haydash uchun alohida tizimlar mavjud. kapillyar(2) ning elektr zaryadsi-  
zlanish hududiga tushgan azot molekulalari elektronlar bilan to'qnashganda  
qo'zg'aladi. keyin ular rezonator(3) ning ish hajmiga kirib undagi qo'zg'alagan  
CO<sub>2</sub> molekulalari bilan aralashib o'zlarining energiyasini ularga o'tkazadilar.  
Aktiv modda bilan to'ldirilgan trubka devorlari suv bilan sovutib turiladi.

## Xulosa

$CO_2$  lazeri end birinchi tayyorlangan lazerlardan biri bo'lib hozirgacha amaliyotda keng qo'llanilib kelinayotgan lezerlar turiga kiradi.  $CO_2$  lazerlarni ishlash prinsipini tubdan tushunish orqali ehtiyojga qarab, uning qo'llanilishiga qarab o'zimizda yangi turdagi lazerlarni yaratish

Afzalliklari:  $CO_2$  lazerining tuzilishi oddiy. Ushbu lazerning chiqishi doimiydir. U yuqori samaradorlikka ega. U juda yuqori chiqish quvvatiga ega. Chiqish quvvati gaz quvurining uzunligini uzaytirish orqali oshirilishi mumkin.

Kamchiliklari: Uglerod oksidi bilan kislorodning ifloslanishi lazer ta'siriga ma'lum darajada ta'sir qiladi. Ishlash harorati lazerning chiqish quvvatini aniqlashda muhim rol o'ynaydi. Korroziya aks ettiruvchi plitalarda paydo bo'lishi mumkin. Tasodifiy ta'sir qilish bizning ko'zimizga zarar etkazishi mumkin, chunki u ko'zga ko'rinmas (infragizil zona).

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Wikipedia.

<https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon-dioxide-laser>

2. Physics wave online education

<https://physicswave.com/carbon-dioxide-laser-construction-and-working/>

3. YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=dz7A-pGVqJQ>