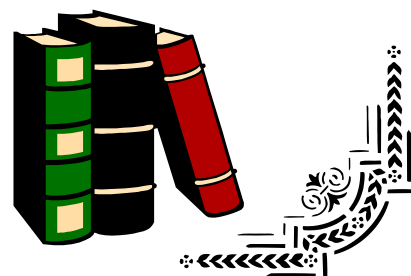




O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI
FIZIKA -MATEMATIKA_FAKULTETI
5140200-FIZIKA YO'NALISHI
2 - KURS 23 - GURUH TALABASI
BEKMURODOVA HUSNIYANING
“OSMONNING MOVIYLIGINI O'RGANISH”

MAVZUSINI O'RGANISH BO'YICHA

KURS ISHI



Mavzu: Osmonning moviyligini o'rganish.

Reja:

Kirish	3
1. Atmosferaning tarkibi	5
2. Quyosh nurlarining atmosferada sochilishi	8
3. Osmonning moviyligi	21
Xulosa	32
Adabiyotlar.....	33

Kirish

Har qanday moddani qanday agregat holatda bo'lishidan qat'iy nazar ulami fizikaviy-ximiyaviy xossalarini, ayniqsa spektroskopik xossalarini bilish, ulardan amaliyotda to'g'ri foydalanishga olib keladi. Bu esa o'z navbatida hurmatli prezidentimiz aytganlaridek tabiat in'om etgan xom-ashyolardan to'g'ri ilmiy asoslangan holda foydalanish iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.

2010 yil 12 noyabr kuni hurmatli prezidentimiz I.A.Karimov O'zbekiston Respublikasi Oliy majlisi qonunchilik palatasi va senatining qo'shma majlisida "Mamlakatimizda demokratik islohotlarni ya'nada chuqurlashtirish va fuqorolik jamiyatini rivojlantirish kontsepsiyasi" mavzusida ma'ruza qildilar. O'z ma'ruzalarida oltita yo'nalishni eng muhim ustuvor vazifalar sifatida belgilab berdilar[1].

Elektronlarning majburiy tebranishlari tufayli paydo bo'ladigan ikkilamchi to'liqlar yorug'lik to'liqini olib kelayotgan energiyaning bir qismini chetga sochib yuboradi. Boshqacha qilib aytganda, moddada yorug'lik tarqalayotganda yorug'lik sochilishi kerak. Bunday hodisa yuz berishi uchun yorug'lik to'liqining o'zgaruvchi maydoni ta'siri ostida tebrana oladigan elektronlar bo'lishi yetarlidir, bunday elektronlar esa har qanday moddiy muhitda yetarli miqdorda bor. Biroq shuni esda tutish kerakki, bu ikkilamchi to'liqlar o'zaro kogerent bo'ladi va demak, chetga sochib yuborilgan yorug'likning intensivligini hisob qilishda ularning o'zaro interferensiyasini e'tiborga olish kerak.

Haqiqatan ham, agar muhit optik jihatdan bir jinsli bo'lsa, ya'ni uning sindirish ko'rsatkichi nuqtadan nuqtaga o'tilganda o'zgarmasa, u holda bir xil hajmlarda yorug'lik to'liqini bir xil elektr momentlari induksiyalaydi, bu momentlarning vaqt o'tishi bilan o'zgarishi oqibatida bir xil amplitudali ikkilamchi kogerent to'liqlar chiqadi.

Bir jinsli va ikkilamchi to'liqlarning kogerent bo'lishi yorug'lik sochilmasligining zaruriy va yetarli shartidir. Haqiqatda esa ideal bir jinsli muhitlar bo'lmaydi. Real muhitlarda turli sababdan paydo bo'lgan optik bir jinslimasliklar

hamisha bo‘ladi; bu esa yorug‘likning ba‘zi hollarda juda intensiv, ba‘zi hollarda juda zaif sochilishini bildiradi.

Ikkilamchi to‘lqinlarning interferensiyasi to‘g‘risida yuqorida keltirilgan mulohazalar Frenelning yorug‘likning to‘g‘ri chiziqli tarqalishi nazariyasida yuritilgan mulohazalarga o‘xshaydi. Agar Frenel nazariyasidagi ikkilamchi to‘lqinlar mavhum manbalardan chiqqan bo‘lsa, sochilishda nurlantirgichlar real bo‘lib, muhitning atom va molekulalaridan iborat. Biroq muhit bir jinsli bo‘lishi uchun juda kichik teng hajmlarda bir xil nav nurlantirgichlar soni teng bo‘lishi kerak. Biroq «qotib qolgan» bunday manzarani haqiqatda yaratib bo‘lmaydi, shuning uchun bir jinslilik turli sabablarga ko‘ra hamisha buziladi.

1. Atmosferaning tarkibi.

Yerning tashqi gaz qobig'iga atmosfera deyiladi. Atmosfera havosi turli gazlar, changlar, suv bug'lari va boshqalarning aralashmasidan iborat. Suv bug'laridan tashqari gazlar aralashmasi doimiy kimyoviy tarkibga ega. Havoni yerning tortish kuchi ushlab turadi. Yer yuzasiga yaqin qatlamda havoning zichligi eng katta bo'ladi. Okean yuzasida havoning zichligi $1,275 \text{ kg/m}^3$. Yuqoriga ko'tarilgan sari havoning zichligi $0,785 \text{ kg./m}^3$, 10 km darajasi - $0,411$, km darajasi - $0,087 \text{ kg/m}$. 300 km balandlikda havoning zichligi yer yuzasi yaqinidagiga nisbatan 100 mlrd marta kam, 1-3 ming km balandlikda esa uning zichligi kosmosdagi moddalarning zichligiga tenglashadi. Azot troposfera havosida eng ko'p tarqalgan gaz bo'lib, u kimyoviy jihatdan kam faoliyatlidir.. u oqsil moddasining tarkibini asosiy qismi bo'lib, erkin havodan azotni bakteriya va suv o'tlarini o'zlashtirib oladilar. Kislorod juda faol gaz bo'lib geografik qobiqdagi juda ko'p jarayonlarda bevosita qatnashadi. U organik moddalarni, tog' jinslarini, vulqon otilishidan chiqqan gazlarni parchalaydi. Fotosintez jarayonida atmosferaga $20 \cdot 10^{16}$ gr kislorod o'tadi.

Karbonat angidrid gazi fotosintez jarayonida organik moddani hosil qiluvchi asosiy manba: Organik moddalar parchalanganda bu gaz yana atmosferaga o'tadi. Bu gaz qisqa to'liqlik quyosh nurlarini er yuzasiga o'tkazib yuborib, er yuzasi tarqatgan uzun to'liqlik nurlarni yutib qolib issiqxona samarasini hosil qiladi. Atmosfera yarusli tuzilishga ega. Er yuzasidan yuqoriga ko'tarilgan sari unda quyidagi qatlamlarni ko'rish mumkin.

Troposfera (0-12 km) atmosferaning quyi qatlami bo'lib, unda havoning 80 % to'plangan. Uning fizik xususiyatlari er yuzasi tuzilishi bilan uzviy bog'langan. Er yuzasidan u issiqlik oladi. Tirik mavjudotlar, nurash, cho'kindilarni hosil bo'lishi, quruqlik va okeanlarda yuz beruvchi jarayonlar troposferaning gaz tarkibini shakllantiradi. Unda yuqoriga ko'tarilgan sari havo harorati pasayadi. O'rtacha olganda har 100 metrda $0,6^\circ\text{S}$ ga teng. Bunga asosiy sabab yuqorida bosimni pasayishi natijasida havoni kengayishi va er yuzasini sovushidir. Bu qatlamda havo doimo harakatda bo'ladi. [2]

Tropopauza (12-14 km) oraliq qatlam bo'lib, haqo harorati deyarli o'zgarmaydi, nayzali oqimlar kuzatiladi.

Stratosfera (14-30 km) darajasi 20 km gacha haroratni pasayishi kuzatilmaydi, u -60-70S. Undan yuqorida harorat ko'tariladi. Bunga sabab ozon qatlamini qisqa to'lqinli nurlarni yutishidir.

Stratopauza (30-35 km) yoki ozon qatlami quyoshdan kelayotgan ultrabinafsha nurlarni yutib qolib er yuzasidagi hayotni saqlab qoluvchi qatlam hisoblanadi.

Mezosfera (35-75 km) darajasi yuqoriga ko'tarilgan sari harorat yana pasayadi (-90S).

Mezopauza (75-100 km)da kislorod va vodorod molekulalari atomar gazlarga aylanadiyu harorat -1000, -130S ga boradi. Bu qatlamda harorat qishda yozdagiga nisbatan bir necha o'n gradus yuqori bo'ladi.

Ionosfera (100-1200 km) elektronlar va musbat ionlarning yuqori to'plamidan tashkil topgan qatlam. Bu qatlamda havo harorati 1500 km baandlikda 220 S gacha, 600 km balandlikda esa 1500 S gacha ko'tariladi. Bu harorat zarrachalarning kinetik harakatini tezligi bo'yicha aniqlanadi.

Protonosfera (1200-20000 km) asosan ionlashgan vodorod protonlaridan hamda oz miqdorda geliy ionlaridan tashkil topgan. Bu qatlamda gazlarning zichligi juda ozdir. Protonosferaning yuqori qismida vodorod, geliy va boshqa gazlarning ayrimlari kosmosga o'tib turadi. Bu qatlamda yumshoq rentgen va qattiq ultrabinafsha nurlari yutiladi. Shunday qilib bu qatlam vodorodning protonlari va atomlaridan tashkil topgan bo'lib, ularning oz qismi kosmosdan kelgandir.

Yuqorida bayon qilingan atmosfera qatlamlarini hosil bo'lishida uch omilni roli katta:

1) gazlarni solishtirma og'irligi bo'yicha vertikal bo'yicha joylanishi, ya'ni og'ir gazlar atmosferaning quyi qismida, engil gazlar esa yuqori qatlamlarda joylashgan.

2) gazlarning turbulent harakati

3) gazlarni quyosh nurlari bilan o'zaro aloqasida ularning o'zgarishi.[3]

Atmosferani geografik qobiq uchun ahamiyati.

Atmosfera Er uchun muhim ahamiyatga ega. Bu quyidagilarda ko`rinadi.

1) kosmik fazodan ergacha etib keladigan nurlarning ko`p qismi atmosfera tomonidan qaytariladi yoki yutiladi. Atmosfera kosmosga quyoshdan kelayotgan nurlarni 30 foizini qaytaradi, 15 % esa yutiladi. Rentgen, ulptabinafsha nurlar atmosferada yutilganligidan yer yuzasidagi hayot uchun bu nurlarning zarari etkazilmaydi.

2) Yer atmosferasi bizni mikrometeorlarning uzluksiz bombardimon qilishidan ham, juda katta tezlikda harakatlanadigan zarralar, ya'ni kosmik nurlarning emiruvchi taosiridan ham saqlab turadi.

3) Yerning issiqlik balansini taominlashda atmosfera juda katta ahamiyatga ega. Erning isib va sovub ketishdan ham saqlar ekan.

4) Atmosfera quyosh nurlarini tarqatishidan tarqoq radiaciya hosil bo`ladi. Shuning uchun kunduzi kechasidan uzoqroq davom etadi, quyosh nuri tushmagan joylar ham tarqoq radiaciya tfayli yoritiladi.

5) Atmosfera havosining tarkibidagi ko`pgina gazlar hayot uchun muhim vazifani bajaradi.

6) Atmosferaning quyi qatlamida ob-havo va iqlim shakllanadi. Ularning xususiyatlari er tabiatida ko`pgina jarayonlarni keltirib chiqaradi.

CO₂ molekulasida atomlar tebranganda ularning joylashishi shunday o`zgaradiki, bunda molekulaning kutblanuvchanligi ko`p o`zgarib, uning elektr momenta. o`zgarmaydi (bu holda nolga tengligicha qolaveradi), chunki kislorodning bir xil ishorali zaryadlangan ikki atomi (O) tebranish vaqtida uglerod zaryadidan ikki tarafga simmetrik joylashganicha qolaveradi. Boshqacha tebranishda (q. 15-v rasm) qutblanuvchanlik o`zgarmaydi, chunki kislorod atomlaridan biri uglerodga yaqin- lashganda ikkinchisi uzoqlashadi va aksincha; biroq bu tebranishlarda molekulaning elektr momenta o`zgaradi; buni natijalovchi momentning kattaligi va yo`nalishi tebranish vaqtida davriy ravishda o`zgarib turishini ko`rsatadigan rasmdan ko`rish oson. Shuning uchun birinchi tur tebranishda kombinatsion sochilish chizigi paydo bo`ladi, bu chiziqning chastotasini

kombinasion sochilish spektridan aniqlash mumkin; ikkinchi tur tebranishda chastotani infraqizil yutilish polosasining vaziyatiga qarab topish mumkin.

Yuqorida gap dastlabki nurlanishning muhit molekulalari bilan o‘zaro ta’sir qilishida paydo bo‘ladigan kombinatsion sochilish to‘g‘risida bordi. Yorug‘likni atom yoki ionlar sochib yuborganda ham shunga o‘xshash hodisa yuz beradi. Masalaning mohiyatiga tushunib yetish uchun atom holidagi gazlarda yorug‘likning yutilishi va dispersiyasini o‘rganish natijalarini esga olish kerak bo‘ladi. [4]

2. Quyosh nurlarining atmosferada sochilishi.

Biz yuqorida aytilgan ma'noda xira deb atash mumkin bo'lmaydigan muhitlar bilan ish ko'riladigan hollar, ya'ni muhit aralashma yoki boshqa jinslardan yaxshilab tozalangan suyuqlik (yoki gaz) dan iborat bo'lgan hollar ancha katta qiziqish uyg'otadi.

Bunday muxitlarda yorug'lik sochiladi va demak, optik jihatdan birjinslimaslik paydo bo'lishiga olib keladigan fizik sabab bor (L. I. Mandelshtam, 1907 y.). Ideal toza muhitlarda optik birjinslimaslik yuzaga kelishining fizik sababi birdaniga topilgani yo'q.

a. Kritik opalessensiya. Juda muhim bo'lgan bir xususiy holda bir jinslilikni buzishga olib keladigan sababni M. Smoluxovski (1908 y.) ko'rsatib berdi. Gaz yoki suyuqlikning kritik temperaturasida yorug'lik intensiv ravishda sochilishi (kritik opalessensiya) ko'pdan beri ma'lum edi. Smoluxovski kritik temperaturada muhitniig syqiluvchanligi juda katta ekanligiga diqqat qildi (kritik nuktada nazariy tomondan $\left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$ ifoda cheksizlikka intiladi). Bunday sharoitlarda kichikroq hajmlarda o'rtacha zichlikdan sezilarli chetlanishlar paydo bo'lishi mumkin, chunki siqiluvchanlikning katta bo'lishi issiqlik harakati kichik hajmlarda zichlikning sezilarli variatsiyalarini (zichlik fluktuasiyalari) yuzaga keltirishga qodir ekanligini bildiradi. Optik bir jinslilikning buning oqibatida bo'ladigan buzilishi yorug'likning ko'p sochnilishiga sabab bo'ladi. Shunday qilib, Smoluxovski kritik opalessensiya hodisasini izohlab berib, shu bilan yorug'likning umuman sochilishiga olib keladigan bir jinslilikning buzilish sababini qayerdan izlash kerakligiga ko'rsatma berdi.

Yorug'likning molekulyar sochilishining tajribada osongina qilib ko'rish mumkin bo'lgan holi ba'zi eritmalarini tadqiq etishda kuzatiladi. Eritmalarda biz molekulalarning ikki (yoki undan ko'proq) navlarining aralashmasi bilan ish ko'ramiz, bu molekulalar o'zlarininga qutblanuvchanligi qiymatlari bilan xarakterlanadi. Odatdagi sharoitlarda bir modda ikkinchi moddada shunchalik tekis taqsimlanadiki, eritmalarining ham optik jihatdan bir jinsliliigi odatdagi

suyuqliklarnikidan qolishmaydi. Biz erigan moddaning konsentratsiyasi butun hajmda bir xil va o'rtacha konsentratsiyadan farq (konsentratsiya fluktuatsiyalari) juda oz deya olamiz. Biroq moddalarning ko'p kombinatsiyalari ma'lumki, ular odatdagi temperaturada bir-birida qisman eriydi, biroq temperatura ko'tarilganda bir-biri bilan istalgan nisbatda aralasha oladi. Aralashishning kritik temperaturasi deb ataladigan temperaturadan yuqori temperaturada moddalar bir-birida istalgan nisbatda aralashib ketadi. Agar ikki suyuqlikning og'irlik nisbatlari ma'lum bir tarzda tanlab olingan bo'lsa, bu temperaturada ikki suyuqlik butunlay aralashadi. Masalan, og'irlik jihatdan 20 qism uglerod sulfid va 80 qism metil spirt olinsa, ulardan 40° C da juda bir jinsli aralashma hosil qilinadi. Pastroq temperaturada bu moddalar qisman erib, aniq ko'riladigan ikki suyuqlik bo'ladi: uglerod sulfidning spirtidagi eritmasi va spirtning uglerod sulfididagi eritmasi. Temperatura 40°C dan yuqori bo'lganda aralashtiriladigan moddalarning og'irlik nisbatlari har qanday bo'lganda ham bir jinsli aralashma hosil qilish mumkin. Bizni qiziqtirayotgan nuqtai nazardan qaraganda aralashishning kritik temperaturasi aralashmaning shunday hola- tini xarakterlaydiki, bu holatda biror joydagi konsentratsiya tekis taqsimotdan ayniqsa oson farq qilishi mumkin. Binobarin, aralashishning kritik temperaturasida konsentratsiyaning katta- katta fluktuatsiyalari va optik bir jinslilikning bu fluktuatsiyalarga aloqador bo'lgan buzilishlari bo'lishi mumkin. Haqiqatan ham, aralashishning kritiktemperaturasida bunday aralashmalarda yorug'lik juda intensiv ravishda sochiladi, uni tajribada kuzatish oson.[5]

b. Yorug'likning suyuqlik sirtida sochilishi. Hajmda bo'ladigan sochilishga o'xshagan hodisalar suyuqlik sirtida ham bo'lishi mumkin. Suyuqlikning tinch sirti ko'zguga o'xshaydi, unga tushayotgan yorug'lik ma'lum bir yo'nalishda tekis qaytadi. Biroq suyuqlik sirti biror sababdan, masalan, chayqalishdan g'adir-budur bo'lib qolsa, yorug'likning birmuncha qismi chetga tarqoq ravishda sochiladi. Suyuqlikning tekis sirti, umuman aytganda, molekulyar harakat tufayli muttasil ravishda «buzilib» turishkerakva bu notekysliklar to'lqin uzunligiga yaqin bo'lib qolganda yorug'lik tekis qaytmay, suyuqlik sirti xira bo'lib qoladi.

Biroq odatdagi sharoitlarda suyuqlik sirtining xiraligi kam bilinadi, chunki issiqlik harakatining ko'rsatadigan bo'zish ta'siriga molekulyar tutinish kuchlari qarshilik kilib, erkin sirtni minimal holda tutishga harakat qiladi (sirt taranglik).

Ikki suyuqlik chegarasida bu kapillyar kuchlar odatda suyuqlik bilan gaz orasidagi chegaradagidan kichik bo'ladi. Bu kuchlar aralashishning kritik temperaturasi yaqinida aynikea kichik bo'ladi. Haqiqatan ham, bu holda yorug'lik chegaradan Frenel qonunlari bo'yicha qaytibgina qolmay, balki hamma tomonga intensiv ravishda sochiladi ham (L. I. Mandelshtam, 1913 y.). Yaxshi sharoitlarda molekulyar g'adir-budurlik shunchalik katta bo'ladiki, bunda yorug'lik katta burchak ostida tushganda ham tekis kaytmaydi; tekis qaytishning yo'qolishini to'lqin uzunligi kichik bo'lgan yorug'likda kuzatish oson, xira sirtlarda shunday bo'lishi kerak edi.

Erkin sirt sochib yuborgan yorug'likni kuzatish ancha qiyin, biroq buni kapillyarlik doimiysi katta bo'lgan simob kabi suyuqlikda ham kuzatish mumkin bo'ldi (Raman, 1926 y.).

Sirtlarning sochib yuborish qonunlari hajmlarning sochib yuborish qonunlaridan farq qiladi. Masalan, sirt sochib yuborgan yorug'likning intensivligi to'lqin uzunligining (to'rtinchi darajasiga emas) ikkinchi darajasiga teskari proporsionaldir; sochilgan yorug'likning qutblanish sharoitlari xam boshqachadir. Bu hodisalargning molekulyar notekisliklar to'lqin uzunligiga nisbatan kichik bo'lgan holdagi to'liq molekulyar nazariyasi tajribada ko'rinadigan qonuniyatlarga muvofiq keladi (F. S. Barishanskaya, 1936 y.).

v. Yorug'likning toza moddada molekulyar sochilishi. Yorug'likning toza moddada sochilishining fizik sababini Smoluxovski ko'rsatib bergan bo'lib, quyidagidan iborat: muhit molekulalarining issiqlik harakati statistik xarakterda bo'lgani tufayli muhitda zichlik fluktuatsiyalari paydo bo'ladi, bu fluktuatsiyalar ayniqsa kritik nuqta sohasida katta bo'ladi. Zichlikning $\Delta\rho$ fluktuatsiyasi sindirish ko'rsatkichining Δn fluktuatsiyasiga yoki dielektrik singdiruvchanlikning $\Delta\varepsilon$ fluktuatsiyasiga ($\varepsilon \equiv n^2$) sabab bo'ladi, bular esa aslida optik bir jinshlikdan iborat.

Kritik nuqtadan uzoqda fluktuatsiyalar kritik nuqta sohasidagidek uncha katta bo'lmada har qalay bo'ladi va toza moddada yorug'lik o'sha fluktuatsiyalar tufayli sochiladi [6].

1910 yilda Eynshteyn yorug'likning kritik nuqtadan uzoqda molekulyar sochilishining miqdoriy nazariyasini yaratdi: bu nazariya dielektrik singdiruvchanlikning $\Delta\epsilon$ fluktuatsiyalari tufayli muhitda optik bir jinslimaslik paydo bo'lish g'oyasiga asoslanadi.

Bu holda sochilgan yorug'likning intensivligi fluktuatsiyalar tufayli paydo bo'lgan optik bir jinslimaslik bilan aniqlanadi. Sochilgan yorug'likning intensivligi $\Delta\bar{\epsilon}$ ning ishorasiga bog'liq bo'lmagani uchun intensivlik $(\Delta\bar{\epsilon})^2$ ga proporsional bo'ladi. Oddiy elektrodinamik hisob intensivlikning quyidagicha, bo'lishini ko'rsatadi:

$$I = I_0 \frac{\pi^2}{2\lambda^4 L^2} V^* V (\Delta\epsilon)^2 (1 + \cos^2 \theta)$$

Bu yerda V^* — fluktuatsiya yuz bergan hajm bo'lib, yorug'lik to'lqinining uzunligiga nisbatan kichik, lekin ichida molekulalar ko'p.

Endi yorug'likning molekulyar sochilishida optik bir jinslimaslikning o'lchovi $(\Delta\bar{\epsilon})^2$ miqdor bo'ladi. Agar $\Delta\epsilon$ fluktuatsiyalar zichlik va temperatura yoki p bosim va S entropiyadan iborat faqat ikki erkli termodinamik o'zgaruvchi bilan aniqlanadi deb hisoblasak, u holda

$$\Delta\epsilon = \left(\frac{\partial\epsilon}{\partial p}\right)_S \Delta p + \left(\frac{\partial\epsilon}{\partial S}\right)_P \Delta S; \quad \overline{(\Delta\epsilon)^2} = \left(\frac{\partial\epsilon}{\partial p}\right)_S \overline{(\Delta p)^2} + \left(\frac{\partial\epsilon}{\partial S}\right)_P \overline{(\Delta S)^2};$$

bu yerda $\Delta p, \Delta S$ — bosim va entropiyaning fluktuatsion o'zgarishlari, hosilalardagi indekslar differensial olayotganda qanday miqdor o'zgartirilmay turishini ko'rsatadi. Bu yerda Δp va ΔS fluktuatsiyalar statistik jihatdan mustaqil ekanligi va demak, $\overline{\Delta p \Delta S} = 0$ ekanligi e'tiborga olingan. Fluktuatsiyalar nazariyasi $\overline{(\Delta p)^2}$ va $\overline{(\Delta S)^2}$ miqdorlarni moddaning termodinamik xarakteristikalarini orqali ifodalashga va (1.1) munosabatni

$$I = I_0 \frac{\pi}{2\lambda^4} \frac{V}{L^2} \left\{ \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial p} \right)_s^2 \beta_s kT + \left(\frac{1}{\sigma} \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right)_p^2 \frac{\sigma^2 kT^2}{c_0 \rho} \right\} (1 + \cos^2 \theta) \quad (1.1)$$

ko‘rinishda tasvirlashga imkon beradi, bu yerda ρ — muhitning zichligi (g/sm^3), T — absolyut temperatura, β_s — adiabatik siqiluvchanlik, σ — issiqlikdan kengayish koeffitsiyenti, c_p — 1g moddaning o‘zgarmas bosim sharoitidagi issiqlik sig‘imi, V — yorug‘likni sochib yuborayotgan hajm.

(1.1) formulada katta qavs ichidagi birinchi had zichlikning adiabatik fluktuatsiyalari (bosim fluktuatsiyalari) tufayli sochilgan yorug‘lik intensivligini bildiradi, ikkinchi had esa zichlikning izobarik fluktuatsiyalari (entropiya fluktuatsiyalari) tufayli sochilgan yorug‘lik intensivligini bildiradi. Quyidagi taqribiy tenglikni yozish mumkin:

$$\left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial p} \right)_s^2 \approx \left(\frac{1}{\sigma} \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right)_p^2 \approx \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial p} \right)_T^2$$

Agar mashhur $\beta_T = \beta_s + \frac{T\sigma^2}{\rho c_p}$ termodinamik munosabatdan foydalansak (bu

yerda β_T — izotermik siqiluvchanlik), (1.1) formula

$$I = I_0 \frac{\pi}{2\lambda^4} \frac{V}{L^2} \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial p} \right)_T^2 \beta_T kT (1 + \cos^2 \theta) \quad (1.2)$$

ko‘rinishga keladi; bu formulani birinchi bo‘lib Eynshteyn topgan va shuning uchun u Eynshteyn formulasi deyiladi.

(1.1) va (1.2) formulalardan Releyning $I = \frac{1}{\lambda^4}$ qonuni kelib chiqadi. Shunday qilib, osmonning zangori bo‘lishiga va botishda Quyoshning qizil bo‘lib ko‘rinishiga yorug‘likning molekulyar sochilishi sabab bo‘ladi. Ideal gaz holatining tenglamasini va ε bilan ρ orasidagi munosabatni e‘tiborga olib, (1.2) formuladan gazda sochilgan yorug‘lik intensivligining formulasini (Releyning dastlabki formulasi) keltirib chiqarish mumkin.

Eynshteyn optik bir jinslimaslikka erigan modda konsentratssiyasining fluktuatsiyalari sabab bo‘ladigan holni ham ko‘rib chiqqan (bunda dielektrik singdiruvchanlik konsentratsiyaga bog‘liq deb hisoblanadi). Bu holda

$$\Delta\varepsilon = \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial c} \right)_{p,S} \Delta c; \quad \overline{(\Delta\varepsilon)^2} = \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial c} \right)_{p,S}^2 \overline{(\Delta c)^2}$$

bu yerda c — konsentratsiya, Δc — konsentratsiya fluktuatsiyasi.

Oddiygina hisobning ko‘rsatishicha, konsentratsiya fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug‘likning intensivligi quyidagicha ifodalanadi:

$$I_{kons} = I_0 \frac{\pi}{2\lambda^4} \frac{V}{L^2} \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial c} \right)_{p,S}^2 \frac{cM}{N_A} \beta_T kT (1 + \cos^2 \theta) \quad (1.2a)$$

bu yerda M — erigan moddaning molekulyar og‘irligi, N_A — Avogadro soni.

Bu formula uncha katta bo‘lmagan konsentraiylar uchun yaraydi.

Eynshteyn nazariyasini yorug‘likning turli xil polimer va oqsillarda sochilish holiga tatbiq etib rivojlantirish (Debay) o‘lchamlari tushayotgan yorug‘lik to‘lqinining uzunligi tartibida (yoki undan katta) bo‘lgan polimer molekulalarning molekulyar og‘irligi va tuzilishini aniqlashning eng yaxshi usullaridan birini berdi.

Zichlik fluktuatsiyalari va konsentratsiya fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug‘lik butunlay chiziqli qutblangan bo‘ladi.

1) *Sochilgan yorug‘likning intensivligi.* Eynshteyn formulasiga $k = R/N_A$ Bol’sman doimiysi kirgani uchun, formuladagi boshqa parametrlarning hammasini o‘lchab, sochilgan yorug‘likning intensivligiga qarab N_A ni, ya’ni 1 mol moddadagi molekulalar sonini (Avogadro sonini) aniqlash mumkin (R — gaz doimiysi). Bu ishni gaz uchun qilish juda oson. Shuning uchun gaz sochib yuborgan yorug‘likni eksperimentda tadqiq etishda bu muhim doimiyni (N_A ni) hisoblab topish mumkinligi hodisaning molekulyar xarakterlashg kriteriysi bo‘la oladi.

Sochilgan yorug‘likning absolyut intensivligini o‘lchash yo‘lida juda muhim eksperimental qiyinchiliklar bor, biroq ularni bartaraf qilsa bo‘ladi. Bunga o‘xshash

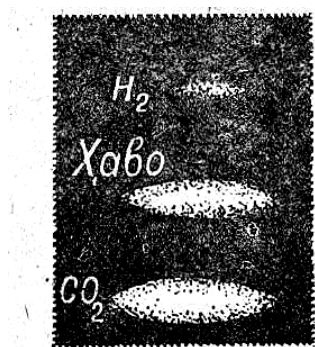
o'lchash natijalari haqida quyidagi ma'lumotlardan biror tasavvur hosil qilsa bo'ladi.

2.1-jadval

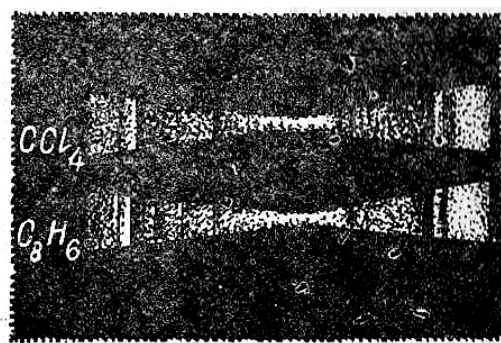
Havo tarkibidagi gazlar	Qalinligi 1 sm bo'lgan havo qatlamiga (normal bosim va temperatura sharoitida) kirayotgan yorug'lik oqimining $2,7 \cdot 10^{-7}$ qismini sochib yuboradi. havoga nisbatan 43 marta kam sochadi.					
Vodorod						
Argon	»	»	1,2	»	»	»
Karbonat angidrid	»	»	2,6	»	»	»
Suv (suyuq)	»	»	185	»	»	»
Benzol (suyuq)	»	»	170	»	»	»
Kvars (krisg.)	»	»	7	»	»	»
Tosh tuz (krist.)	»	»	5	»	»	»

Yorug'likning kristallarda molekulyar sochilishi ham ishonchli ravishda aniqlandi (G.S. Landsberg va hamkorlari, 1927-1930 y). Kristallarni tasodifiy qo'shilmalardan tozalash mumkin emas, shuning uchun o'rganilgan kristallar ko'p emas. Molekulyar sochilgan yorug'likni tasodifiy qo'shilmalarda sochilgan yorug'likdan farq qilishga imkon beradigan metod intensivlikning temperaturaga bog'lanishini tadqiq etishdan iborat edi: molekulyar sochilgan yorug'likning intensivligi absolyut temperaturaga proporsional bo'lib, qo'shilmalarda sochilgan yorug'lik (parazit yorug'lik) intensivligi temperaturaga bog'liq emas.

Hamma moddalar bir xilda yoritilgan sharoitda turli moddalar sochib yuborgan yorug'likning fotosuratlari 2.1 va 2.2-rasmda ko'rsatilgan. Bu suratlar turli moddalarning nisbiy sochish qobiliyati to'g'risida fikr yuritishga imkon beradi.

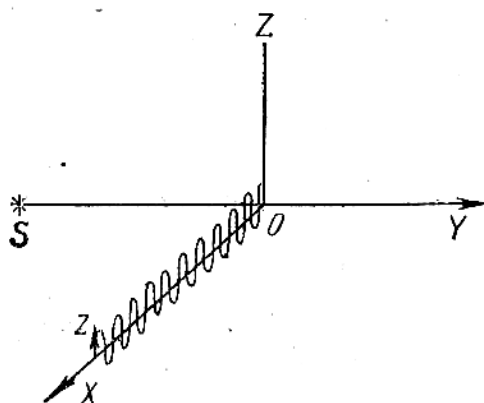


2.1-rasm. Vodorod, havo va karbonat angidridda molekulyar sochilish intensivliklarini solishtirish.



2.2-rasm. Uglerod tetroxlorid (CCl_4) va benzolda (C_6H_6) molekulyar sochilish intensivliklarini solishtirish.

2) *Sochilishda yorug'likning qutblanishi.* Agar tabiiy yorug'lik molekulaga OY o'q yo'nalishida tushayotgan bo'lsa (2.3- rasm), yorug'likning elektr vektori ZOX tekislikda tebranishi kerak. Agar sochilgan yorug'lik OX o'q yo'nalishida kuzatilsa, to'lqinlar ko'ndalang to'lqinlar bo'lgani sababli bu yo'nalishda elektr vektori tebranishining OX o'qqa perpendikulyar bo'lgan komponentasi tufayli hosil bo'lgan to'lqinlarga tarqaladi. Shunday qilib, tushayotgan yorug'likka nisbatan to'g'ri burchak ostida sochilgan yorug'likda elektr vektorining OZ o'q bo'ylab yo'nalgan tebranishlari kuzatilishi, ya'ni yorug'lik to'liq qutblangan bo'lishi kerak. Biroq keyingi tadqiqotlar singan yorug'likning qutblanishi to'liq bo'lmasligini ko'rsatadi. Agar elektr vektori OY o'q bo'ylab tebranadigan yorug'likning intensivligini I_y bilan, elektr vektori OY o'q bo'ylab tebranadigan yorug'likning intensivligini I_z bilan belgilasak, u holda Π qutblanish darajasi quyidagicha ifodalanadi:



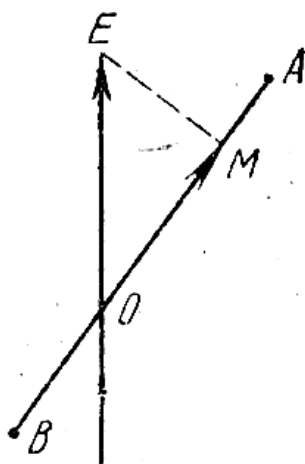
2.3- rasm. Sochilgan yorug'likning qutblanishiga doir.

$$\Pi = \frac{I_z - I_y}{I_z + I_y} \quad (1.3)$$

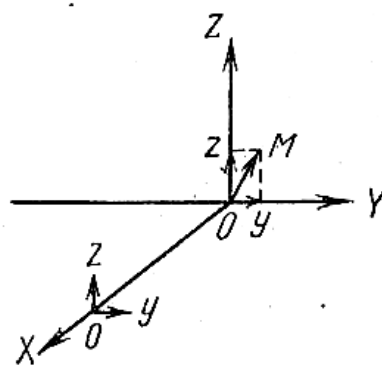
Yuqorida bayon etilgan mulohazalardan $I_z = 0$ bo'lganda $\Pi = 1$ bo'ladi (qutblanish 100%, yorug'lik gaytadi), degan xulosa chiqadi. Tajribada esa I_y juda kamdan-kam hollarda nolga teng bo'ladi: yorug'lik qisman qutbsizlanadi. Qutbsizlanish o'lchovi sifatida odatda

$$\Delta = \frac{I_y}{I_z} \quad (1.4)$$

miqdor olinadi. Bir qator gazlarda Δ noldan farq qiladi (vodorodda $\Delta = 1\%$, azotda $\Delta = 4\%$, uglerod sulfid bug'larida $\Delta = 14\%$, karbonat angidridda $\Delta = 7\%$).



2.4-rasm. Kuchli anizotrop molekula modeli. AB ga perpendikulyar bo'lgan yo'nalishda qutblapuvchanlik nolga teng.



2.5-rasm. Yorug'likni anizotrop molekularlar sochganda qutbsizlanish.

Suyuqliklarda qutbsizlanish darajasi yanada ortiq bo'lib, benzolda 44% ga, uglerod sulfidga 68% ga, nitrotoluolda hatto 80% ga yetadi. Bu hodisani ham Reley izohlab bergan bo'lib, bu hodisa sochuvchi molekulalarning optik anizotropiyasi tufayli yuz beradi deb ko'rsatgan. Haqiqatan ham, anizotrop molekulada paydo bo'ladigan elektr qutblanish yo'nalishi, umuman aytganda, to'lqinning elektr maydoni yo'nalishi bilan bir xil bo'lmaydi. Masalan, molekula faqat bir yo'nalishda qutblana olsa (2.4- rasmda molekulaning modeli LBtayoqcha tarzida ko'rsatilgan), OE bo'ylab yo'nalgan maydon OA bo'ylab shunday tebranishlarni yuzaga keltiradiki, bu tebranishlarning amplitudasi maydonning OM bo'ylab yo'nalgan va qiymati EOA burchakka bog'liq bo'lgan komponentasiga proporsional bo'ladi.

Agar muhit mana shunday molekulalardan tuzilgan bo'lsa, u holda ikkilamchi to'liqning elektr komponentalari ham OZ o'q bo'ylab, ham OY o'q bo'ylab yo'naladi (2.5- rasm), bu komponentalarning nisbiy kattaliklari molekulaning anizotropik darajasiga bog'liq bo'ladi, ya'ni dastlabki dastaga perpendikulyar yo'nalishda sochilgan yorug'lik faqat qisman qutblangan bo'ladi [7].

Shunday qilib, yorug'likning qisman qutbsizlanishiga molekulalarning anizotropiyasi, ya'ni elektr maydonida muhitning yorug'likni ikkiga ajratib sindirishdagi hodisalari sabab bo'ladi. Kerr doimiysi bilan qutbsizlanish kattaligi o'rtasidagi munosabatni topish imkoniyati bor. Tajriba bu munosabatni tasdiqladi. Gazlarni tadqiq etish qutblanuvchanlik ellipsoidi orqali beriladigan asosiy optik parametrlarni yetarlicha to'liq xarakterlashga imkon yaratadi. Anizotrop molekulani to'liq xarakterlash uchun qutblanuvchanlikning molekulaning uchta bosh yo'nalishidagi qiymatlarini, ya'ni eng umumiy holda uchta kattalikni bilish kerak. Bu maqsadda bizda mustaqil o'lchab topiladigan uchta kattalik bor: Sindirish ko'rsatkichi, Kerr doimiysi va sochilgan yorug'likning qutbsizlanish koeffitsiyenti..

Muhitning anizotrop molekulalari issiqlik harakati qilgani natijasida zichlik fluktuatsiyalaridan tashqari anizotrop molekulalar joylashishining fluktuatsiyalari (ya'ni anizotropiya fluktuatsiyalari) ham paydo bo'ladi. Bu esa molekulalar harakatining statistik xarakterda bo'lishi natijasida yorug'likning to'liq uzunligiga nisbatan kichik bo'lgan hajmlarda biror yo'nalishda har qanday boshqa yo'nalishlardagiga qaraganda bir xil joylashgan molekulalar ko'p bo'lib qolganini bildiradi. Anizotrop molekulalarning biror yo'nalish bo'ylab bunday ko'p joylashishi (ya'ni anizotropiyaning bunday fluktuatsiyasi) optik jihatdan bir jinslimaslik paydo bo'lishiga va yorug'lik sochilishiga sabab bo'ladi.

Yuqorida aytib o'tilganidek, zichlik fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug'lik to'liq chiziqli qutblangan bo'ladi. Bu yorug'lik to'liqining elektr vektori sochilish tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda yotadi. Anizotropiya fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug'lik qutbsizlangan bo'ladi, bu yorug'likning qutbsizlanish koeffitsiyenti hisob va tajriba natijalariga muvofiq ravishda quyidagiga teng bo'ladi: sochib yuboruvchi muhitga tabiiy yorug'lik tushirilganda

qutbsizlanish ko'effitsiyenti $\rho_u = \frac{6}{7}$ bo'ladi, muhitga elektr vektori sochilish tekisligiga perpendikulyar bo'lgan tekislikda yotgan chiziqli qutblangan yorug'lik tushirilib, yorug'likning sochilishi $\theta = 90^\circ$ burchak ostida kuzatilganda $\rho_v = \frac{3}{4}$ bo'ladi.

Zichlik fluktuatsiyalari va anizotropiya fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug'lik aralashmasi biror qutbsizlanish ko'effitsiyenti (Δ) bilan xarakterlanadi, bu ko'effitsiyent esa qutbsizlangan yorug'lik bilan qutblangan yorug'likning nisbiy hissalari orqali aniqlanadi. Anizotropiya fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug'lik intensivligini hisob qilish, ancha qiyin, chunki anizotropiya fluktuatsiyalarini zichlik fluktuatsiyalari hisoblangan yo'l bilan hisoblab topib bo'lmaydi. Biroq bunga mos intensivlikni hisob qilish masalasi suyuqlikning tayinli bir modeli uchun ajoyib ravishda hal qilindi. Biz bu yerda bu hisobni to'liq bayon etib o'tirmasdan faqat umumiy intensivlikka anizotropiya fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug'lik qo'shgan ulushni, Kabann qilgani kabi (1927), qutbsizlanish ko'effitsiyentlarining qiymatlaridan foydalanib e'tiborga olamiz. Sochilgan yorug'likning umumiy intensivligi $J = I + i$ bo'lsin, bu yerda I intensivlik $\theta = 90^\circ$ bo'lgan holda formula bilan ifodalanadi (ya'ni zichlik fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug'lik intensivligi, bundan buyon uni I_{90} bilan belgilaymiz), I esa anizotropiya fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug'lik intensivligi. Agar tushayotgan tabiiy yorug'lik OY o'q bo'ylab tarqaladi (2.3- rasm), sochilgan yorug'lik OY o'q bo'ylab kuzatiladi, OZ o'q esa sochilish tekisligiga perpendikulyar yo'naladi deb faraz qilsak, u holda $I = I_z$ va $i = i_x + i_z$ bo'ladi, demak,

$$J = I_z + i_x + i_z.$$

Yuqorida aytib o'tilganidek,

$$\Delta = \frac{i_x}{I_z + i_z}$$

va

$$\rho_u = \frac{i_x}{i_z} = \frac{6}{7}$$

Intensivlikning va qutbsizlanish koefitsiyentlarining bu yerdagi ifodalarini e'tiborga olib, i_x va i_z ni yo'qotsak,

$$J_{90} = I_{90} f(\Delta)$$

bo'ladi, bu yerda J_{90} kattalik $\theta = 90^\circ$ bo'lgan holdagi to'liq intensivlik bo'lib;

$$f(\Delta) = \frac{6 + 6\Delta}{6 - 7\Delta}$$

ko'paytuvchi esa Kabann faktori deb ataladi.

Yuqorida yozilgan formulalardan

$$i/I = \frac{13\Delta}{6 - 7\Delta}$$

nisbatni topish oson; bu formu ladan glitserin kabi suyuqliklarda ($\Delta \approx 0,30$) qutblanib sochilgan yorug'likning intensivligi qutbsizlanib sochilgan yorug'likning intensivligiga taxminan teng degan xulosa chiqadi. Agar $\Delta \approx 0,68$ bo'lsa (uglerod sulfiddan ana shunday bo'ladi), anizotropiya fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug'likning intensivligi zichlik fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug'lik intensivligidan yetti marta ortiq bo'ladi [9].

3. Osmonning moviyligi.

Bosim fluktuatsiyalari, entropiya yoki temperatura fluktuatsiyalari, konsentratsiya va anizotropiya fluktuatsiyalari paydo bo'ladi va vaqt o'tishi bilan yo'qolib ketadi. Turli xil fluktuatsiyalar paydo bo'ladi va har xil qonunlarga muvofiq ravishda o'zgaradi.

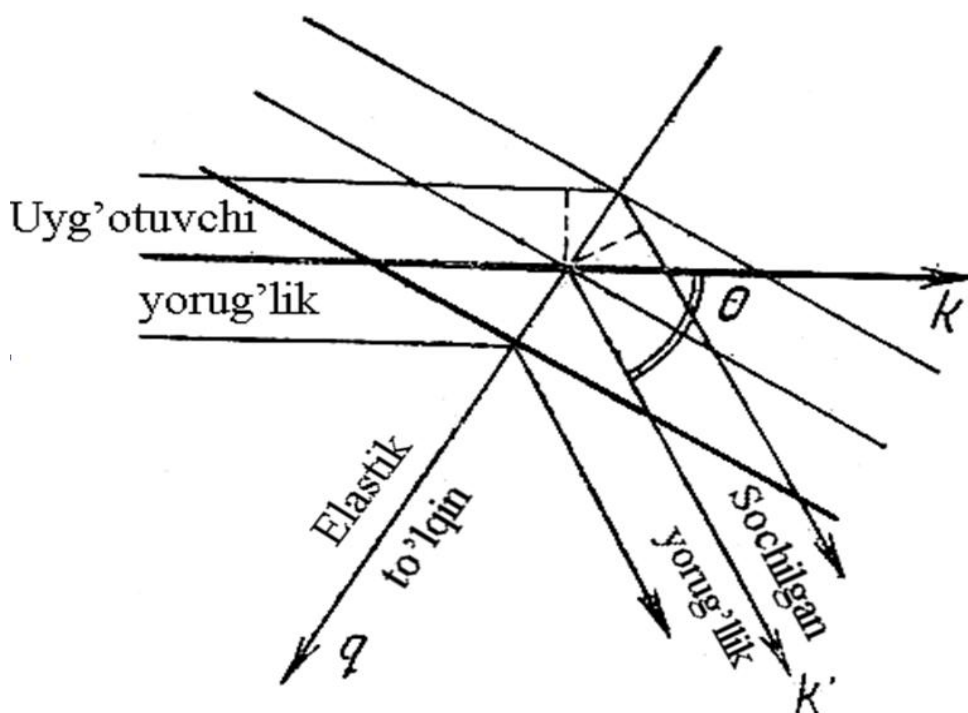
Bosimning biror joyda ortishi yoki pasayishidan iborat bo'lgan bosim fluktuatsiyasi elastik jismda paydo bo'lgan joyida qotib qolmay, balki elastik to'lqinning tarqalish tezligiday tezlik bilan moddaning butun hajmi bo'ylab tarqaladi. Konsentratsiya fluktuatsiyalari diffuziya koeffitsiyenti bilan aniqlanadigan tezlikda o'zgaradi, entropiya fluktuatsiyalari esa moddaning temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti bilan aniqlanadigan tezlikda o'zgaradi.

Optik birjinslimaslikning vaqt o'tishi bilan bo'ladigan barcha bu o'zgarishlari sochilgan yorug'lik amplitudasi va fazasining optik birjinslimaslikning vaqt o'tishi bilan o'zgarish xarakteriga mos keladigan qonun bilan o'zgarishiga sabab bo'ladi.

Yorug'lik to'lqini amplitudasi va fazasining vaqt o'tishi bilan o'zgarishi (modulyatsiyasi) oqibatida dastlabki monoxromatik yorug'lik nurining spektral tarkibi o'zgaradi. Bunday spektrning xarakteri modulyatsiyalovchi funksiyaning ko'rinishiga yoki, boshqacha aytganda, sochilgan yorug'lik amplitudasi va fazasining vaqtga bog'lanish grafigi ko'rinishiga bog'liq bo'ladi.

a. Mandelshtam — Brillyuen komponentalari. Zichlikning adiabatik fluktuatsiyalari yoki bosim fluktuatsiyalarini muhitda xilma-xil yo'nalishlarda tarqaladigan xil- ma-xil chastotali elastik to'lqinlar to'plami deb hisoblash mumkin (fluktuatsiyani Fure integrali tarzida ifodalash).

Qattiq jismning issiqlik sig'imini hisoblashda (Debay) issiqlik harakatining energiyasini bu jismning $3N$ ta elastik normal tebranishlarining (to'lqinlarining) energiyasi deb qarash mumkin. Bu elastik to'lqinlar (Debay to'lqinlari) va zichlikning adiabatik fluktuatsiyalari yoyiladigan Fure komponentalari ayni bir to'lqinlardir (L. I. Mandelshtam). Bu nuqtai nazardan qaraganda, zichlikning adiabatik fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorug'lik elastik issiqlik to'lqinlarida difraksiyalangan yorug'likdir.



3.1-rasm. Fluktatsion elastik to'lqinda yorug'likning difraksiyalanishi.

Muhit ichiga parallel nurlar dastasi, masalan, lazer yorug'ligi yuborilsa, amalda yakkayu-yagona elastik yoki tovush to'lqinida difraksiyalangan yorug'likni kuzatish mumkin. Agar muhitga to'lqin vektori k bo'lgan $E = E_0 \cos[\omega_0 t - (kr)]$ yassi monoxromatik to'lqin yuborilganda bu to'lqin vektori q bo'lgan $A = A_0 \cos[\Omega t - (qr)]$ elastik to'lqin bilan uchrashsa, u holda difraksiyalangan yorug'likning maksimumi Bregg shartiga, ya'ni

$$k' - k = \pm q$$

shartga to'g'ri keladigan yo'nalishda ko'rinadi (bu yerda k' — sochilgan yorug'likning to'lqin vektori); $|k'| = |k| = \frac{2\pi}{\lambda} n$ va $|q| = \frac{2\pi}{\Delta}$ deb faraz qilib,

$$2n\Delta \sin \frac{1}{2} \theta = \lambda \quad (3.1)$$

formulani topamiz, bu yerda Δ — tovush to'lqinining uzunligi, λ — tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi. Elastik turg'un to'lqinda θ sochilish burchagi bilan aniqlanadigan yo'nalishda difraksiyalangan yorug'likning amplitudasi $\cos \Omega t$ qonun bo'yicha o'zgaradi, bu yerda Ω — elastikyoki tovush to'lqinining chastotasi.

Shuning uchun sochilgan yorug'lik maydonini quyidagicha yozish mumkin:

$$E(t) \propto E_0 \cos \Omega t \cos \omega_0 t \propto \left[\frac{1}{2} E_0 [\cos(\omega_0 + \Omega)t - \cos(\omega_0 - \Omega)t] \right]$$

Binobarin, sochilgan yorug‘likda chastotalari $\omega_0 + \Omega$ va $\omega_0 - \Omega$ bo‘lgan ikki satellit bo‘lishi kerak, bular tushayotgan yorug‘likning ω_0 chastotasiga nisbatan uning ikki tomonida simmetrik joylashishi kerak ($\omega_0 + \Omega$ — antistoks satelliti, $\omega_0 - \Omega$ — stoks satelliti). Bu yo‘ldoshlar Mandelshtam — Brillyuen komponentalari deb ataladi va Reley chizig‘ining nozik strukturasi tashkil etadi. Yorug‘lik to‘lqinini modulyatsiyalagan elastik issiqlik to‘lqinining chastotasi (5) formulani va $\omega_0 = \frac{2\pi c}{\lambda}$ munosabatni e‘tiborga olganda quyidagicha yozilishi mumkin:

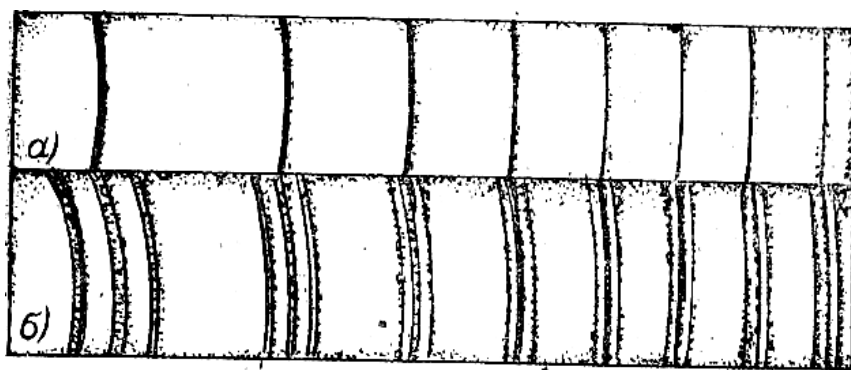
$$\Omega = \mathcal{R}q = v \left(\frac{2\pi}{\Lambda} \right) = \frac{4\pi n v}{\lambda} \sin \frac{1}{2} \theta = 2\omega_0 n \frac{v}{c} \sin \frac{1}{2} \theta \quad (3.2)$$

bu yerda v — elastik to‘lqinning y chastotaga mos keladigan tarqalish tezligi.

Shunday qilib, yo‘ldoshlar (satellitlar) chastotasining nisbiy o‘zgarishini

$$\pm \frac{\Delta \omega}{\omega_0} = \pm \frac{\Omega}{\omega_0} = 2n \frac{v}{c} \sin \frac{1}{2} \theta \quad (3.3)$$

ko‘rinishda yozish mumkin, bu yerda $\Delta \omega$ — Mandelshtam — Brillyuen komponentasining siljishi. Bu formulani Mandelshtam bilan Brillyuen bir-birlaridan mustaqil ravishda topganlar va shuning uchun u Mandelshtam — Brillyuen formulasi deb ataladi.



3.2- rasm. Geliy—neonli lazer nurlanishining 632,8 nm li chizig‘i tomonidan uy temperaturasida beizolda o‘yg‘otilgan sochilish chizig‘i nozik strukturasi interferentsioi spektri.

a — uyg‘otuvchi chiziqlarning spektri, b — sochilish chizig‘i nozik strukturasi spektri.

Yorug'likning yuguruvchi to'liqidagi difraksiyasini tekshirishda (3.4) munosabatni keltirib chiqarish mumkin. $\pm v$ tezliklar bilan yuguruvchi to'liqlardan ko'zgusimon qaytgan yorug'lik θ burchak bilan belgilanadigan yo'nalishda keladi. Doppler effektini e'tiborga olib, Mandelshtam — Brillyuening (3.4) formulasini topish mumkin.

Bu formuladan ko'rinishicha, tovushning yorug'lik sochilishini belgilaydigan Ω chastotalari noldan tortib ($\theta = 0$ uchun) maksimal $\Omega = 2n\omega_0 v/c$ qiymatiga ($\theta = 180^\circ$ uchun) qadar diapazonda yotadi. Gazlarda v tezlik 10^4 tartibida, suyuqliklarda 10^5 tartibida va kristallarda 10^6 sm/s tartibida ekanligini nazarda tutib, maksimal chastotalar mos ravishda $10^{-6}\omega_0$, $10^{-5}\omega_0$ va $10^{-4}\omega_0$ tartibida bo'lishini topamiz. $\lambda = 500\text{nm}$ bo'lgan yashil yorug'lik uchun maksimal chastotalar xar xil moddalarda 10^9 dan 10^{11} s^{-1} gacha intervalda yotadi.

Yorug'lik chastotasini bunday juda kichik $\Delta\omega$ o'zgarishlarini ajrata olish kuchi juda katta bo'lgan spektral apparatlardagina, masalan, Fabri—Pero interferometrida yoki panjarasining shtrixlari juda ko'p bo'lgan difraksion yepektrografda qayd qilish mumkin. Reley chizigining nozik strukturali ekanligini birinchi bo'lib tajribada (1930 y.) Landsberg, Mandelshtam va Gross kvars monokristalida, Grossning o'zi esa suyuqliklarda aniqladilar.

Benzolda sochilgan yorug'likning Fabri — Pero interferometrida olyngan surati 7-rasmda ko'rsatilgan; bunda suyuqlik (benzol) geliy-neonli lazerning $\lambda = 632,8\text{ nm}$ yorugligi bilan yoritilgan.[10]

Mandelshtam — Brillyuen komponentalari orasidagi $2\Delta\omega$ masofani o'lchash juda yuksak chastotali ($10^{10} — 10^{11}\text{ Gs}$ gacha bo'lgan) tovush tyozligini aniqlashga imkon b'yeradi. Bu tezlikning qiymatini uning akustik va ultraakustik tajribalarda aniqlanadigan past chastotalardagi qiymati bilan solishtirish tovush tezligining dispersiyasini tadqiq etishga imkon beradi. Elastik to'liqlarning so'nishi Mandelshtam—Brillyuen komponentalarining kengayishiga sabab bo'ladi, bunda komponentaning yarim kengligi quyndagiga teng:

$$\delta\omega_{MB} = 2\alpha v \quad (3.5)$$

bu yerda α —tovush soʻnishinnig amplituda koeffitsiyent γ yumv kengliklarni oʻlchash yuksak chastotali tovushning (gipertovushning) soʻnish koeffitsiyentini aniqlashga imkon beradi.

Mandelstam — Brillyuening ikkala komponentasining integral (umumiy) intensivligidagi katta qavs ichidagi birinchi qoʻshiluvchi bilan aniqlanadi.

b.Markaziy komponenta. Zichlikning izobarik fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorugʻlikning spektri adiabatik fluktuatsiyalar tufayli sochilgan yorugʻlikning hozirgina koʻrib oʻtilgan spektridan farq qiladi. Haqiqatan ham, entropiya yoki temperaturaning fluktuatsiyalari tufayli yuzaga kelgan optik bir jinslimasliklarning vaqt oʻtishi bilan oʻzgarishlari temperatura oʻtkazuvchanlik tenglamasiga boʻysunadi, biz tekshirayotgan holda bu tenglamaning yechimi vaqtga bogʻliq boʻlgan eksponensial munosabat boʻladi. Binobarin, bu holda yorugʻlik toʻlqinining amplitudasini modulyatsiya qiladigan funksiya vaqtga eksponensial ravishda bogʻliq boʻladi va sochilgan yorugʻlikda maksimumi dastlabki (tushayotgan) yorugʻlikning chastotasida boʻlgan spektral chiziq - markaziy komponenta paydo boʻladi, bu chiziqning yarim kengligi $\delta\omega_c = q^2 \chi$ boʻladi, bundan

$$q = \frac{4\pi n}{\lambda} \sin \frac{1}{2} \theta$$

bu yerda $\chi = x/c_p \rho$ — temperatura oʻtkazuvchanlik koeffitsiyenti, x —issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffitsiyenti.

Zichlikning izobarik fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorugʻlikning umumiy (integral) intensivligida katta qavs ichidagi ikkinchi qoʻshiluvchi bilan aniqlanadi.

Konsentratsiyaning fluktuatsiyalari tufayli yuzaga kelgan optik bir jinslimasliklarning vaqt oʻtishi bilan oʻzgarishi formal ravishda temperatura oʻtkazuvchanlik tenglamasi bilan bir xil boʻlgan tenglamaga boʻysunadi, ammo bu tenglamada χ oʻrniga D diffuziya koeffitsiyenti olingan. Shuning uchun konsentratsiyaning fluktuatsiyalari tufayli sochilgan yorugʻlikning spektral chizigʻi vaziyati markaziy komponenta ustiga tushadi, biroq kengligi boshqacha boʻladi:

$$\delta\omega_{\text{KOHЦ.}} = q^2 D,$$

bu yerda D — eritma molekulalarining oʻzaro diffuziyasi koeffitsiyenti. Odatdagi eritmalarida D koeffitsiyent χ ga nisbatan bir necha tartib kichik boʻlgani uchun tegishli chiziqli shuncha marta ensiz boʻladi, chiziqli integral intensivligi izobarik fluktuatsiyalar tufayli paydo boʻlgan intensivlikdan (sochilish burchaklari bir xil boʻlganda) ortiq boʻladi. Bu hol eritmaga tegishli markaziy komponentaning kengligini oʻlchab, D koeffitsiyentni topishga imkon beradi. $\theta = 90^\circ$ va $\lambda = 435,8$ nm boʻlgan holda kengliklarni taqriban aniqlash suyuqlikda $\delta\omega$ kattalikning tartibi qanday boʻlishini koʻrsatadi ($n \approx 1,5$, $\nu = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ sm}^{-1}$ ($\alpha\Delta = 0,5$), :

$$\begin{aligned} \delta\omega_{\text{MB}} &\sim 7 \cdot 10^9 \text{ c}^{-1}, & \delta\nu_{\text{MB}} &\sim 4 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^{-1} \quad (\alpha\Delta = 0,5), \\ \delta\omega_c &\sim 10^8 \text{ c}^{-1}, & \delta\nu_c &\sim 5 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^{-1} \quad (\chi \sim 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{c}), \\ \delta\omega_{\text{KOHЦ.}} &\sim 10^5 \text{ c}^{-1}, & \delta\nu_{\text{KOHЦ.}} &\sim 5 \cdot 10^7 \text{ cm}^{-1} \quad (D \sim 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{c}). \end{aligned}$$

Yorugʻlikning sochilishi

Tiniq boʻlmagan muhitlarda, yaʼni optik jihatdan bir jinslimas boʻlgan muhitda ham yorugʻlik difraksiyasi kuzatiladi. Bunday muhitlarga aerozollar (bulut, tutun, tuman), emulsiya, kolloidli eritmalar va hokazolar kiradi, yaʼni mayda zarrachalar suzib yurgan muhitlar kiradi. Yorugʻlik bunday muhitdan oʻtayotib tartibsiz joylashgan bir jinsli boʻlmagan joylardan, zarralardan difraksiyalanadi va hamma yoʻnalishda bir xil intensivlik beradi, bunda aniq bir difraksion manzara hosil boʻlmaydi. *Bu hodisa tiniq boʻlmagan (xira) muhitda yorugʻlikning sochilishi deb ataladi.* Misol uchun quyosh nurining ingichka dastasi changli havodan oʻtayotib, sochiladi va koʻrinadigan boʻlib qoladi.

Yorugʻlikning sochilishi begona zarralari boʻlmagan toza muhitlarda ham kuzatilishi mumkin. L.I.Mandelshtam bu hodisani muhitning sindirish koʻrsatkichining doimiy emasligi bilan, yaʼni nuqtadan nuqtaga oʻtganda oʻzgarishi bilan tushuntiradi. Keyinchalik M. Smoluxovski bunga sabab molekulalar xaotik issiqlik harakati tufayli yuzaga keladigan zichlikning fluktuatsiyalari boʻlishi mumkinligini koʻrsatdi. Bunga sabab yangi muhit anizotropi boʻlishi mumkin. Bunday sochilishlar molekulyar sochilish deb ataladi. Osmon rangining koʻkligi

molekulyar sochilishi bilan tushuntiriladi. D.Reley bo'yicha sochilgan yorug'lik intensivligi $I \sim \lambda^{-4}$, shuning uchun havo rang ko'k nurlar, sariq va qizil nurlarga nisbatan ko'proq sochiladi va osmon havorang (ko'k) bo'lib ko'rinadi. Zichlik va intensivlik fluktuatsiyalari temperatura ortishi bilan ortadi. Shuning uchun yozda osmon rangi qishdagidan ko'ra to'yinganroq bo'ladi.

Chiziqlimas optika elementlari

Lazerlar ixtiro qilinganidan so'ng optikada bir qator yangi yo'nalishlar paydo bo'ldi. Bunday hodisalar qatoriga turli muhitlardagi optik hodisalarning yorug'lik intensivligiga bog'liqligi kiradi. Bu hodisalar chiziqliymas (nochizig'iy) optikaning yaratilishiga sabab bo'ldi.

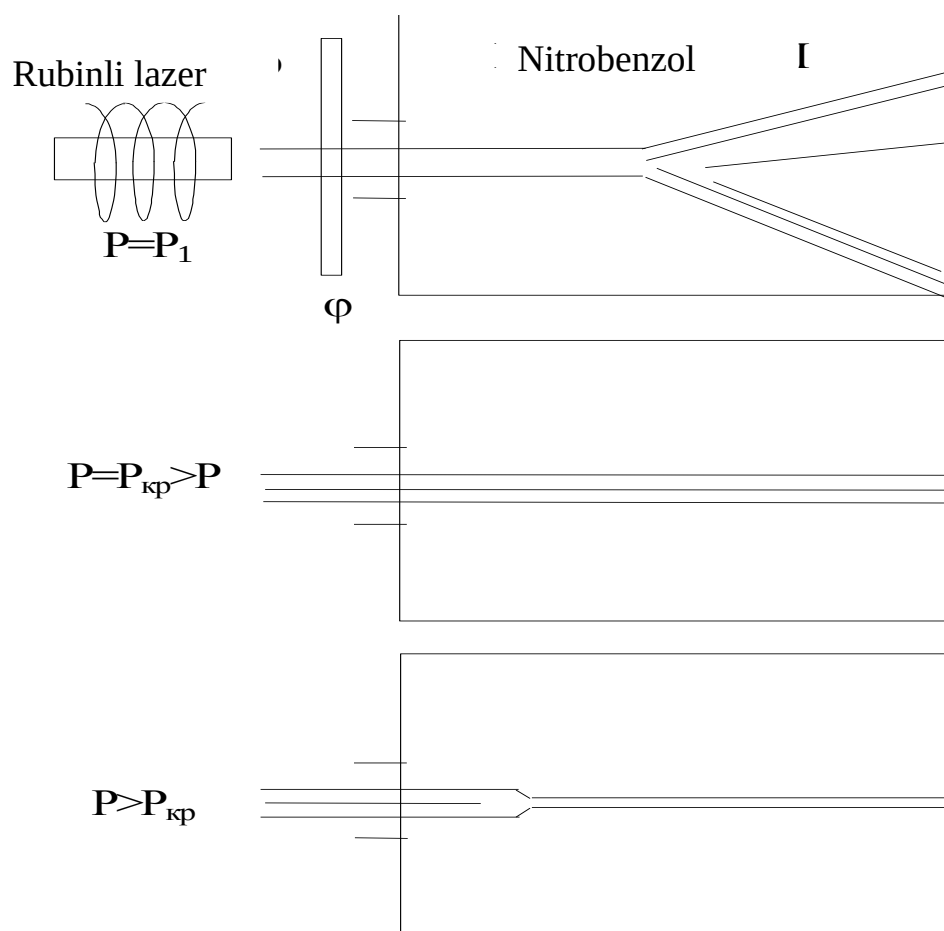
Lazer yaratilishidan oldingi optik jarayonlarda yorug'lik intensivligiga bog'liq optik hodisalar kuzatilgan emasdi. quvvat $10^8 - 10^{10}$ vt/sm² bo'lgan yorug'lik dastalari bilan o'tkazilgan tajribalarda yorug'lik intensivligiga bog'liq bo'lgan qator yangi optik effektlar kuzatildi. Ulardan ba'zilarini ko'rib o'taylik.

O'z - o'zidan fokuslanish

Parallel yorug'lik oqimi muhitda tarqalganda, difraksiya hodisasi tufayli chekka sohalarga ham tarqaladi. Agar muhit suyuqlik yoki kristall bo'lsa bunday bo'lmasligi ham mumkin ekan. Shunday tajribalardan birida (3.3-rasm) rubin lazeri ($\lambda=9643$ A~qizil soqa) ning qizil dastasi F filtrni va dumaloq diafragmani o'tgandan so'ng shaffof suyuqlik, masalan, nitrobenzolga tushadi. Quvvat $P \sim 0,5$ Vt bo'lganda odatdagi chiziqli optika qonunlariga binoan difraksion manzara hosil bo'ladi.

Quvvat $P_{kr} = 20$ kVt ga teng bo'lsa, yorug'lik chetga tarqalmasdan dasta bo'lib tarqaladi. $P > P_{kr}$ da dasta muhitda siqilib $P \sim 1/\sqrt{P}$, o'z-o'zidan fokuslanadi. Buning sababi muhit sindirish ko'rsatkichi yorug'lik intensivligi ortib borishi bilan ortishidir:

$$n = n_0 + n_1 E^2 \quad n_0 = \quad (3.6)$$



3.3-rasm.

Bunda nur egallagan soqa optik jiqtadan zich bo'lib qoladi va dasta fokuslanadi.

Lazer nurining intensivligi ma'lum chegaraviy intensivlikdan katta bo'lsa, asosiy chastota (ω) ga yo'ldosh sifatida xosil bo'ladigan spektrlar-satellitlarning intensivligi ortib ketar ekan va asosiy chastotali chiziqli intensivligiga teng bo'lib qolar ekan. Satellitlar soni ham ortib ketar ekan va $\omega \pm 2\Omega$; $\omega \pm 3\Omega$; $\omega \pm 4\Omega$ va hokazo komponentalar paydo bo'lar ekan. Ayniqsa, bu hodisa rubin lazer nurini siqilgan gaz (vodorod, azot) da sochilishida yorqin namoyon bo'ladi. Intensivlik 10^8 - 10^9 vt/sm² etganda, sochilgan nur tarkibidagi komponentalar shu darajada ko'payadiki, tushayotgan qizil bo'lgan nur chiqishda oq yorug'likka aylanadi. Shunday qilib, muhit bilan ta'sirlashish natijasida yorug'likning spektral tarkibi o'zgaradi.

Optik garmonikalarni generatsiyalash.

Intensiv lazer nuri suyuqlik va kristallarda sochilganda spektrning yo'ldosh komponentlari bilan birgalikda tushuvchi yorug'lik chastotasi ω ga karrali bo'lgan 2ω , 3ω , ... - optik garmonikalar ham generatsiyalanishi aniqlangan. Ba'zi kristallarda optik garmonikalarning intensivligi shu darajada katta bo'ladiki, ularga nurlanishning 30-50% quvvati to'g'ri keladi. Misol uchun rubin lazerining kuchli nur dastasi kvartsdan o'tganda lazer nuri to'lqin uzunligiga to'g'ri keluvchi nur ($\lambda=6943 \text{ \AA}$) bilan birga $\lambda/2=3471 \text{ \AA}$ ga teng bo'lgan ultrabinafsha nur borligi aniqlangan.

Xuddi shuningdek, ko'zga ko'rinmaydigan infraqizil ($\lambda=10600 \text{ \AA}$) neodim lazer yorug'lik dastasi kristallga tushirilganda, chiqishda ikkinchi garmonika ko'rinuvchi ko'k sohaga to'g'ri keladi ($\lambda_2=5330 \text{ \AA}$).

Bundan tashqari kuchli dasta ta'sirida muhit shaffofligi ham o'zgarar ekan. Kuchsiz intensivlikda shaffof bo'lgan muhit, kuchli intensivlikda shaffof bo'lmay qolar ekan. Boshqa muhitlarda aksi bo'lishi mumkin. Kuchli yorug'lik ta'sirida fotoeffektning qizil chegarasi yo'qolar ekan. Fotoeffekt ionlashtirish energiyasidan 2-3, ba'zida 6-7 marta kam energiyali fotonlar bilan amalga oshirilishi mumkin.

Shunday qilib, yorug'lik intensivligining ortishi ma'lum optik hodisalarning yangi qirralarini va yangi effektlarni ochish imkonini beradi. Bunda intensivlik 1 Vt / sm^2 dan $\sim 10^{10} - 10^{11} \text{ Vt/sm}^2$ gacha, ya'ni $10^9 - 10^{10}$ marta ortadi. Bu hodisalarni birlashtiruvchi umumiy narsa: ularning tabiati intensivlikka bog'liqligidir. Bu effektlarning aksariyat ko'pida intensivlik chegarasi mavjud.

d. Mandelshtam va Brillyuen kashf etgan majburiy sochilish. Yorug'lik sochilishining yuqorida ko'rib o'tilgan hollarida muhitning turli xil sabablar tufayli yuzaga kelgan optik birjinslimasliklariying yorug'lik tar kal ish xarakteriga ko'rsatadigan ta'siri hisobga olinib, yorug'likning optik birjinslimasliklarga ko'rsatadigan ta'siri hiyeobga olinmay keldi. Uyg'otuvchi yorug'likning intensivligi shu qadar oz bo'lib, bu intensivlik muhitning bir jinslimasligi xarakteriga sezilarli ta'sir ko'rsata olmasa, yorug'likning muhitga ko'rsatadigan ta'sirini e'tiborga olmasa bo'ladi. Biroq uyg'otuvchi yorug'likning intensivligi katta

bo‘lib muhitning ichki harakati xarakteriga sezilarli ta’sir qilganda yorug‘likning optik birjinslimasliklarga ko‘rsatadigan ta’sirini e’tiborga olish kerak bo‘ladi. Lazerning gigant impulsining juda intensiv yorug‘ligi muhitga ta’sir qilganda chiziqli bo‘lmagan bir qator optik hodisalar yuz beradi, Bunday hodisalarning bir turi yorug‘likning majburiy sochilishi deb atalgan.

Bu yerda majburiy sochilishning Mandelshtam va Brillyuen kashf etgan majburiy sochilish degan turigina ko‘rib chiqiladi. Bu majburiy sochilishni bosimning issiqlik fluktuatsiyalari tufayli yuz bergan sochilish boshlab beradi.

Mandelshtam, va Brillyuen kashf etgan majburiy sochilishning fizik sababi shundan iboratki, uygotuvchi yorug‘likning intensiv to‘lqini, sochilgan yorug‘likning dastlab zaif bo‘lgan to‘lkini va yuqorida aytib o‘tilganidek, Mandelshtam — Brillyuzining diskret komponentalari paydo bo‘lishiga sabab bo‘lgan elastik issiqlik to‘lqinlari bir-biri bilan chiziqli bo‘lmagan tarzda o‘zaro ta’sirlashadi. Chiziqli bo‘lmagan bunday o‘zaro ta’sir elektrostriksiya hodisasi vositasida amalga oshiriladi.

Elektrostriksiya hodisasi shundan iboratki, elektr maydonida dielektrik o‘z hajmini o‘zgartiradi va shunday qilib elektrostriksion bosim paydo bo‘ladi, uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$p = \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} \right) \frac{E^2}{8\pi}, \quad (3.7)$$

bu yerda $\varepsilon (\equiv n^2)$ — muhitning dielektrik singdiruvchanligi.

$\left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} \right)$ kattalik birga yaqin, shuning uchun bosim elektr maydoni kuchlanganligining qiymati bilan aniqlanadi. Lazerning gigant impo‘lsidagi yorug‘lik to‘lqini elektr vektorining kuchlanganligi atomlar ichida bo‘ladigan maydonlar uchun xarakterli bo‘lgan qiymatlarga erishishi va u holda elektrostriksion bosim bir necha yuz ming atmosferaga yetadi.[9,10]

Mandelshtam - Brillyuenning majburiy sochilishining tabiatini sifat tomondan taxminiy qilib izohlab berish uchun muhitda uyg‘otuvchi yorug‘lik to‘lqinining $E_0 \cos(\omega t - kr)$ maydoni (lazerning gigant impulsi) bor deb

hisoblaymiz; yorug'likning sochilishi natijasida Stoks yo'ldoshining $E_1 \cos[(\omega - \Omega)t - k_1 r]$ maydonigina bo'ladi. Bu yo'ldoshning maydoni, yuqorida ko'rsatilganidek, yorug'likning Bregg burchagi ostida sochilishi va sochilgan. yorug'likning Ω chastotali issiqlik to'liqini tomonidan modulyatsiyalanishi natijasida paydo bo'ladi [11].

p ni topish uchun yuqorida yozilgan ikkala maydon yig'indisini kvadratga ko'tarish kerak. Bu amaldan va soddagina trigonometrik almashtirishlardan so'ng p bosim yorug'lik chastotasidek yuksak chastotali hadlardan va tovush chastotasidek Ω chastotali hadning yig'indisidan iborat ekanligini ko'ramiz. Chastotasi yorug'lik chastotasidek bo'lgan tovush tez o'chadi va tarqala olmaydi, shuning uchun bularga tegishli hadlarni tashlab yuborib, p ni quyidagicha ifodalaymiz:

$$P = \frac{1}{8\pi} \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} \right) E_0 E_1 \cos(\Omega t - q r). \quad (3.8)$$

Xulosa

Agar muhitning bir jinshliklari qo‘pol bo‘lsa, ya‘ni muhitning bir-biriga yaqin bo‘lgan teng hajmli juda kichik qismlari intensivliklari sezilarli darajada farq qiladigan ikkilamchi to‘lqinlarning manbalari bo‘lsa, u holda yorug‘likning sochilishi juda aniq ko‘rinadi. Muhitning bir jinshligi salgina buzilgan hollarda chetga sochib yuborilgan yorug‘lik dastlabki dastaning juda oz ulushini tashkil etadi va uni maxsus sharoitlardagina kuzatish mumkin. Tajriba yorug‘likning sochilish hodisasi uchun muhitning ikkilamchi to‘lqinlar berish qobiliyatining o‘zi emas, balki muhitning bir jinshligi buzilishi muhim ekanligini ko‘rsatadi.

Manbadan kelayotgan deyarli parallel nurlar dastasi ichiga suv quyilgan kyuvetadan o‘tayotgan bo‘lsin. Agar suv juda yaxshilab tozalangan bo‘lsa, yon tomondan qaraganda yorug‘lik deyarli ko‘rinmaydi, ya‘ni yorug‘lik dastlabki dastadan chetga haqiqatda sochilmaydi; agar kyuvetaga bir tomchi atir tomizilsa yorug‘lik intensiv ravishda sochiladi: yorug‘lik dastasi hamma tomondan yaxshi ko‘rinadi; agar kyuveta ancha qalin bo‘lsa, u holda hamma yorug‘lik har tomonga sochilib, kyuvetaning orqasida aniq ko‘riyadigan dastlabki dasta o‘rniga sochilgan yorug‘likning diffuz maydonigina ko‘rinadi. Bir tomchi atir qo‘shilishi kyuveta ichidagi suvning nihoyatda ko‘p molekulalarining xossalari ko‘p o‘zgartirib yubormaydi, albatta, biroq atirda erigan holda yurgan modda zarralari suvli eritmada cho‘kib, suvda muallaq yuradigan mayda tomchilar, ya‘ni emulsiya hosil qiladi. Bunday bir jinshliklarning borligi ikkilamchi to‘lqinlarning o‘zaro interferensiyasi uchun juda boshqa sharoitlar yaratadi. Natijada birlamchi dasta bu bir jinshliklar tufayli difraksiyalanib, xira muhitga xos bo‘lgan sochilish manzarasini hosil qiladi.

Optik jihatdan bir jinshlik sharti muhitning turli qismlarining sindirish ko‘rsatkichi bir xil qiymatga ega bo‘lishini bildiradi. Bundan muhitning butun hajmida sindirish ko‘rsatkichi doimiy bo‘lganda yorug‘likning sinish hodisalari yuz bermaydi, degan xulosa chiqadi.

Adabiyotlar

1. Karimov I.A. Yuksak ma'naviyat yengilmas kuch. T.: 2008
2. Ландсберг Г. С. «Оптика» Тошкет -1981
3. Калитиевский Н.И. «Волновая оптика» Наука. -1971.
4. Савелев И.В «Курс общей физики». Волн. Оптика. М. 2002.
5. Коршунова Л.Н. «Оптические явления». М.2005.
6. Е.И. Бутиков «Оптика» 1986
7. Н.М. Годжаев «Оптика» 1977
8. А.Н.Матвеев. Оптика 1985
9. Тухватуллин Ф.Х, Жумабоев ва бошқалар. Оптика. Самарканд. 2004
- 10.Д. В.Сивухин. «Оптика» 1980
- 11.Д.Джанколи «Умумий физика курси», том 1992
12. Internet ma'lumotlari.