

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI
GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI
FIZIKA KAFEDRASI**

Ro‘yxatga olindi:

№ _____

2021_ y. “ ____ ” _____

“TASDIQLAYMAN”

Guliston davlat universiteti
O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor

_____ prof. H. Qo‘shiyev

2021 y “ ____ ” _____

Bilim sohasi: 100000 – Gumanitar soha

Ta‘lim sohasi: 140000 – Tabiiy fanlar

Ta‘lim yo‘nalishi: 5A140202 – Fizika (yo‘nalishlar bo‘yicha)

**MOLEKULYAR OPTIKA
FANIDAN
O‘QUV-USLUBIY MAJMUA
(MAGISTRLAR UCHUN)**

Tuzuvchi:

dots.A.Abdullayev

Guliston -2021

MUNDARIJA

1. Sillabus (namunaviy va ishchi o‘quv reja)	3
2. Fanning asosiy nazariy matni.....	24
3. Glossariy.....	73
4. Foydalanilgan adabiyotlar (elektron shaklda)	77
5. Mavzular bo‘yicha taqdimotlar, mustaqil ta’lim uchun manbalar va boshqa manbalar (elektron shaklda)	79
6. Laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish uchun uslubiy tavsiyalar (elektron shaklda)	81
7. Qo‘shimcha materiallar (video, keys-stadi va boshqalar) (elektron shaklda) ..	138

1. SILLABUS

(namunaviy va ishchi o‘quv reja)

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM
VAZIRLIGI**

GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI

“FIZIKA” KAFEDRASI

“TASDIQLAYMAN”

Guliston davlat universiteti
o‘quv ishlari bo‘yicha prorektori
_____ H. Qo‘shiyev

« ___ » _____ 2020 y.

№ _____

TANLOV FAN:

**MOLEKULYAR OPTIKANING KLASSIK
VA ZAMONAVIY ASOSLARI**


FAN DASTURI

Bilim sohasi:	100000	-Gumanitar
Ta‘lim soxasi:	140000	-Tabiiy fanlar
Ta‘lim yo‘nalishi:	5A140201	-“Fizika” magistratura mutaxassisligi

Guliston 2020

Fan/modul kodi MOPT3125		O'quv yili 2021-2022	Semestr 3	ECTS - Kreditlar 3-semestr 5 kredit	
Fan/modul turi Majburiy		Ta'lim tili O'zbek/rus		Haftadagi dars soatlari 4	
1	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)		Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
	Molekulyar optikaning klassik va zamonaviy asoslari	60		90	150
	I. "Molekulyar optikaning klassik va zamonaviy asoslari" fanining 2021/2022 o'quv yili uchun mo'ljallangan SILLABUSI				

Fanning qisqacha tavsifi

OTMning nomi va joylashgan manzili:	Guliston davlat universiteti		Guliston shahri, 4- mavze		
Kafedra:	Fizika		"Axborot texnologiyalari" fakulteti		
Ta'lim sohasi va yo'nalishi:	140000-Tabiiy fanlar	5A140201 - "Fizika" magistratura mutaxassisligi			
Fanni (kursni) olib boradigan o'qituvchi to'g'risida ma'lumot:	Abdullayev Abduraxmon			email:abduraxmon1948@gmail.com	
Dars vaqti va joyi:	1-Bosh bino - 406 auditoriya	Kursning davomiyligi:	09.09.2021-16.12.2021		
Individual grafik asosida ishlash vaqti:	Chorshanba va payshanba kunlari 9.00 dan 17.00 gacha				
Fanga ajratilgan soatlar	Auditoriya soatlari				
	Ma'ruza	30	Amaliy	Laboratoriya	30
Fanning boshqa fanlar bilan bog'liqligi :	Oliy matematika, kimyo, biologiya, informatika, umumkasbiy (molekulyar fizika, elektr va magnitizm, atom fizikasi, nazariy fizika, nazariy mexanika)				

O'quv fan dasutirning mazmuni

<p>Fanning dolzarbligi va qisqacha mazmuni:</p>	<p><u>Fanni o'qitishdan maqsad</u> – Chiziqli va nochiziqli optika soxalaridagi zamonaviy fan yutiqlariga tayangan xolda elektromagnit tulqinlarning muxitlarda tarqalish qonuniyatlarini fan va texnikada keng qullanib kelinayotgan nur tola optikasining bugungi xolati va istiqboli, interferensiya, difraksiya, qutblanish xodisalari, yeryug'likning muxitlardan yutilishi, sochilish spektrini xosil bulishi va ular yordamida atom va molekularlarning xususiyatlarini urganish, infraqizil nurlanishlar, fotoeffekt xodisasi, optik kvant generatorlari va bir qatop boshqa qonuniyatlarni urganish yshbu fanning asosiy maqsadini belgilaydi.</p> <p><u>Fanning vazifasi</u> - talabalarda molikulyar optikaning klassik va zamonaviy asoslari fanini o'qitishda ilmiy-amaliy dunyoqarashni, tabiatini to'g'ri tasavvur qilish, tabiiy fanlar sohasida qo'yilgan har bir aniq vazifalar mazmunini texnika qonunlari bilan bog'lash, asosiy fizik qonun va printsiplarni texnikaviy jarayonlarga qo'llash, kasbiy xususiyatlariga oid asosiy fizikaviy o'lchov asbob-uskunalaridan foydalana bilish ko'nikma va malakalarni hosil qilish hamda talabalarning mustaqil ishlash malakasini, tahliliy mulohaza yuritish qobilyatini, shuningdek asosiy va qo'shimcha adabiyotlardan foydalanish mahoratini o'stirish;</p>
<p>Talabalar uchun talablar</p>	<ul style="list-style-type: none"> - o'qituvchiga va guruhdoshlarga nisbatan hurmat bilan munosabatda bo'lish; - universitet ichki tartib - intizom qoidalariga rioya qilish; - uyali telefonni dars davomida o'chirish; - berilgan uy vazifasi va mustaqil ish topshiriqlarini o'z vaqtida va sifatli bajarish; - ko'chirmachilik (plagiat) qat'iy man etiladi; - darslarga qatnashish majburiy hisoblanadi, dars qoldirilgan holatda qoldirilgan darslar qayta o'zlashtirilishi shart; - darslarga oldindan tayyorlanib kelish va faol ishtirok etish; - talaba o'qituvchidan so'ng, dars xonasiga - mashg'ulotga kiritilmaydi;
<p>Elektron pochta orqali munosabatlar tartibi</p>	<p>Professor-o'qituvchi va talaba o'rtasidagi aloqa elektron pochta orqali ham amalga oshirilishi mumkin, telefon orqali baho masalasi muhokama qilinmaydi, baholash faqatgina universitet hududida, ajratilgan xonalarda va dars davomida amalga oshiriladi. Elektron pochmani ochish vaqti soat 10.00 dan 20.00 gacha</p>
<p>I. Fanning mazmuni</p> <p>Ushbu dastur magistrnlarning yorug'lik haqidagi bilimlarini yanada boyitadi, yorug'lik haqidagi bilimlarni atom, molekula, molekulyar komplekslar haqidagi bilimlar bilan bog'laydi, ularni modda tuzilishi va xossalarni optik usullar bilan tekshirishga o'rgatadi va magistrnlarning tabiat haqidagi bilimini bir butunlikga erishishga ko'maklashadi.</p>	

Barcha fanlar yutug'ini ishlab chiqarishga tadbiq etish bugungi kunning dolzarb muammolaridan biri bo'lib hisoblanadi. Ma'lumki, keyingi yillarda yorug'likning yangi manbalari-lazerlar kashf etildi. Lazerlar texnikasining jadal ravishda rivojlanishi sanoat texnologiyasi va xalq xo'jaligining boshqa sohalarida ulkan muvaffaqiyatlarga olib keldi. Bundan tashqari ilm-fanning rivojlanishida lazerlarning elektron hisoblash mashinalari bilan birgalikda qo'llanilishi juda tez amalga oshadigan jarayonlarni tadqiq etish va ulardan amalda foydalanish imkoniyatlari mavjudligini ko'rsatib berdi.

Tavsiya etilayotgan ushbu o'quv dasturida zamonaviy optika fani yutuqlaridan, Respublikamizning ushbu soxada ishlayotgan taniqli olimlar tajribalaridan, ajdodlarimizning qimmatli merosidan, va ilmiy xodimlarining ilmiy tadqiqot ishlari natijalaridan keng foydalanish nazarda tutiladi va ishchi o'quv dasturida o'z aksini topadi.

II. Asosiy nazariy qism (Ma'ruza mashg'ulotlari)

II.1. Fan tarkibiga quyidagilar kiradi.

Kirish. Molekulyar optika fanining rivojlanish tarixi va boshqa bo'limlar bilan bog'liqligi. Fanni o'rganishdagi muammolar, uslubiy ko'rsatmalar. Molekulyar optika fanining fizika bo'limlari va boshqa tabiiy fanlarni o'rganishdagi o'rnini. Molekulyar optika qonunlarini amaliyotga, fan va texnika sohalariga tadbiqu. O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi ilmiy tadqiqot institutlari xamda oliy o'quv yurtlari ilmiy laboratoriyalarida optika va spektroskopiyaga soxasi bo'yicha fan yutuqlari va Internet yangiliklari. Fanning vazifalari.

Qutblanuvchanlik va refraksiya. Bu mavzuda yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'sirini o'rganishga bag'ishlangan. Elektr kursidan bizga ma'lumki, agar moddalarni statik maydonga joylashtirsak, ularni dielektrik o'tkazuvchanligi o'zgarar edi.

Demak, statik maydon dielektrik o'tkazuvchanlik doimiyligi bilan xarakterlanar ekan. Yorug'lik, elektromagnit maydon esa muhitning sindirish ko'rsatkichi (n) bilan xarakterlanadi.

Refraksiyaning aditivlik xossasi.

Biror molekulaning refraksiyasini bilish uchun o'sha molekulani tashkil qilgan atomlar refraksiyasini bilish kifoyadir. Chunki, molekulaning refraksiyasi uni tashkil qilgan atomlarning refraksiyasiylari yig'indisidan iboratdir, ya'ni molekulaning refraksiyasi aditivdir shu haqida gapiriladi.

Aditiv bo'lmagan brikmalarning refraksiyasi. Agar modda tarkibidagi atomlar o'zaro bog'lanib molekulaga hosil qilsalar va ana shu molekulani hosil qilishdagi yakka bog'lanish ikkilangan bog'lanish bilan takroriy ravishda almashinib tursa, u holda qo'shma bog'lanish hosil bo'ladi. Qo'shma bog'lanishga ega bo'lgan molekulalarga misol qilib butadiolni olish mumkinligi to'g'risida ma'lumot beriladi.

Yorug'likning gazlarda sochilishi. Yorug'likning sochilishiga anizotrop molekulalarning oriyentasion fluktuasiyasi va zichlik fluktuasiyasi sabab bo'lishi va bu toza moddalarda bo'lishi, eritmalarda esa konsentration fluktuasiya tufayli sochilishi tushuntiriladi. Releyning fikricha yorug'likning sochilishiga asosiy sabab, muhitning bir jinsligini bo'lishidir.

Reley doimiysi yordamida avagadro sonini aniqlash. Yorug'likning moddalardan o'tishda har bir molekulada o'zgaruvchi dipol momenti hosil bo'lishi, ular elektromagnit to'lqinlar tarqatishi, shu elektromagnit to'lqinlar, tushayotgan elektromagnit to'lqinlar bilan qo'shilib, yorug'lik tezligini kamayishiga olib kelishi va yorug'likning sochilishiga sabab bo'lishi to'g'risida, Reley formulasi, sochilgan yorug'lik intensivligi to'lqin uzunligining to'rtinchi darajasiga teskari proporsionalligi, Reley qonuni haqida ma'lumot beriladi.

Suyuqliklarda yorug'likning sochilishi. Enshteyn-Smoloxovskiy formulasi va uning turli xil ko'rinishlari. Yorug'likning suyuqliklarda anizotrop sochilish xuddi gazlardagiga

o'xshaydi. Shuning uchun suyuqliklarda anizotrop sochilgan yorug'likning intensivligini xuddi gazlarda topgandek topamiz.

Yorug'likni suyuqliklarda anizotrop sochilishi va effektiv optik anizotropiya. Suyuqliklarda anizotrop sochilish xuddi gazlardagiga o'xshaydi. Shuning uchun suyuqliklarda anizotrop sochilgan yorug'likning intensivligini xuddi gazlarda topgandek topamiz.

Suyuqliklarda sochilgan yorug'lik intensivligi va depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash. Tajriba ko'rsatadiki, suyuqliklardagi zichlik fluktuatsiyasi va anizotrop fluktuatsiyasi natijasida sochilgan yorug'lik intensivliklari temperaturaning o'zgarishi bilan har xil o'zgarar ekan.

Yorug'likni eritmalarda sochilishi. Yorug'lik muhit ichida yoki sirtida bir jinslilikning buzilishidan sochilishi, yorug'likning sochilishiga sabab bo'lgan har bir fizik hodisa, sochilgan yorug'likning intensivligi, qutblanish va spektral sostaviga o'ziga xos iz qoldirishi. Tindal hodisasi haqida gapiriladi.

III. Laboratoriya ishlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar.

Ushbu mashg'ulot turi o'quv dasturidagi bo'limlarga tegishli laboratoriya ishlarini bajarish, laboratoriyadagi qurilmalar bilan bevosita tanishish, yuqori aniqlikda natijalar olish, tajriba natijalarini hisoblash, grafiklar chizish va tegishli xulosalar chiqarish orqali amalga oshiriladi.

1. DFS-52 spektrometri yordamida suyuqliklarning molekulyar sochilish spektrlarini o'rganish
2. Kvanto-kimyoviy hisoblashlar yordamida spirt molekularining strukturaviy tuzilishini o'rganish.
3. Benzol molekulasining elektro-optik parametrlarini noempirik hisoblashlar yordamida aniqlash.
4. Kislotalarning optik parametrlarini nazariy hisoblashlar yordamida o'rganish.

IV. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar.

Mustaqil ta'limning tahminiy mavzulari

“Molekulyar optika” fani bo'yicha talabaning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan.

Magistrlar auditoriya mashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar, misol va masalalar yechadilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni konspekt qiladi, uy vazifa sifatida berilgan misol va masalalarni yechadi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni o'qib referatlar tayyorlaydi hamda mavzu bo'yicha testlar yechadi. Mustaqil ta'lim natijalari reyting tizimi asosida baholanadi.

Uyga vazifalarni bajarish, qo'shimcha darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish yo'llarini aniqlash, internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash va ilmiy izlanishlar olib borish, ilmiy to'garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqola va ma'ruzalar tayyorlash kabilar magistrning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Shuning uchun ham mustaqil ta'limsiz o'quv faoliyati samarali bo'lishi mumkin emas.

Uy vazifalarini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirish darajasini tekshirish va baholash esa ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

«Molekulyar optika» fanidan mustaqil ish majmuasi fanning barcha mavzularini qamrab olgan va quyidagi 6 ta katta mavzu ko'rinishida shakllantirilgan.

1. Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.

2. Eynshteyn –Smoluxovski formulasi turlari xil ko‘rinishlari.
 3. Gazlarda sochilgan yorug‘likni depolyarizatsiya koeffitsientini o‘lchash va optik anizotropiyani aniqlash.
 4. Yorug‘likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.
 5. Tabiiy (qutblanmagan) yorug‘liklarni gazlarda sochilishi
 6. Yorug‘likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi
- Mustaqil ta‘limning turlari bo‘yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlanadi va uni taqdimoti tashkil qilinadi

V. Fan o‘qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetentsiyalar)

O‘quv fanini uzlashtirish natijasida talaba:

- molekulyar optika sohasiga tegishli asosiy fizik qonuniyatlarni; ularning amaliyotdagi o‘rnini; fan va texnika sohalariga tadbiiq qilishni; fizik jarayonlarni ifodalovchi formulalarni, grafiklarni taxlil qilish va tegishli **xulosalar chiqarishni bilishi kerak.**

-fizik tajribalar, namoyishlar va hodisalarni fizik qonunlar va prinsiplari asosida tavsiflash; optika fani va uning qonunlarini fan taraqqiyotidagi o‘rni hamda amaliyotga qo‘llash **ko‘nikmalariga ega bo‘lishi kerak.**

-o‘quv dasturida rejalashtirilgan bo‘limlar bo‘yicha umumiy talab darajasidagi masalalarni yechish va taxlil qilish; matematik usullarni masalalar yechishda to‘g‘ri qo‘llash; molekulyar optika sohasidagi qonuniyatlarga tegishli laboratoriya ishlarini bajarish, optik qurilmalar bilan ishlash, yuqori aniqlikda natijalar olish, o‘lchov asboblariidan to‘g‘ri foydalanish, tajribadan olingan natijalarni hisoblash, grafiklar chizish, taxlil qilish va xulosalar chiqarish **malakalariga ega bo‘lishi kerak.**

VI. Ta‘lim texnologiyalari va metodlari:

- ma‘ruzalar;
- interfaol keys-stadilar;
- guruxlarda ishlash;
- taqdimotlarni qilish;
- laboratoriya ishlari.

VII. Kreditlarni olish uchun talablar:

Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to‘la o‘zlashtirish, taxlil natijalarini to‘g‘ri aks ettira olish, o‘rganilayotgan jarayonlar xaqida mustaqil mushoxada yuritish va joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo‘yicha yozma ishni topshirish.

Talabalar bilimni baholash mezonlari

1. Talabalarning bilimni quyidagi mezonlar asosida:

- talaba mustaqil xulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qo‘llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi, hamda fan (mavzu) bo‘yicha tasavvurga ega deb topilganda – 5 (a‘lo) baho;

- talaba mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qullay oladi, fanning (mavzuning) mohiyati tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo‘yicha tasavvurga ega deb topilganda 4 (yaxshi) baho;

- talaba olgan bilimni amalda qullay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatni tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo‘yicha tasavvurga ega deb topilganda – 3 (qoniqarli) baho;

- talaba fan dasturini o‘zlashtirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunmaydi hamda fan (mavzu) bo‘yicha tasavvurga ega emas deb topilganda – 2 (qoniqarsiz) baho bilan baholanadi.

2. Nazorat turlarini o'tkazish bo'yicha tuzilgan topshiriqlarning mazmuni talabanning o'zlashtirishini xolis (ob'ektiv) va aniq baholash imkoniyatini berishi shart.

№	Baholash turi	Topshiriqlar turi	Topshiriqlar soni	Har-bir topshiriq uchun ajratilgan ball	Jami ball	Oraliq va yakuniy baholash uchun jami ball	Oraliq va yakuniy baholash uchun saralash bali	
							ball	baho
1	1-Oraliq baholash	Ma'ruza, amaliy, laboratoriya (laboratoriya topshiriqlari asosida) va seminar mashg'ulotlardagi faolligi	10	1,5	15	40	23,99-0	2
		Mustaqil ish topshiriqlarini bajarish	5	4	20		24-27,99	3
		Yozma ish (test)	1	5	5		28-35,99	4
							36-40	5
2	2-Oraliq baholash	Ma'ruza, amaliy, laboratoriya (laboratoriya topshiriqlari asosida) va seminar mashg'ulotlardagi faolligi	10	1,5	15	40	23,99-0	2
		Mustaqil ish topshiriqlarini bajarish	5	4	20		24-27,99	3
		Yozma ish (test)	1	5	5		28-35,99	4
							36-40	5
Jami					80	80		
3	Yakuniy baholash	Yozma ish yoki test shaklida o'tkaziladi	Yozma ish bo'lsa 4 ta savol	5	20	20	11,99-0	2
							12-13,99	3
							14-17,99	4
							18-20	5
Жами					100	100		

Asosiy adabiyotlar

1. B.Jo‘rayev, L.M.Sabirov. Molekulyar optika. Samarqand 2009y.
2. A.Q.Otaxo‘jayev, B.Jo‘rayev. Molekulyar optika. Samarqand 1992y.
3. I.L.Fabelinskiy. Molekulyarnaya rasseyaniye sveta. 1965.
4. M.F.Vuks. Rasseyaniye sveta v gazax jidkostyax i rastvorax. 1977.
5. A.K.Ataxodjayev, F.X.Tuxvatullin. Spektralnoye raspredeleniye intensivnosti v krile linii rasseyaniya jidkostey i rastvorax. 1981.
6. P.Q.Xabibullaev, L.A.Bulavin, V.E.Pogorelov, F.X.Tuxvatullin,
7. A.Jumabaev. Dinamika molekul v jitkostiya. Tashkent 2009.

Qo‘shimcha adabiyotlar.

1. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-1947 -son farmoni.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta‘lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi 2019 yil 8 oktabrdagi PF-5847-son Farmoni.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining "Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim tizimiga boshqaruvning yangi tamoyillarini joriy etish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 2019 yil 11 iyuldagi PQ-4391-son qarori.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2019 — 2023 yillarda Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston milliy universitetida talab yuqori bo‘lgan malakali kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish va ilmiy salohiyatni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi 2019 yil 17 iyundagi PQ-4358-son qarori.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Oliy ta‘lim muassasalarida ta‘lim sifatini oshirish va ularning mamlakatda amalga oshirilayotgan keng qamrovli isloxtlarda faol ishtirokini ta‘minlash bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 2018 yil 5 iyundagi PQ-3775 -son qarori.
6. Sh.F.Fayzullayev, F.X.Tuxvatullin, Q.Xudoynazarov. Molekulalarning optik xossalari.2005.
7. G‘.Muradov, H.Xushvaqto‘v. “Spektroskopiya asoslari”. Toshkent 2015 y
8. A.Abdullayev “Molekulyar optika”.Guliston.2021y.

Internet saytlari

1. Ilmiy jurnallar www.infomag.ru.
2. www.sciencydirect.com
3. www.onlinelibrary.wiley.com
4. www.ziyounet.uz
5. www.kitob.uz

Tanlov fanning dasturi 5A140201 “Fizika” magistratura ta‘lim yo‘nalishi namunaviy o‘quv rejasiga muvofiq Guliston davlat universiteti tomonidan ishlab chiqilgan va tasdiqlangan.

Fan/modul uchun ma’sul:

A. Abdullayev. – GulDU, Fizika kafedrasida dotsenti, t.f.n. _____ imzo

Taqrizchilar:

A. Jamabayev Samarqand davlat universiteti, Optika kafedrasida mudiri, professor, fizika-matematika fanlari doktori

R. Elmurodov Guliston davlat universiteti Fizika kafedrasida dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM
VAZIRLIGI
GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI
“FIZIKA” KAFEDRASI**

“TASDIQLAYMAN”
Guliston davlat universiteti
o‘quv ishlari bo‘yicha prorektori
_____ H. Qo‘shiyev
2021 yil “___” _____
№ _____

**TANLOV FAN:
MOLEKULYAR OPTIKANING KLASSIK
VA ZAMONAVIY ASOSLARI
ISHCHI FAN DASTURI**

Bilim sohasi: 100000 -Gumanitar
Ta‘lim soxasi: 140000 -Tabiiy fanlar
Magistratura
mutaxassisligi: 5A140201 -“Fizika”

O‘qish davri 3-semestr
Fan kodi
Fan hajmi 5 kredit
Fanning umumiy soatlari - 150
shu jumladan - auditoriya soatlari: - 60
shu jumladan: ma‘ruzalar - 30
Laboratoriya ishlari - 30
mustaqil ta‘lim - 90
shu jumladan:
Nazorat shakli ON, YaN
O‘qitish tili Uzb, Rus, Eng

Guliston 2021

Tanlov fanning ishchi o'quv dasturi Guliston davlat universiteti Kengashining 20__ yil “__” _____dagi ____-sonli bayoni bilan tasdiqlangan “Tanlov fan: Molekulyar optikaning klassik va zamonaviy asoslari” fan dasturi asosida tayyorlangan.

“Fizika” kafedrasida majlisida ko'rib chiqilgan.

“__” _____ 2021 y. Bayonnoma № _____

Kafedra mudiri: _____ Sh.Ashirov

“Axborot texnologiyalari” fakultetining Ilmiy-uslubiy kengashi tomonidan foydalanish uchun tavsiya etilgan.

“__” _____ 2021 y. Bayonnoma № _____

Rais: _____ A.A. Qalandarov

Fan o'qituvchilari haqida ma'lumot:

A. Abdullayev - lektor, GulDu, “Fizika” kafedrasida dotsent, t.f.n. .
Abdullayev Abduraxmon – tyutor, GulDu, “Fizika” kafedrasida dotsenti, t.f.n.

Ofis: GulDu, Axborot texnologiyalari fakulteti, “Fizika” kafedrasida.

Manzil: Guliston sh., 4-mavze.

Telefon: +998943407154

Email: abdullayev.48@maill.ru

Intizomiy talablar:

Talabaning intizomi universitetning “Talabalar uchun ichki tartib-qoidalar” ga to'liq javob berishi shart.

Fan/modul kodi MOPT3125	O'quv yili 2021-2022	Semestr 3	ECTS - Kreditlar 5	
Fan/modul turi Majburiy	Ta'lim tili Uzbek/rus		Xaftadagi dars soatlari 4	
	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari (soat)	Mustaqil ta'lim (soat)	Jami yuklama (soat)
1.	Molekulyar optikaning klassik va zamonaviy asoslari	60	90	150

I. Fanning mazmuni

Ushbu dastur magistrning yorug'lik haqidagi bilimlarini yanada boyitadi, yorug'lik haqidagi bilimlarni atom, molekula, molekulyar komplekslar haqidagi bilimlar bilan bog'laydi, ularni modda tuzilishi va xossalari optik usullar bilan tekshirishga o'rgatadi va magistrning tabiat haqidagi bilimini bir butunlikka erishishiga ko'maklashadi.

Barcha fanlar yutug'ini ishlab chiqarishga tadbir etish bugungi kunning dolzarb muammolaridan biri bo'lib hisoblanadi. Ma'lumki, keyingi yillarda yorug'likning yangi manbalari-lazerlar kashf etildi. Lazerlar texnikasining jadal ravishda rivojlanishi sanoat texnologiyasi va xalq xo'jaligining boshqa sohalarida ulkan muvaffaqiyatlarga olib keldi. Bundan tashqari ilm-fanning rivojlanishida lazerlarning elektron hisoblash mashinalari bilan birgalikda qo'llanilishi juda tez amalga oshadigan jarayonlarni tadqiq etish va ulardan amalda foydalanish imkoniyatlari mavjudligini ko'rsatib berdi.

Tavsiya etilayotgan ushbu o'quv dasturida zamonaviy optika fani yutuqlaridan, Respublikamizning ushbu soxada ishlayotgan taniqli olimlar tajribalaridan, ajdodlarimizning qimmatli merosidan, va ilmiy xodimlarining ilmiy tadqiqot ishlari natijalaridan keng foydalanish nazarda tutiladi va ishchi o'quv dasturida o'z aksini topadi.

II. Asosiy nazariy qism (Ma'ruza mashg'ulotlari)

II.1. Fan tarkibiga quyidagilar kiradi.

Kirish. Molekulyar optika fanining rivojlanish tarixi va boshqa bo'limlar bilan bog'liqligi. Fanni o'rganishdagi muammolar, uslubiy ko'rsatmalar. Molekulyar optika fanining fizika bo'limlari va boshqa tabiiy fanlarni o'rganishdagi o'rni. Molekulyar optika qonunlarini amaliyotga, fan va texnika sohalariga tadbiri. O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi ilmiy tadqiqot institutlari xamda oliy o'quv yurtlari ilmiy laboratoriyalarida optika va spektroskopiya soxasi bo'yicha fan yutuqlari va Internet yangiliklari. Fanning vazifalari.

Qutblanuvchanlik va refraksiya. Bu mavzuda yorug'likning moddalar bilan o'zaro ta'sirini o'rganishga bag'ishlangan. Elektr kursidan bizga ma'lumki, agar moddalarni statik maydonga joylashtirsak, ularni dielektrik o'tkazuvchanligi o'zgarar edi.

Demak, statik maydon dielektrik o'tkazuvchanlik doimiyligi bilan xarakterlanar ekan. Yorug'lik, elektromagnit maydon esa muhitning sindirish ko'rsatkichi (n) bilan xarakterlanadi.

Refraksiyaning aditivlik xossasi.

Biror molekulaning refraksiyasini bilish uchun o'sha molekulani tashkil qilgan atomlar refraksiyasini bilish kifoyadir. Chunki, molekulaning refraksiyasi uni tashkil qilgan atomlarning refraksiyasiyalari yig'indisidan iboratdir, ya'ni molekulaning refraksiyasi additivdir shu haqida gapiriladi.

Aditiv bo'lmagan brikmalarning refraksiyasi. Agar modda tarkibidagi atomlar o'zaro bog'lanib molekula hosil qilsalar va ana shu molekulani hosil qilishdagi yakka bog'lanish ikkilangan bog'lanish bilan takroriy ravishda almashinib tursa, u holda qo'shma bog'lanish hosil bo'ladi. Qo'shma bog'lanishga ega bo'lgan molekulalarga misol qilib butadionni olish mumkinligi to'g'risida ma'lumot beriladi.

Yorug'likning gazlarda sochilishi. Yorug'likning sochilishiga anizotrop molekulalarning oriyentasion fluktuasiyasi va zichlik fluktuasiyasi sabab bo'lishi va bu toza moddalarda bo'lishi, eritmalarda esa konsentrasyon fluktuasiya tufayli sochilishi tushuntiriladi. Releyning fikricha yorug'likning sochilishiga asosiy sabab, muhitning bir jinsligini bo'lishidir.

Reley doimiysi yordamida avagadro sonini aniqlash. Yorug'likning moddalardan o'tishda har bir molekulada o'zgaruvchi dipol momenti hosil bo'lishi, ular elektromagnit to'lqinlar tarqatishi, shu elektromagnit to'lqinlar, tushayotgan elektromagnit to'lqinlar bilan qo'shib, yorug'lik tezligini kamayishiga olib kelishi va yorug'likning sochilishiga sabab bo'lishi to'g'risida, Reley formulasi, sochilgan yorug'lik intensivligi to'lqin uzunligining to'rtinchi darajasiga teskari proporsionalligi, Reley qonuni haqida ma'lumot beriladi.

Suyuqliklarda yorug'likning sochilishi. Enshteyn-Smoloxovskiy formulasi va uning turli xil ko'rinishlari. Yorug'likning suyuqliklarda anizotrop sochilish xuddi gazlardagiga o'xshaydi. Shuning uchun suyuqliklarda anizotrop sochilgan yorug'likning intensivligini xuddi gazlarda topgandek topamiz.

Yorug'likni suyuqliklarda anizotrop sochilishi va effektiv optik anizotropiya. Suyuqliklarda anizotrop sochilish xuddi gazlardagiga o'xshaydi. Shuning uchun suyuqliklarda anizotrop sochilgan yorug'likning intensivligini xuddi gazlarda topgandek topamiz.

Suyuqliklarda sochilgan yorug'lik intensivligi va depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash. Tajriba ko'rsatadiki, suyuqliklardagi zichlik fluktuatsiyasi va anizotrop fluktuatsiyasi natijasida sochilgan yorug'lik intensivliklari temperaturaning o'zgarishi bilan har xil o'zgarar ekan.

Yorug'likni eritmalarda sochilishi. Yorug'lik muhit ichida yoki sirtida bir jinslilikning buzilishidan sochilishi, yorug'likning sochilishiga sabab bo'lgan har bir fizik hodisa, sochilgan yorug'likning intinsivligi, qutblanish va spektral sostaviga o'ziga xos iz qoldirishi. Tindal hodisasi haqida gapiriladi.

Ma'ruza soatlarining mavzular bo'yicha taqsimlanishi

№	Mavzu, qo'llaniladigan axborot va zamonaviy pedagogik texnologiya usullari	Soat
1	Molekulyar optika fani, uning vazifalari, molekulyar optika hodisalar.	2
2	Qutblanuvchanlik va refraksiya	2
3	Refraksiyaning additivlik xossasi. Aralashma refraksiyasining additivligi.	2
4	Ionli va ionsiz bog'lanishlar refraksiyasining additivligi.	2
5	Additiv bo'lmagan birikmalarning refraksiyasi	2
6	Yorug'likning gazlarda sochilishi	2
7	Yorug'likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi. Yorug'likning gazlarda anizotrop sochilishi	2
8	Tabiiy qutblanmagan yorug'liklarning gazlarda sochilishi	2
9	Yorug'likning sochilish doimiysi va xiralik koeffitsienti Reley doimiysi yordamida avagadro sonini aniqlash	2
10	Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash	2

11	Suyuqliklarda yorug'likning sochilishi. Enshteyn-Smoloxovskiye formulasi va uning turli xil ko'rinishlari.	2
12	Yorug'likni suyuqliklarda anizotrop sochilishi va effektiv optik anizotropiya	2
13	Suyuqliklarda sochilgan yorug'lik intensivligi va depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash.	2
14	Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish	2
15	Yorug'likni eritmalarda sochilishi	2
Jami		30

III. Laboratoriya ishlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar.

Ushbu mashg'ulot turi o'quv dasturidagi bo'limlarga tegishli laboratoriya ishlarini bajarish, laboratoriyadagi qurilmalar bilan bevosita tanishish, yuqori aniqlikda natijalar olish, tajriba natijalarini hisoblash, grafiklar chizish va tegishli xulosalar chiqarish orqali amalga oshiriladi.

5. DFS-52 spektrometri yordamida suyuqliklarning molekulyar sochilish spektrlarini o'rganish
6. Kvant-kimyoviy hisoblashlar yordamida spirt molekularining strukturaviy tuzilishini o'rganish.
7. Benzol molekulasining elektro-optik parametrlarini noempirik hisoblashlar yordamida aniqlash.
8. Kislotalarning optik parametrlarini nazariy hisoblashlar yordamida o'rganish.

Laboratoriya ishlarining soatlarini mavzular bo'yicha taqsimlanishi

2-jadval

№	Mavzu, qo'llaniladigan axborot va zamonaviy pedagogik texnologiya usullari	Soat
1	DFS-52 spektrometri yordamida suyuqliklarning molekulyar sochilish spektrlarini o'rganish	2
2	DFS-52 spektrometri yordamida suyuqliklarning molekulyar sochilish spektrlarini o'rganish	2
3	DFS-52 spektrometri yordamida suyuqliklarning molekulyar sochilish spektrlarini o'rganish	2
4	DFS-52 spektrometri yordamida suyuqliklarning molekulyar sochilish spektrlarini o'rganish	2
5	Kvant-kimyoviy hisoblashlar yordamida spirt molekularining strukturaviy tuzilishini o'rganish.	2
6	Kvant-kimyoviy hisoblashlar yordamida spirt molekularining strukturaviy tuzilishini o'rganish.	2
7	Kvant-kimyoviy hisoblashlar yordamida spirt molekularining strukturaviy tuzilishini o'rganish.	2
8	Kvant-kimyoviy hisoblashlar yordamida spirt molekularining strukturaviy tuzilishini o'rganish.	2
9	Benzol molekulasining elektro-optik parametrlarini noempirik hisoblashlar yordamida aniqlash.	2
10	Benzol molekulasining elektro-optik parametrlarini noempirik hisoblashlar yordamida aniqlash.	2
11	Benzol molekulasining elektro-optik parametrlarini noempirik hisoblashlar yordamida aniqlash.	2

12	Benzol molekulasining elektro-optik parametrlarini noempirik hisoblashlar yordamida aniqlash.	2
13	Kislotalarning optik parametrlarini nazariy hisoblashlar yordamida o'rganish.	2
14	Kislotalarning optik parametrlarini nazariy hisoblashlar yordamida o'rganish.	2
15	Kislotalarning optik parametrlarini nazariy hisoblashlar yordamida o'rganish.	2
Jami		30

IV. Mustaqil ta'lim va mustaqil ishlar.

Mustaqil ta'limning tahminiy mavzulari

“Molekulyar optika” fani bo'yicha talabaning mustaqil ta'limi shu fanni o'rganish jarayonining tarkibiy qismi bo'lib, uslubiy va axborot resurslari bilan to'la ta'minlangan.

Magistrlar auditoriya mashg'ulotlarida professor-o'qituvchilarning ma'ruzasini tinglaydilar, misol va masalalar yechadilar. Auditoriyadan tashqarida talaba darslarga tayyorlanadi, adabiyotlarni konspekt qiladi, uy vazifa sifatida berilgan misol va masalalarni yechadi. Bundan tashqari ayrim mavzularni kengroq o'rganish maqsadida qo'shimcha adabiyotlarni o'qib referatlar tayyorlaydi hamda mavzu bo'yicha testlar yechadi. Mustaqil ta'lim natijalari reyting tizimi asosida baholanadi.

Uyga vazifalarni bajarish, qo'shimcha darslik va adabiyotlardan yangi bilimlarni mustaqil o'rganish, kerakli ma'lumotlarni izlash va ularni topish yo'llarini aniqlash, internet tarmoqlaridan foydalanib ma'lumotlar to'plash va ilmiy izlanishlar olib borish, ilmiy to'garak doirasida yoki mustaqil ravishda ilmiy manbalardan foydalanib ilmiy maqola va ma'ruzalar tayyorlash kabilar magistrning darsda olgan bilimlarini chuqurlashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatini rivojlantiradi. Shuning uchun ham mustaqil ta'limsiz o'quv faoliyati samarali bo'lishi mumkin emas.

Uy vazifalarini tekshirish va baholash amaliy mashg'ulot olib boruvchi o'qituvchi tomonidan, konspektlarni va mavzuni o'zlashtirish darajasini tekshirish va baholash esa ma'ruza darslarini olib boruvchi o'qituvchi tomonidan har darsda amalga oshiriladi.

«Molekulyar optika» fanidan mustaqil ish majmuasi fanning barcha mavzularini qamrab olgan va quyidagi 6 ta katta mavzu ko'rinishida shakllantirilgan.

1. Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.
2. Eynshteyn –Smoluxovskiy formulasining turli xil ko'rinishlari.
3. Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash.
4. Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.
5. Tabiiy (qutblanmagan) yorug'liklarni gazlarda sochilishi
6. Yorug'likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi

Mustaqil ta'limning turlari bo'yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlanadi va uni taqdimoti tashkil qilinadi

Mustaqil ta'limining mazmuni va hajmi

4-jadval

№	O'quv dasturining mustaqil ta'limiga oid mavzular	Soat
1	Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.	2
2	Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.	2
3	Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan	2

	solishtirish.	
4	Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.	2
5	Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.	2
6	Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.	2
7	Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.	2
8	Eynshteyn –Smoluxovskiy formulasining turli xil ko'rinishlari.	2
9	Eynshteyn –Smoluxovskiy formulasining turli xil ko'rinishlari.	2
10	Eynshteyn –Smoluxovskiy formulasining turli xil ko'rinishlari.	2
11	Eynshteyn –Smoluxovskiy formulasining turli xil ko'rinishlari.	2
12	Eynshteyn –Smoluxovskiy formulasining turli xil ko'rinishlari.	2
13	Eynshteyn –Smoluxovskiy formulasining turli xil ko'rinishlari.	2
14	Eynshteyn –Smoluxovskiy formulasining turli xil ko'rinishlari.	2
15	Eynshteyn –Smoluxovskiy formulasining turli xil ko'rinishlari.	2
16	Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash.	2
17	Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash.	2
18	Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash.	2
19	Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash.	2
20	Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash.	2
21	Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash.	2
22	Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash.	2
23	Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.	2
24	Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.	2
25	Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.	2
26	Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.	2
27	Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.	2
28	Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.	2
29	Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.	2
30	Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.	2
31	Tabiiy (qutblanmagan) yorug'liklarni gazlarda sochilishi	2
32	Tabiiy (qutblanmagan) yorug'liklarni gazlarda sochilishi	2
33	Tabiiy (qutblanmagan) yorug'liklarni gazlarda sochilishi	2
34	Tabiiy (qutblanmagan) yorug'liklarni gazlarda sochilishi	2
35	Tabiiy (qutblanmagan) yorug'liklarni gazlarda sochilishi	2
36	Tabiiy (qutblanmagan) yorug'liklarni gazlarda sochilishi	2
37	Tabiiy (qutblanmagan) yorug'liklarni gazlarda sochilishi	2

38	Yorug‘likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi	2
39	Yorug‘likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi	2
40	Yorug‘likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi	2
41	Yorug‘likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi	2
42	Yorug‘likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi	2
43	Yorug‘likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi	2
44	Yorug‘likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi	2
45	Yorug‘likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi	2
	Jami	90

V. Fan o‘qitilishining natijalari (shakllanadigan kompetentsiyalar)

O‘quv fanini uzlashtirish natijasida talaba:

- molekulyar optika sohasiga tegishli asosiy fizik qonuniyatlarni; ularning amaliyotdagi o‘rnini; fan va texnika sohalariga tadbiq qilishni; fizik jarayonlarni ifodalovchi formulalarni, grafiklarni taxlil qilish va tegishli **xulosalar chiqarishni bilishi kerak.**

-fizik tajribalar, namoyishlar va hodisalarni fizik qonunlar va prinsiplari asosida tavsiflash; optika fani va uning qonunlarini fan taraqqiyotidagi o‘rni hamda amaliyotga qo‘llash **ko‘nikmalariga ega bo‘lishi kerak.**

-o‘quv dasturida rejalashtirilgan bo‘limlar bo‘yicha umumiy talab darajasidagi masalalarni yechish va taxlil qilish; matematik usullarni masalalar yechishda to‘g‘ri qo‘llash; molekulyar optika sohasidagi qonuniyatlarga tegishli laboratoriya ishlarini bajarish, optik qurilmalar bilan ishlash, yuqori aniqlikda natijalar olish, o‘lchov asboblardan to‘g‘ri foydalanish, tajribadan olingan natijalarni hisoblash, grafiklar chizish, taxlil qilish va xulosalar chiqarish **malakalariga ega bo‘lishi kerak.**

VI. Ta‘lim texnologiyalari va metodlari:

- ma‘ruzalar;
- interfaol keys-stadilar;
- guruxlarda ishlash;
- taqdimotlarni qilish;
- laboratoriya ishlari.

VII. Kreditlarni olish uchun talablar:

Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to‘la o‘zlashtirish, taxlil natijalarini to‘g‘ri aks ettira olish, o‘rganilayotgan jarayonlar xaqida mustaqil mushoxada yuritish va joriy, oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo‘yicha yozma ishni topshirish.

VIII. Talabalar bilimni baholash

Talabalar bilimni baholash mezonlari

1. Talabalarning bilimni quyidagi mezonlar asosida:

- talaba mustaqil xulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qo‘llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi, hamda fan (mavzu) bo‘yicha tasavvurga ega deb topilganda – 5 (a‘lo) baho;

- talaba mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimni amalda qullay oladi, fanning (mavzuning) mohiyati tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo‘yicha tasavvurga ega deb topilganda 4 (yaxshi) baho;

- talaba olgan bilimni amalda qullay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatni tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda – 3 (qoniqarli) baho;

- talaba fan dasturini o'zlashtirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunmaydi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega emas deb topilganda – 2 (qoniqarsiz) baho bilan baholanadi.

2. Nazorat turlarini o'tkazish bo'yicha tuzilgan topshiriqlarning mazmuni talabanning o'zlashtirishini xolis (ob'ektiv) va aniq baholash imkoniyatini berishi shart.

№	Baholash turi	Topshiriqlar turi	Topshiriqlar soni	Har-bir topshiriq uchun ajratilgan ball	Jami ball	Oraliq va yakuniy baholash uchun jami ball	Oraliq va yakuniy baholash uchun saralash bali	
							ball	baho
1	1-Oraliq baholash	Ma'ruza, amaliy, laboratoriya (laboratoriya topshiriqlari asosida) va seminar mashg'ulotlardagi faolligi	10	1,5	15	40	23,99-0	2
		Mustaqil ish topshiriqlarini bajarish	5	4	20		24-27,99	3
		Yozma ish (test)	1	5	5		28-35,99	4
							36-40	5
2	2-Oraliq baholash	Ma'ruza, amaliy, laboratoriya (laboratoriya topshiriqlari asosida) va seminar mashg'ulotlardagi faolligi	10	1,5	15	40	23,99-0	2
		Mustaqil ish topshiriqlarini bajarish	5	4	20		24-27,99	3
		Yozma ish (test)	1	5	5		28-35,99	4
							36-40	5
Jami					80	80		
3	Yakuniy baholash	Yozma ish yoki test shaklida o'tkaziladi	Yozma ish bo'lsa 4 ta savol	5	20	20	11,99-0	2
							12-13,99	3
							14-17,99	4
							18-20	5
Жами					100	100		

Asosiy adabiyotlar

1. B.Jo‘rayev, L.M.Sabirov. Molekulyar optika. Samarqand 2009y.
2. A.Q.Otaxo‘jayev, B.Jo‘rayev. Molekulyar optika. Samarqand 1992y.
3. I.L.Fabelinskiy. Molekulyarnaya rasseyaniye sveta. 1965.
4. M.F.Vuks. Rasseyaniye sveta v gazax jidkostyax i rastvorax. 1977.
5. A.K.Ataxodjayev, F.X.Tuxvatullin. Spektralnoye raspredeleniye intensivnosti v krile linii rasseyaniya jidkostey i rastvorax. 1981.
6. P.Q.Xabibullaev, L.A.Bulavin, V.E.Pogorelov, F.X.Tuxvatullin,
7. A.Jumabaev. Dinamika molekul v jtkostiyax. Tashkent 2009.

Qo‘shimcha adabiyotlar.

1. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-1947 -son farmoni.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta‘lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida’gi 2019 yil 8 oktabrdagi PF-5847-son Farmoni.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining "Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim tizimiga boshqaruvning yangi tamoyillarini joriy etish chora-tadbirlari to‘g‘risida’gi 2019 yil 11 iyuldagi PQ-4391-son qarori.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2019 — 2023 yillarda Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston milliy universitetida talab yuqori bo‘lgan malakali kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish va ilmiy salohiyatni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi 2019 yil 17 iyundagi PQ-4358-son qarori.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Oliy ta‘lim muassasalarida ta‘lim sifatini oshirish va ularning mamlakatda amalga oshirilayotgan keng qamrovli isloxlarda faol ishtirokini ta‘minlash bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida’gi 2018 yil 5 iyundagi PQ-3775 -son qarori.
6. Sh. M. Mirziyoev “Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz”. Toshkent.”O‘zbekiston”, 2017.-488 b.
7. Sh.F.Fayzullayev, F.X.Tuxvatullin, Q.Xudoynazarov. Molekulalarning optik xossalari.2005.
8. G‘.Muradov, H.Xushvaqto‘v. “Spektroskopiya asoslari”. Toshkent 2015 y
9. A.Abdullayev “Molekulyar optika”.Guliston.2021y.

Internet saytlari

1. Ilmiy jurnallar www.infomag.ru.
2. www.sciencydirect.com
3. www.onlinelibrary.wiley.com
4. www.ziyonet.uz
5. www.kitob.uz

2. FANNING ASOSIY NAZARIY MATNI

MUNDARIJA

Mavzu №1. Molekulyar optika fani va uning asosiy vazifalari.....	26
Mavzu №2. Qutblanuvchanlik va refraksiya.....	27
Mavzu №3. Refraksiyaning additivlik xossasi. Aralashma refraksiyasining additivligi	35
Mavzu №4. Ionli va ionsiz bog‘lanishlar refraksiyasining additivligi.....	37
Mavzu №5. Additiv bo‘lmagan birikmalarning refraksiyasi.....	41
Mavzu №6. Yorug‘likning gazlarda sochilishi.....	42
Mavzu №7. Yorug‘likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi ...	45
Mavzu №8. Yorug‘likning gazlarda anizotrop sochilishi.....	49
Mavzu №9. Tabiiy qutblanmagan yorug‘liklarning gazlarda sochilishi.....	54
Mavzu №10. Yorug‘likning sochilish doimiysi va xiralik koeffitsienti Reley doimiysi yordamida avagadro sonini aniqlash.....	56
Mavzu №11. Gazlarda sochilgan yorug‘likni depolyarizatsiya koeffitsientini o‘lchash va optik anizotropiyani aniqlash.....	59
Mavzu №12. Suyuqliklarda yorug‘likning sochilishi. Enshteyn-Smoloxovskiy formulasi va uning turli xil ko‘rinishlari.....	62
Mavzu №13. Yorug‘likni suyuqliklarda anizotrop sochilishi va effektiv optik anizotropiya	68
Mavzu №14. Suyuqliklarda sochilgan yorug‘lik intensivligi va depolyarizatsiya koeffitsientini o‘lchash.....	69
Mavzu №15. Suyuqliklarda yorug‘likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.....	70
Mavzu №16. Yorug‘likni eritmalarda sochilishi.....	71

MA'RUZA 1

Mavzu: Molekulyar optika fani va uning asosiy vazifalari, molekulyar optik hodisalar.

Molekulyar optika fizika fanining bir qismi bo'lib, u yorug'liklikni moddalar bilan o'zaro ta'sirini o'rganishga bag'ishlangan.

Bunday ta'sir gaz (molekulalari) suyuqliklar va kristallarga amalga oshadigan va moddalarni mikrostrukturasi orqali aniqlanadigan jarayonlarda namoyon bo'ladi.

Molekulyar optika hodisasi, (molekulalar tuzilishi va hodisalari suyuqlik, qattik jism va gazlar) moddalarni tuzilishi va xossalari haqida muhim informasiya manbai bo'lib xizmat qiladi.

Molekulyar optikani ana shunday amaliy ahamiyati aniqlanib, u fizikani turli sohalarida, ximiya meteorologiya va astronomiyada keng ko'lamda ishlatiladi.

Molekulyar optika hodisalar juda qadim zamonlardan beri ma'lum. Yorug'likni qaytishi, sinishi, yutilishi, uni moddalar va modda bilan o'zaro ta'siri natijasiga yuzaga keladi.

Yorug'likni moddalar bilan o'zaro ta'sirini xarakterlovchi yo'nalishni qo'yilishi yorug'likni elektro magnit nazariyasini tushunishdan keyin ma'lum bo'ldi. Yorug'lik tez o'zgaruvchan elektro magnit maydonidan iborat ekanligi uni moddalar bilan o'zaro ta'sirini aniqlashga imkon berdi.

Bunda ya'ni yorug'likning elektro magnit nazariyasida, moddalarni xarakterlovchi fizikaviy kattaliklarni statik elektr va magnit maydonlarida o'lgan kattaliklar ishlatiladi.

Yorug'likni elektro magnit nazariyasi vakuum uchun to'g'ri natijalar bergan holda konkret moddalar uchun prinsipial qiyinchiliklar va chegeralanishlarga olib keldi.

Bu nazariya yorug'likni dispersiya hodisasini tushuntira olmadi Maksvelni uchun nazariyasi moddalarni sindirish ko'rsatkichi n dielektrik kirituvchanligi ϵ , magnit kirituvchanligi μ o'rtasida qudagicha bog'lanish mavjud ekanligini ko'rsatdi.

$$n^2 = \epsilon\mu \quad (1)$$

Tiniq muhitlar uchun $\mu = 1$. Shuning uchun

$$n^2 = \epsilon \quad (2)$$

Bunday tenglik tajribaga qarama-qarshi bo'lib ϵ va μ faqat statistik maydonlarda o'zgaras kattaliklar deb qaralishi lozim, bunday qarama-qarshiliklarni yengish uchun elektron nazariyani qurish zarurati tug'ildi. Elektron nazariya chegarasida atom va molekulalarni o'ziga xos tuzilishga ega ekanligini hisobga olgan holda molekulyar optika hodisalarini umumiy ravishda tushuntirish imkoniyati tug'ildi.

Hozirgi paytlarda mumtoz tushunchalarga asoslangan elektron nazariyani chegaralangan ekanligi aniqlandi.

Mikroobyektlar atomlar va molekulalarni xarakterlovchi fizikaviy kattaliklar faqat kvant mexanikasi asosida to'g'ri hisoblanishi mumkin.

Molekulyar optik doimiyliklarni eng muhim xulosalari shundan iboratki optikada mumtoz modellarni qo'llash mumkin. Albatta mumtoz modellarni bir o'zi mikroobyektlarni atom va molekullarni xarakterlovchi kttaliklarni hisoblash uchun yaroqsizdir.

Binobarin molekulyar optikaning mumtoz nazariyasi yarim emperik nazariya asosida qurilishi kerak, molekulyar optikada o'rganiladigan hodisalarni qisqacha ro'yxati quyidagidan iborat.

Yorug'likni izotrop va anizotrop muhitlardan qaytishi, sinishi, yutilishi, yorug'likni dispersiyasi, yorug'likni sochilishi va kuch maydonida joylashtirilgan moddani, mexanik maydondagi yorug'likni ikkilanib sinish hodisasi yorug'likni ultra tovush to'lqinlarida sochilishi va hokazolar. Molekulyar optikada bu hodisalar o'rtasidagi o'zaro aloqadorlik aniqlanadi va o'rnatiladi. Bu hodisalarni barchasi u yoki bu o'lchamda molekulaning eng muhim xossasini xarakterlovchi uning qutblanuvchanligi bilan aniqlanadi. Molekulani optik xossalarini aniqlashda uning spektridagi chastota va intensivlik kalit bo'lib xizmat qiladi. molekulyar optika asosida spektroskopiya yotadi. Moddada hosil bo'ladigan dielektrik kirituvchanlikni fluktuasiyasi yorug'likni sochilishiga olib keladi.

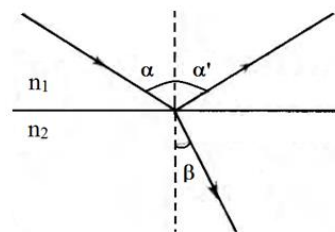
MA'RUZA 2

Mavzu: Qutblanuvchanlik va refraksiya

Bizga umumiy fizika kursidan ma'lumki, yorug'lik ikki muhit chegarasiga tushganda, yorug'likning bir qismi qaytadi, bir qismi esa sinadi.

Singan yorug'lik uchun quyidagi qoidani aytish mumkin. YA'ni, tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga bo'lgan nisbat berilgan moddalar uchun o'zgarmasdir:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} \quad (1)$$



Agar (1) ni vakuumga nisbatan olsak:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \frac{c}{v} \quad (1')$$

Elektr kursidan bizga ma'lumki, agar moddalarni statik maydonga joylashtirsak, ularni dielektrik o'tkazuvchanligi o'zgarar edi, ya'ni (ϵ).

Demak, statik maydon dielektrik o'tkazuvchanlik doimiyliigi bilan xarakterlanar ekan. Yorug'lik, elektromagnit maydon esa muhitning sindirish ko'rsatkichi (n) bilan xarakterlanadi.

Elektromagnit maydon nazariyasiga asosan nurning to'lqin uzunligi katta bo'lganda:

$$n = \sqrt{\varepsilon} \quad \text{yoki} \quad \varepsilon = n^2 \quad (2)$$

Bu kattaliklar sindirish ko'rsatkichi hamda muhitning dielektrik o'tkazuvchanlik doimiysi makroskopik parametrlari hisoblanadi. Bunday parametrlardan tashqari muhitning mikroskopik parametrlari ham mavjud bo'lib, bu moddaning tashkil etuvchi zarralarning xususiyatlarini belgilaydi. Bunday mikroskopik parametrlardan biri bu qutblanuvchanlik (α) dir.

Bu kursning asosiy vazifasi moddaning makroskopik xususiyatlari bilan mikroskopik xususiyatlari orasidagi bog'lanishlarni xarakterlaydigan kattaliklarni topishdan iboratdir.

Buning uchun biz eng avval siyrak gazlarni qaraylik, qachonki bunday gaz molekullari bir-biriga nisbatan juda katta masofada joylashsin.

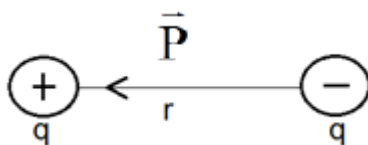
Ana shunday gazlarni maydonga tushirsak, bu holda gaz molekullari qutblanadi. YA'ni, polyarizatsiya hodisasi ro'y beradi hamda molekula maydon yo'nalishi tomon buriladi. Bu polyarizatsiyaning kattaligi ta'sir qilayotgan maydon kuchlanganligiga bog'liq.

Agar biz maydon kuchlanganligini \vec{E} , dipol momentini yoki polyarizatsiya vektorini \vec{p} , qutblanuvchanlik koeffitsientini α bilan belgilasak, ular orasida quyidagi bog'lanish mavjud bo'ladi:

$$\vec{p} = \alpha \vec{E} \quad (3)$$

(3) formuladagi (α) molekulyar kattalik bo'lib, har bir molekulani qutblanuvchanligini xarakterlaydi yoki boshqacha aytganda α bu maydon ta'siri ostida molekulyar elektr zaryadlarining siljuvchanlik qobiliyatini xarakterlaydi.

Demak, (3) formula bitta molekulaning maydon yo'nalishi bo'yicha hosil bo'lgan dipol momentini xarakterlar ekan. Dipol - bu zaryadlari bir-biriga teng bo'lgan va bir-biridan ma'lum masofada joylashgan (+) va (-) zaryadlardan iborat bo'lgan sistemadir.



Agar 1 sm^3 hajmdagi molekullar soni (N) ta desak, (3) quyidagicha bo'ladi:

$$\vec{P} = \vec{p}N = \alpha N \vec{E} \quad (4)$$

Ikkinchi tomondan, bu elektr maydon elektr induksiyasi vektorini bilan quyidagicha bog'langandir:

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E} = \vec{E} + 4\pi \vec{P} \quad (5)$$

(5) ni boshqacha yozsak:

$$(\varepsilon - 1)\vec{E} = 4\pi\vec{P} \quad (6)$$

(6) ni (4) ga asosan yozsak:

$$(\varepsilon - 1)\vec{E} = 4\pi N\alpha\vec{E} \quad (7)$$

Bundan:

$$(\varepsilon - 1) = 4\pi N\alpha \quad (8)$$

hosil bo'ladi. (2) ni hisobga olib (8) ni yozsak:

$$(n^2 - 1) = 4\pi N\alpha \quad (9)$$

bo'ladi. Agar :

$$(n^2 - 1) = (n - 1)(n + 1) \quad (10)$$

deb olsak, hamda gazlar uchun sindirish ko'rsatkichini 1 ga yaqin desak, (10) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$(n^2 - 1) = 2(n - 1) \quad (11)$$

(11) ni (9) ga qo'ysak:

$$n^2 - 1 = 2(n - 1) \quad (12)$$

yoki

$$(n - 1) = 2\pi N\alpha \quad (13)$$

Bundan:

$$\alpha = \frac{n - 1}{2\pi N} \quad (14)$$

Bu formula orqali siyraklashgan gaz molekulalarini qutblanishini aniqlash mumkin.

Bizga ma'lumki, tashqi va ichki maydon bir-biri bilan quyidagicha bog'langandir:

$$E' = \frac{\varepsilon + 2}{3} E \quad (15)$$

(11) formulani chiqarishda gaz molekulari juda siyrak joylashgan deb olgan edik, shuning uchun ham

$$E = E'$$

bo'ladi.

Agar gaz molekulari juda zich joylashgan bo'lsa, ya'ni gaz molekulari orasidagi masofa ularning o'lchamiga (molekular o'lchamiga) yaqin bo'lsa:

$$E \neq E'$$

U holda (1)

$$\vec{P} = \vec{p}N = \alpha N \vec{E}' \quad (16)$$

U vaqtda:

$$\varepsilon \vec{E} = \vec{E} + 4\pi N \alpha \vec{E}' \quad (17)$$

bo'ladi yoki (15) ga asosan yozsak:

$$\varepsilon \vec{E} = \vec{E} + 4\pi N \alpha \vec{E} \frac{\varepsilon + 2}{3} \quad (18)$$

$$\varepsilon = 1 + 4\pi N \alpha \frac{\varepsilon + 2}{3} \quad (19)$$

$$\varepsilon - 1 = \frac{4}{3} \pi N \alpha (\varepsilon + 2) \quad (20)$$

bundan :

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4}{3} \pi \alpha N \quad (21)$$

(21) ga Klauzius – Masotti tenglamasi deyiladi. (21) dagi α - statik maydondagi effektiv qutblanuvchanlik deyiladi.

Agar (21) ni molekulyar hajmga, ya'ni:

$$V_0 = \frac{M}{\rho}$$

ga ko'paytirsak, quyidagi hosil bo'ladi:

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{4}{3} \pi \alpha N \frac{M}{\rho} = \frac{4}{3} \pi \alpha N_A = P \quad (22)$$

Bu erda :

M – molekulyar og'irlik

ρ – zichlik

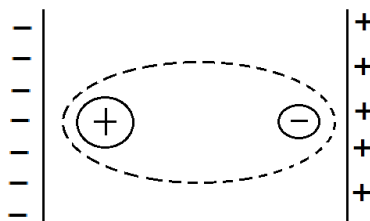
V_0 – molyar hajm

P – statik maydonda molekulyar qutblanish

Qutblanish uch xil bo‘ladi:

1. Elektron qutblanish
2. Atom qutblanish
3. Orientatsion qutblanish

a) Elektron qutblanish – bu elektronlarni maydon ta’siri ostida maydonni musbat qutbi tomon siljishini xarakterlaydi va uni P_e deb belgilaymiz.



1-Rasm

Bunday qutblanish natijasida yadro va elektronlar bir-biriga nisbatan siljiydi. Atomda musbat va manfiy zaryadlarning markazi bir-biriga to‘g‘ri siljiydi. Bu o‘zgarishni vodorod atomi misolida qaraylik. 1-rasmdagidek bo‘ladi. Elektronlarning siljishi har qanday moddada sodir bo‘ladi. Lekin har xil moddalarda har xil siljiydi. Agarda elektron qanchalik bo‘sh bog‘langan bo‘lsa, u shuncha ko‘p siljiydi, ya’ni shuncha ko‘p qutblanadi. Bundan shunday xulosa kelib chiqadiki, tashqi qavatdagi elektronlar oson qutblanar ekan.

b) Atom qutblanish – bu atom yadrosining elektr maydoni ta’siri ostida maydonning manfiy qutbi tomon siljishini xarakterlaydi va uni P_a deb belgilaymiz. Masalan, molekulalarda zaryadlangan atomlar yoki yadrolar (yoki atomlar guruhi) qarama-qarshi tomon siljiydi. YA’ni, molekulaning qarama-qarshi zaryadlangan atomlari bir-biriga nisbatan siljiydi, ular orasidagi masofalar ortadi va natijada molekulalarning qutblanishi ortadi. Qutblanmagan (tug‘ma dipol bo‘lmagan) molekulalar qutblangan molekulaga aylanishi mumkin.

Sizga ma’lumki, molekulalar 2 xil bo‘ladi:

- 1) Qutbli
- 2) Qutbsiz

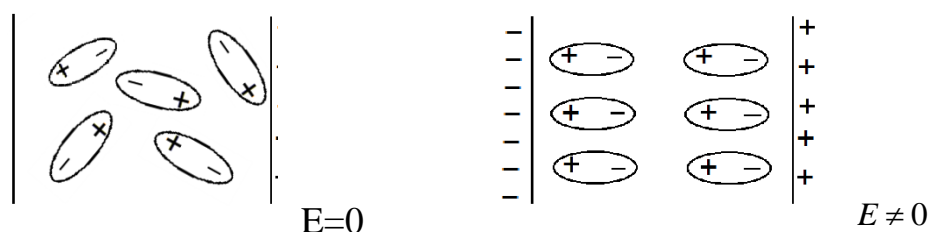
Elektron va atom qutblanishi deformatsiya bilan sodir bo‘lganligi tufayli, bu qutblanishlarning yig‘indisiga ba’zan deformatsion (yoki induksion) qutblanish deb ham aytiladi:

$$R_d = P_e + P_a \quad (22.a)$$

Yadro elektrondan og'ir bo'lgani uchun atom qutblanish elektron qutblanishdan miqdor jihatidan kam bo'ladi. Quyidagi jadvalda ayrim atom va elektron qutblanishlarning qiymatlari keltirilgan.

Modda	$P_e(sm^3)$	$P_a(sm^3)$
Benzol	25.05	0.55
Geksan	29.33	0.26
To'rt xlorli uglerod	25.88	1.2

s) Orientatsion qutblanish – bu faqat qutbli molekulalarda sodir bo'lib, maydon bo'lmaganda tartibsiz o'rtnashgan qutbli molekulalar maydonga kirgach o'z atrofida harakatini davom ettirib, musbat qutblari bilan maydonning manfiy qutblari tomon, manfiy qutblari bilan musbat qutblari tomon buriladi. Biz bunday qutblanishni (P_o) bilan belgilaymiz. Buni quyidagi rasmda ko'rishimiz mumkin:



Qutbli molekulalarni qutblanishi bilan qutbsiz molekulalarning qutblanishi farq qiladi. Yuqorida aytganimizdek qutbsiz molekulalarda faqatgina P_e , P_a bo'lsa, qutbli molekulalarda ularga qo'shimcha (P_o) ham bo'ladi. Qutbli molekulalar uchun umumiy qutblanish quyidagicha bo'ladi:

$$P = P_e + P_a + P_o \quad (22.b)$$

(22) formuladan ko'rinadiki qutblanish temperaturaga bog'liq emas ekan. Haqiqatda deformatsion qutblanish temperaturaga bog'liq emas. Bu qutblanish qutbsiz molekulalarda vujudga keladi, demak, bundan ko'rinadiki, qutbsiz molekulalarning qutblanishi temperaturaga bog'liq emas ekan.

Lekin temperatura ortishi bilan orientatsion qutblanish kamayadi. Demak, temperaturaning o'zgarishi bilan qutbli molekulalarning o'zgarar ekan. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin: temperaturaning ortishi bilan molekulalarning harakati kuchayib, ularning Orientatsion qutblanishi kamayadi va bu kamayish quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P_o = \frac{1}{9} \frac{\pi N_A}{kT} \mu^2 \quad (22.v)$$

μ - tug'ma dipol

k - Bolsman doimiysi

(22.v) ni hisobga olib, qutbli molekulalar uchun Klauzius - Masotti tenglamasini yozsak, quyidagicha teng bo'ladi:

$$P = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4}{3} \pi N_A \left(\alpha + \frac{\mu^2}{3kT} \right) \quad (22.g)$$

Biz yuqorida moddalarni elektrostatik maydonga joylashtirilganda, ularda sodir bo'ladigan o'zgarishlarni ko'rib chiqdik.

Umumiy fizika kursidan ma'lumki, moddalardan elektromagnit tebranish o'tganda o'zgaruvchan elektr maydoni vujudga keladi. O'zgaruvchan ana shunday ta'sirida moddalarda gaz beradigan hodisalar alohida ahamiyatga ega. O'zgaruvchan bunday maydon moddadan yorug'lik o'tganda ham vujudga keladi.

Agar statik maydon, dielektrik o'tkazuvchanlik doimiyliigi bilan xarakterlansa, nur to'liqining maydoni moddaning nur sindirish ko'rsatkichi (n) bilan xarakterlanadi. Yuqorida aytganimizdek, to'qin uzunligi katta bo'lgan hol uchun:

$$n = \sqrt{\varepsilon} \quad \text{yoki} \quad \varepsilon = n^2$$

Bu almashtirishni Klauzius – Masotti tenglamasiga qo'ysak, (22) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{\mu}{\rho} = \frac{4}{3} \pi \alpha N_A = R \quad (23)$$

R - molekulyar refraksiya

Refraksiya – bu yorug'lik maydoni ta'siri ostida molekula tarkibidagi elektronlarni siljishi yoki elektron qobiqlarning deformatsiyasini xarakterlaydi.

Demak, $\varepsilon = n^2$ bo'lganda $R = P$ bo'lishi kerak ekan. Bu esa faqat qutbsiz molekulalar uchun to'g'ridir. Qutbli molekulalar uchun esa:

$$\varepsilon > n^2 \quad \text{da} \quad R < P \quad \text{bo'ladi.}$$

Bunga sabab, tekshirishlar shuni ko'rsatdiki, qutbli molekulalar o'zgaruvchan maydonda Orientatsion qutblanishga ulgura olmaydi va natijada molekulaning dipol moment o'zgarmasdan qoladi.

Xuddi shuningdek, og'ir yadro ham o'zgaruvchan maydonda qutblanishga ulgura olmaydi, natijada atom qutblanish ro'y bermaydi. SHunday qilib, refraksiya elektron qutblanishga teng bo'lar ekan, ya'ni:

$$R = P_e$$

Bundan kelib chiqadiki, refraksiya molekuladagi elektronlarning qutblanishini bildirar ekan. (23) ga asosan (α) bilan (R) quyidagicha bog'lanishga ega:

$$R = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha \quad (24)$$

yoki

$$\alpha = \frac{R}{\frac{4}{3} \pi N_A} = 3.97 \cdot 10^{-25} R \quad (25)$$

Demak, (25) dan ko'rinadiki, (α) qanday o'lchamga ega bo'lsa, (R) ham shunday birlikka ega bo'lar ekan, yani (sm^3). SHuning uchun ham (25) ga asosan refraksiya deb molekuladagi hamma elektronlarning qutblanuvchanligini ham tushunamiz.

Molekular refraksiyani bilib, molekulararo ta'sirini, ularning struktura tuzilishiga xos ma'lumotlarni olishimiz mumkin. Undan tashqari (R) ni qiymatini bilib, qutblanuvchanlikni qiymatini topish mumkin. Lekin refraksiya orqali topilgan (α), dielektrik doimiysi orqali topilgan (α) dan farq qiladi, chunki, (α) chastotaga bog'liqdir. Tajribalar ko'rsatadiki, molekular refraksiya bosim o'zgarishi bilan juda kam o'zgaradi. Undan tashqari molekular refraksiya moddaning agregat holatda o'zgarishi bilan ham juda kam o'zgaradi.

Qutblanuvchanlik tenzori

Yuqorida aytib o'tganimizdek, dielektrik molekular qutblanganda, dipol momentiga ega bo'ladi va bu dipol momenti maydon kuchlanganligiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$\vec{P} = \alpha \vec{E} \quad (1)$$

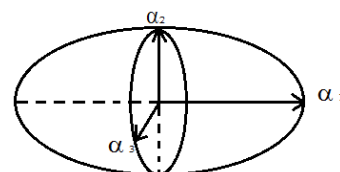
Lekin, bu tenglik hamma vaqt ham bajarilmaydi, chunki, molekulaing dipol moment yo'nalishi jihatidan maydon kuchlanganligi yo'nalishi bilan mos tushavermaydi. YA'ni, ikkala kattalik o'zaro ma'lum bir burchak ostida bo'lishlari mumkin. Bu holda tashqi maydon ta'siri asosida molekular qutblanadi. Lekin, qutblanuvchanlik (α) turli yo'nalishlarda har xil qiymatlarga ega bo'ladi. SHuning uchun ham qutbalanuvchanlik (α) xossasini tenzor kattalik bilan xarakterlash mumkin. Faraz qilaylik, X, Y, Z o'qlardagi qutblanuvchanlik $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$, maydon kuchlanganligi E_x, E_y, E_z , dipol momentlari P_x, P_y, P_z bo'lsin. U holda bu kattaliklar o'zaro quyidagicha bog'langandir:

$$\begin{cases} P_x = \alpha_{xx} E_x + \alpha_{xy} E_y + \alpha_{xz} E_z \\ P_y = \alpha_{yx} E_x + \alpha_{yy} E_y + \alpha_{yz} E_z \\ P_z = \alpha_{zx} E_x + \alpha_{zy} E_y + \alpha_{zz} E_z \end{cases} \quad (2)$$

Analitik geometriya kursidan ma'lumki, har qanday tenzor yuqori rangli vektordir. Skalyar esa nolinch rangli vektordir. Agar qutblanuvchanlik turli xil yo'nalish bo'yicha turli xil qiymatga ega bo'lsa, ikkinchi rangli tenzor bo'ladi:

$$\begin{pmatrix} \alpha_{xx} & \alpha_{xy} & \alpha_{xz} \\ \alpha_{yx} & \alpha_{yy} & \alpha_{yz} \\ \alpha_{zx} & \alpha_{zy} & \alpha_{zz} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Faraz qilaylik, molekula ellipsoid shaklga ega bo'lsin va bu ellipsoid o'qlari



X, Y, Z koordinata o'qlari bilan mos tushsin.

Bu holda qutblanuvchanlik tenzori diagonal ko'rinishga keltiriladi, ya'ni:

$$\begin{pmatrix} \alpha_{xx} & \alpha_{xy} & \alpha_{xz} \\ \alpha_{yx} & \alpha_{yy} & \alpha_{yz} \\ \alpha_{zx} & \alpha_{zy} & \alpha_{zz} \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \alpha_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_{yy} & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_{zz} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_2 & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_3 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Bu holda molekularning har o'qidagi qutblanuvchanlikni bilib, shu moddaning anizotropiligini aniqlash mumkin:

$$\gamma^2 = \frac{1}{2} \left[(\alpha_x - \alpha_y)^2 + (\alpha_y - \alpha_z)^2 + (\alpha_z - \alpha_x)^2 \right] \quad (5)$$

Anizotrop molekular uchun:

$$\alpha_x \neq \alpha_y \neq \alpha_z$$

bo'ladi.

Masalan, xlor benzol uchun:

$$\alpha_x \neq \alpha_y \neq \alpha_z$$

Natijada bunday molekula uchun $\gamma^2 \neq 0$. Ba'zi molekular borki $\alpha_x \neq \alpha_y = \alpha_z$ bo'ladi. YA'ni, ikki o'qi bo'yicha qutblanish bir xil bo'ladi.

Masalan, benzol-bunday molekularga aksial simmetrik molekular deyiladi. Ba'zi molekular uchun

$$\alpha_x = \alpha_y = \alpha_z$$

U holda $\gamma^2 = 0$ bo'ladi. Bunday molekularga izotrop molekular deyiladi. (γ^2) ni qiymatiga, kattaligiga qarab, moddalarni cho'zilgan yoki cho'zilmagan deb aytish mumkin.

MA'RUZA 3

Mavzu: Refraksiyaning additivlik xossasi. Aralashma refraksiyasining additivligi.

Biror molekulaning refraksiyasini bilish uchun o'sha molekulani tashkil qilgan atomlar refraksiyasini bilish kifoyadir. Chunki, molekulaning refraksiyasi uni tashkil qilgan atomlarning refraksiyasiyalari yig'indisidan iboratdir, ya'ni molekulaning refraksiyasi additivdir.

Endi aralashmaning refraksiyasi additivmi yoki yo'qmi, shuni tekshiraylik. Faraz qilaylikki 1 sm³ hajmdagi aralashma 3 ta komponentadan iborat bo'lsin. Birinchi komponentaning molekulari soni N_1 , ikkinchi komponentaning

molekulalar soni N_2 va uchinchi komponentaning molekulari soni N_3 bo'lsin. Bu holda umumiy 1 sm^3 hajmdagi molekular soni:

$$N = N_1 + N_2 + N_3$$

bo'ladi, ularga mos ravishda massalari m_1, m_2, m_3 bo'lsin. U vaqtda aralashmaning zichligi:

$$\rho = m_1 N_1 + m_2 N_2 + m_3 N_3 \quad (1)$$

Endi har bir komponentadan molekula massasini topaylik:

$$m_1 = \frac{M_1}{N_A}, \quad m_2 = \frac{M_2}{N_A}, \quad m_3 = \frac{M_3}{N_A} \quad (2)$$

M_1, M_2, M_3 – komponentalarning molekulyar og'irligi. (2) ni hisobga olib, (1) ni yozsak:

$$\rho = \frac{M_1}{N_A} N_1 + \frac{M_2}{N_A} N_2 + \frac{M_3}{N_A} N_3 \quad (3)$$

Agar biz har bir komponentalarni konsentratsiyasini mos ravishda f_1, f_2, f_3 deb olsak, quyidagiga teng bo'ladi:

$$f_1 = \frac{N_1}{N}, \quad f_2 = \frac{N_2}{N}, \quad f_3 = \frac{N_3}{N} \quad (4)$$

yoki

$$N_1 = f_1 N, \quad N_2 = f_2 N, \quad N_3 = f_3 N \quad (5)$$

Buni (3) ga qo'ysak:

$$\rho = \frac{M_1}{N_A} f_1 N + \frac{M_2}{N_A} f_2 N + \frac{M_3}{N_A} f_3 N = \frac{N}{N_A} \underbrace{(M_1 f_1 + M_2 f_2 + M_3 f_3)}_M \quad (6)$$

M – o'tacha molekulyar og'irlik, chunki bu konsentratsiyaga bog'liq.

$$\rho = \frac{N}{N_A} M \quad (7)$$

Bu aralshmani yorug'lik maydoniga joylashtirsak, molekular qutblanadi. Birinchi molekulaning qutblanuchanligi α_1 , ikkinchisniki α_2 va uchinchisniki α_3 bilan belgilasak, hamda:

$$E' = \frac{\varepsilon + 2}{3} E$$

ekanligini hisobga olib, dipol momentini yozsak:

$$P = N_1 \alpha_1 E' + N_2 \alpha_2 E' + N_3 \alpha_3 E' = \frac{\varepsilon + 2}{3} E (N_1 \alpha_1 + N_2 \alpha_2 + N_3 \alpha_3) \quad (8)$$

Boshqa tarafdin:

$$P = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi} E \quad (9)$$

ekanligini hisobga olsak, (8) quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{\varepsilon - 1}{4\pi} E = \frac{\varepsilon + 2}{3} E (N_1 \alpha_1 + N_2 \alpha_2 + N_3 \alpha_3) \quad (10)$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4}{3} \pi (N_1 \alpha_1 + N_2 \alpha_2 + N_3 \alpha_3) \quad (11)$$

$n^2 = \varepsilon$ ekanligini hisobga olsak:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{4}{3} \pi (N_1 \alpha_1 + N_2 \alpha_2 + N_3 \alpha_3) \quad (12)$$

(12) formula eritmalar uchun Lorents-Lorents formula deyiladi. Buni ikki tarafini ham $\frac{M}{\rho}$ ga ko'paytirsak:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{4}{3} \pi (N_1 \alpha_1 + N_2 \alpha_2 + N_3 \alpha_3) \frac{M}{\rho} = \frac{4}{3} \pi (N_1 \alpha_1 + N_2 \alpha_2 + N_3 \alpha_3) \frac{N_A}{N} \quad (13)$$

(13) dan konsentratsiyani hisobga olsak, quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{4}{3} \pi N_A (f_1 \alpha_1 + f_2 \alpha_2 + f_3 \alpha_3) \quad (14)$$

Agar biz:

$$R = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha \quad \text{hamda} \quad f_1 = \frac{N_1}{N}$$

ekanligini hisobga olib, (14) ni yozsak:

$$R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{\rho} = R_1 f_1 + R_2 f_2 + R_3 f_3 \quad (15)$$

hosil bo'ladi.

Demak, aralashmalarning ham refraksiyasi additiv xususiyatga ega ekan. Noma'lum moddaning refraksiyasini quyidagicha toppish mumkin:

$$R_x = \frac{R - \bar{R}(1 - f)}{f} \quad (16)$$

R_x - noma'lum moddaning refraksiyasi

R - eritma refraksiyasi

\bar{R} - erituvchining refraksiyasi

YA'ni erituvchi va eritmaning refraksiyasi ma'lum bo'lsa, eruvchi moddaning refraksiyasini toppish mumkin.

MA'RUZA 4

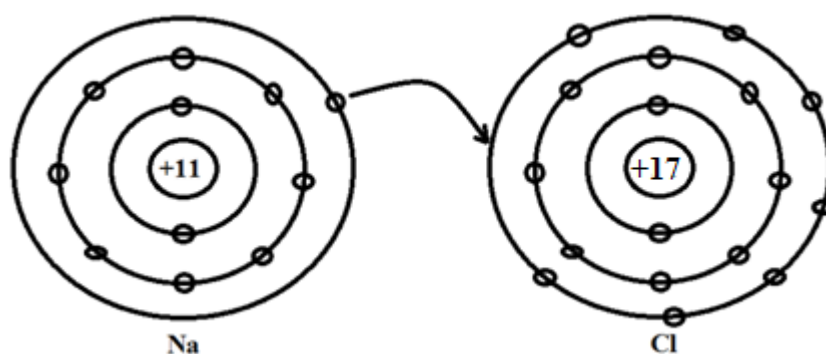
Mavzu: Ionli va ionsiz bog'lanishlar refraksiyasining additivligi.

Ionli bog'lanishga ega bo'lgan molekular hosil bo'lishda molekula hosil qilayotgan atomlarning biri elektron chiqaradi va musbat ionga aylanadi. Ikkinchisi esa bu chiqqan elektronni o'ziga biriktirib olib, manfiy ionga aylanadi. Natijada hosil musbat va manfiy ionlar o'zaro tortishib molekula hosil qiladi. Bunday molekularlarga misol sifatida quyidagilarni olish mumkin:

$$R_{naz} = R_{Na^+} + R_{Cl^-} NaBr, NaBr, NaF, LiF$$

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, ionli bog'langan molekularlarning refraksiyasi har bir ionlarning refraksiyalarining yig'indisidan iborat bo'lar ekan.

Misol tariqasida $NaCl$ ni qaraylik:



$$R_{NaCl} = R_{Na^+} + R_{Cl^-} \quad (1)$$

Xuddi shuningdek qutblanivchanlik ham additiv xossaga ega, ya'ni:

$$\alpha_{NaCl} = \alpha_{Na^+} + \alpha_{Cl^-} \quad (2)$$

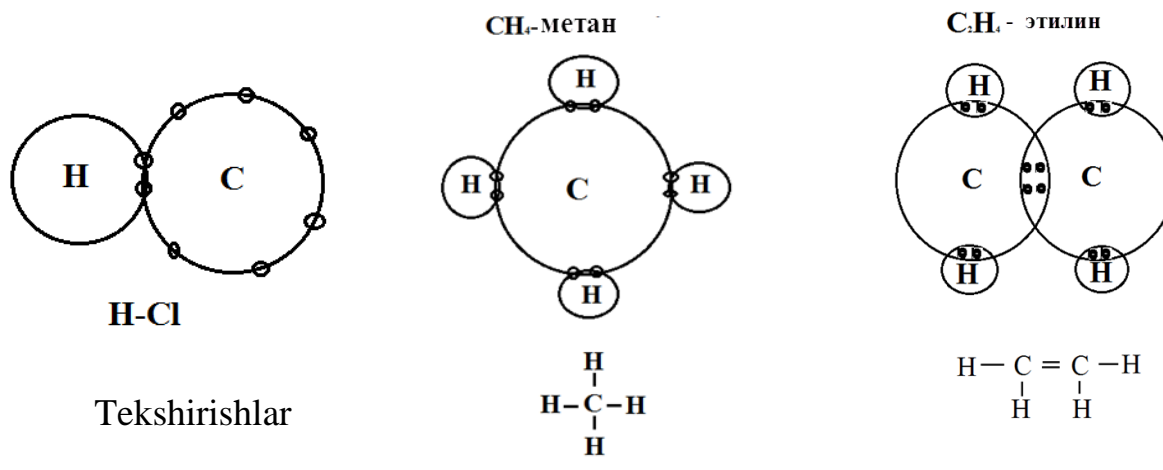
Boshqa ionli molekulalarda ham qutblanuvchanlik va refraksiya xuddi shu qoida orqali topiladi. Ana shunday usulda nazariy ravishda hisoblangan refraksiyaning qiymati uni tajribada aniqlangan qiymatiga yaqin keladi. quyidagi jadvalda ayrim ionli bog'lanish hosil qilgan molekularning refraksiyasining qiymatlari (nazariy va tajriba yo'li bilan topilgan) taqqoslanadi:

Modda	R_{taj}	R_{naz}
<i>LiF</i>	2.34	2.72
<i>NaF</i>	3.02	3.10
<i>NaCl</i>	8.52	8.31
<i>NaBr</i>	12.56	12.60

Jadvaldan ko'rinadiki, haqiqatda ham tajriba va nazariy yo'llar bilan topilgan refraksiyaning qiymati o'zaro mos tushar ekan.

Ionsiz bog'lanishlarga refraksiyasining additivligi

CH_4 Ionsiz bog'lanish hosil bo'lishda bog'lanish hosil qiluvchi atomlar elektron chiqarmaydi ham, qabul qilmaydi ham. Bu holda bog'lanish hosil qiluvchi atomlarda 2 ta, 4 ta, 6 ta elektronlar umumiy qatnashadi. Bunday molekularga misol qilib HCl , O_2 , Cl_2 , CH_4 va hokozolarni olish mumkin.

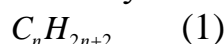


ko'rsatdiki, ionsiz bog'lanish hosil qilgan molekullarda ham refraksiya additiv xossaga ega ekan.

Isbot tariqasida kimyoviy birikmalarni gomologik qatori uchun refraksiya qiymatini o'zaro solishtiraylik.

Bunday qatorda joylashgan ikki qo'shni birikmalarni keyingisi oldingisiga nisbatan bir xil atom gruppasiga farq qiladi. Agar bunday hol uchun refraksiya additiv xossaga ega bo'lsa, u holda ikkita qo'shni joylashgan gomologik qatordan birikmalarning refraksiyalari farqi doimiy bo'lishi kerak.

Misol tariqasida normal tuzilishga ega bo'lgan to'yingan uglevodorodlarni qaraylik. To'yingan uglevodorodlarni umumiy formasi quyidagicha ifodalanadi:



Quyidagi jadvalda uglevodorodlar gruppasining formulasi, refraksiya qiymati va ikkita qo'shni birikamlarning refraksiya qiymatlarining farqi keltirilgan:

Birikmalar	Kimyoviy formulasi	R, cm^3	$\Delta R, cm^3$
H -Pentan	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	25.28	
H -Geksan	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	29.86	4.58
H -Geptan	$CH_3(CH_2)_5CH_3$	34.5	4.65
H -Oktan	$CH_3(CH_2)_6CH_3$	39.13	4.63
H -Nontan	$CH_3(CH_2)_7CH_3$	43.78	4.65
H -Dekan	$CH_3(CH_2)_8CH_3$	48.4	4.63
H -Undekan	$CH_3(CH_2)_9CH_3$	53.06	4.65
H -Dodekan	$CH_3(CH_2)_{10}CH_3$	57.67	4.61

Jadvaldan ko'rinadiki, oldingi qator keyingi qatorga nisbatan (CH_2) ga farq qilib, ΔR ning qiymati qariyb o'zgarmaydi va uning qiymati quyidagicha

$$\Delta R = 4.62 = R_{CH_2} = R_C + 2R_H \quad (2)$$

YA'ni bu joyda har safar (CH_2) ga ko'paytsa refraksiya qiymati 4.62 ga o'zgarar ekan. Refraksiyani additivlik xossasini hisobga olib, yuqorida keltirilgan jadval uchun quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$R_{C_nH_{2n+2}} = nR_C + (2n+2)R_H \quad (3)$$

To'yingan uglevodorodlarning refraksiya qiymatini solishtirib uglerod va vodorod tatomlarning refraksiyalarini aniqlash mumkin.

YAkka bog'lanish hosil qilgan hol uchun, ya'ni $C_{=}$:

$$R_{C_{=}} = 2.418 cm^3 \quad R_H = 1.100 cm^3$$

Agarda modda tarkibidagi uglerod atomi ikkilangan bog'lanish hosil qilsa, u holda refraksiyaning qiymati o'zgaradi $C_{=}$ juft bog'lanish:

$$R_{C_{=}} = 4.151 cm^3$$

Xuddi shuningdek, $R_{C=}$ ham R_{C-} kabi qiymat jihatdan R_{C-} da farq qiladi. Ana shunday farqqa inkrement deyiladi. Odatda ikkilangan va uchlangan bog‘lanishlar inkrementi quyidagicha belgilanadi va ularning qiymati quyidagiga teng:

$$\begin{array}{ll} F - \text{ikkilangan} & F = 1.73 \text{ sm}^3 \\ \bar{F} - \text{uchlangan} & \bar{F} = 2.398 \text{ sm}^3 \end{array}$$

YUqorida aytilganlarni hisobga olgan holda ikkilangan bog‘lanish refraksiyasini yakka bog‘lanish refraksiyasi orqali (inkrementni hisobga olgan holda) quyidagilarni topish mumkin:

$$R_{C=} = R_{C-} + F = 2.418 + 1.733 = 4.151 \text{ sm}^3 \quad (4)$$

Xuddi shu yo‘l bilan ulangan bog‘lanish hosil qilgan uglerod atomini refraksiya qiymatini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$R_{C=} = R_{C-} + \bar{F} = 2.418 + 2.398 = 4.816 \text{ sm}^3$$

Umumiy holda molekulaning refraksiyasi quyidaicha topiladi:

$$R = \sum_n R_n + \sum_i J_i \quad (5)$$

$\sum_n R_n$ - atomlar refraksiyasining yig‘indisi

$\sum_i J_i$ - inkrementlar yig‘indisi

Agarda inkrement bo‘lmasa, molekular refraksiyasi quyidagicha topiladi:

$$R = \sum_n R_n \quad (6)$$

Quyidagi jadvalda ayrim molekular uchun refraksiyaning qiymati keltirilgan:

Atomlar	R_{atom}	Molekula	$R_{molekula}$
<i>H</i>	1.02	H_2	2.04
<i>N</i>	2.19	N_2	4.38
<i>O</i>	2.01	O_2	4.02
<i>Cl</i>	5.99	Cl_2	11.98

Jadvaldan ko‘rinadiki, haqiqatdan (6) formula o‘rinli ekan.

Tekshirishlar shuni ko‘rsatdiki, faqat qutblanuvchanlik va refraksiya additiv xossaga ega bo‘lmasdan, balki boshqa molekulyar kattaliklar ham additiv xossalarga ega ekan.

Masalan, bog‘lanish uzunligi l ning qiymati berilgan atomlar uchun turli xil birikmalarda bir xil bo‘ladi. $C-C$ bog‘lanishni qaraylik.

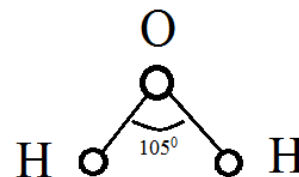
$l_{c-c} = 1.548 \text{ \AA}$, ya’ni bu bog‘lanish uzunligi har qanday birikmada ham o‘zgarmaydi.

Bu xulosa ikkilangan $C=C$ va uchlangan $C \equiv C$ bog‘lanishlar uchun ham o‘rinlidir.

$$l_{c=c} = 1.35 \text{ \AA}$$

$$l_{c=c} = 1.20 \text{ \AA}$$

Xuddi shunday valent burchaklar ham shunday xususiyatga egadir. Masalan, H_2O YA'ni HOH orasidagi burchak 105° ni tashkil qilib hamma joyda bu qiymat saqlanadi.



Bulardan tashqari kimyoviy bog'lanish hosil bo'lish energiyasi ham additiv xususiyatga ega bo'ladi. Fikrimiz isboti misolida quyidagi birikmalarni ko'rishimiz mumkin:

Modda	Kimyoviy formulasi	E (kkal/mol)	ΔE (kkal/mol)
Metan	CH_4	348.6	
Etan	CH_3CH_3	579.0	230.4
H -propan	$CH_3CH_2CH_3$	811.6	232.6
H -butan	$CH_3(CH_2)_2CH_3$	1044.8	233.2
H -pentan	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	1277.8	233.0
H -geksan	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	1511.9	234

Jadvaldan ko'rinadiki birikmalar qiymati har safar (CH_2) ga o'zgarishi bilan kimyoviy bog'lanish energiyasi qariyb bir xil qiymatga (232 kkal/mol) farq qiladi. Xuddi shunday xulosaga molekulyar refraksiyani o'rganganda ham kelgan edik. Demak, bundan ko'rinadiki kimyoviy hosil qilish energiyasi ham additiv xossaga ega.

MA'RUZA 5

Maruza: Additiv bo'lmagan birikmalar refraksiyasi.

Ba'zi bir organi moddalar borki, bunday moddalar uchun refraksiya additiv xossaga ega emas. Bunday bunday xususiyatga ega bo'lgan moddalarga qo'shma bog'lanishga ega bo'lgan aromatik yadrodan iborat bo'lgan kimyoviy birikmalar kiradi.

Agar modda tarkibidagi atomlar o'zaro bog'lanib molekula hosil qilsalar va ana shu molekulani hosil qilishdagi yakka bog'lanish ikkilangan bog'lanish bilan takroriy ravishda almashinib tursa, u holda qo'shma bog'lanish hosil bo'ladi. Qo'shma bog'lanishga ega bo'lgan molekullarga misol qilib butadionni olish mumkin:



Butadionni refraksiyasi uni nazariy ravishda hisoblangan refraksiyasidan 1.42 cm^3 ga farq qiladi. YA'ni:


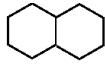
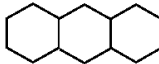
$$\Delta R = R_{\text{max}} - R_{\text{naz}} = 1.42 \text{ cm}^3 \quad (2)$$

Boshqacha aytganda ayrim molekulalar uchun tajribada aniqlangan refraksiyaning qiymati nazariy ravishda aniqlangan refraksiyaning qiymatidan farq qiladi. YA'ni:

$$\Delta R = R_{\text{ma} \text{oc}} - R_{\text{Ha}3}$$

Ana shu ΔR farqqa ekzoltatsiya deyiladi. Ekzoltatsiya musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Agar $R_{Ta} > R_{Ha}$ bo'lsa, musbat, $R_{Ta} < R_{Ha}$ bo'lsa, manfiy ekzoltatsiya bo'ladi. Tajribalar ko'rsatadiki, agar additiv bo'lamagan molekula qancha murakkab bo'lsa yoki molekula tarkibida aromati yadrolar qancha ko'p bo'lsa, ekzoltatsiya ham shuncha katta bo'ladi.

So'zimizni isboti misolida quyidagi jadvalni keltiramiz:

№	Moddalar	Struktura formulasi	$\Delta R, sm^3$
1	Benzol		0
2	Naftalin		2.55
3	Antroksin		8.17

Haqiqatdan ham jadvaldan ko'rinadiki, molekula murakkab bo'lgan sayin ekzoltatsiya quymati osha borar ekan.

MA'RUZA 6

Mavzu: Yorug'likni gazlarda sochilishi

Bizga ma'lumki, biror muhitga yorug'lik tushsa, u muhit tomonidan bir qismi yutiladi, bir qismi sochiladi yoki qaytadi. Biz shulardan biri sochilishni ko'rib chiqaylik.

Hozirgi zamon nazariyasiga asosan yorug'likning sochilishiga asosiy sabab bu yorug'lik fluktuatsiyasi va anizotrop molekulalarning orientatsion fluktuatsiyasidir. Umuman olganda yorug'lik biror muhitga tushganda shu muhitning elektronlari elektr maydon ta'sirida tebranadi. Bu majburiy tebranish tufayli paydo bo'ladigan ikkilamchi to'lqinlar yorug'lik energiyasi olib kelayotgan energiyaning bir qismini chetga sochib yuboradi. Boshqacha aytganda moddada yorug'lik tarqalayotganda yorug'lik sochilishi yuz beradi. Bunday hodisa yuz berishi uchun yorug'lik to'lqinining o'zgaruvchan maydoni ta'siri ostida tebrana oladigan elektronlar bo'lishi etarlidir, bunday elektronlar esa har qanday moddiy muhitda bor. Biroq shuni aytish kerakki, bu ikkilamchi to'lqinlar o'zaro kogarent bo'ladi va demak, chetga sochib yuborilgan yorug'likning intensivligini hisobga olishda ularning o'zaro interferensiyasini e'tiborga olish kerak.

Haqiqatdan ham, agar muhit optik jihatdan bir jinsli bo'lsa, ya'ni uning sindirish ko'rsatkichi hamma nuqtalarda o'zgarmas, u holda, bir xil hajmlarda yorug'lik to'lqini bir xil elektr momentlarning vaqt o'tishi bilan o'zgarishi oqibatida bir xil amplitudali ikkilamchi to'lqinlar chiqaradi. Ixtiyoriy ikki nuqtadan chiqayotgan ikkilamchi to'lqin yo'llar farqi tufayli faza jihatdan bir-biriga qarama-

qarshi bo‘ladi va natijada bu ikkilamchi to‘lqinlar bir-birini so‘ndiradilar. SHuning uchun ham yorug‘lik bir jinsli muhitda sochilmaydi, faqatgina dastlabki yo‘nalishda tarqaladi, ya’ni qanday yo‘nalishda tushsa, shu yo‘nalishda o‘tib ketadi.

SHunday qilib, muhitning bir jinsli va ikkilamchi to‘lqinlarning kogarent bo‘lishi yorug‘likning sochilmasligiga asosiy sabab bo‘lar ekan. Haqiqatda esa ideal bir jinsli muhit bo‘lmaydi. Real muhitda turli sababdan paydo bo‘lgan optik bir jinslimaslik hamisha paydo bo‘ladi. Bu esa ba’zi hollarda juda intensiv, ba’zi hollarda juda zaif sochilishni bildiradi.

Faraz qilaylik, biror bir gazga yorug‘lik tushayotgan bo‘lsin. Tushayotgan yorug‘likning maydon kuchlanganligi quyidagiga teng bo‘lsin:

$$E = E_0 e^{i\omega t} \quad (1)$$

Bu erda E - elektr maydon kuchlanganligi

E_0 -uning amplituda qiymati

ω - maydon chastotasi

t - vaqt

Bu maydon ta’siri ostida o‘zgaruvchan dipol momenti hosil bo‘ladi:

$$P = \alpha E = \alpha E_0 e^{i\omega t} \quad (2)$$

YOrug‘lik ta’siri ostida o‘zgaruvchan dipol momentiga ega bo‘lgan molekula ikkilamchi to‘lqin tarqata boshlaydi. Bu ikkilamchi to‘lqin elektr maydon kuchlanganligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\vec{\xi} = \frac{1}{cr^3} \left[\vec{r} \left[\vec{r} \cdot \ddot{\vec{p}} \right] \right] \quad (3)$$

r - sochuvchi hajmdan kuzatish nuqtasigacha bo‘lgan masofa

YOki dipol tebranayotganda kuzatish burchagini hisobga olsak, (3) quyidagicha bo‘ladi:

$$\xi = \frac{r^2 \ddot{P} \sin \Theta}{c^2 r^3} = \frac{\ddot{P} \sin \Theta}{c^2 r} \quad (4)$$

(2) formuladan 2 marta hosila olib, (\ddot{P}) ni topamiz va (4) ni yozsak, quyidagicha bo‘ladi:

$$\xi = \frac{r^2 \ddot{P} \sin \Theta}{c^2 r^3} = \frac{P \omega^2 \sin \Theta}{c^2 r} \quad (5)$$

Optika kursidan ma’lumki, bitta molekula tomonidan chiqaraliyotgan yorug‘lik intensivligi ikkilamchi to‘lqin elektr maydon kuchlanganligining o‘rtacha qiymati bilan quyidagicha bog‘langan edi:

$$i = \xi^2 \quad (6)$$

i – bitta molekula sochayotgan yorug‘likning intensivligi, u holda (5) ni quyidagicha yozish mumkin.

$$i = \frac{P^2 \omega^4 \sin^2 \Theta}{c^4 r^2} \quad (7)$$

$\left. \begin{array}{l} P = \alpha E \\ \omega = 2\pi\nu \end{array} \right\}$ ekanligini hisobga olib, (7) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$i = \frac{16\alpha^2 E^2 \nu^4 \pi^4}{c^4 r^2} \sin^2 \Theta \quad (8)$$

$\left. \begin{array}{l} \lambda = \frac{c}{\nu} \\ E^2 = J \end{array} \right\}$ ekanligini hisobga olsak, (8) quyidagicha bo'ladi:

$$i = \frac{16\alpha^2 \pi^4}{\lambda^4 r^2} J_0 \sin^2 \Theta \quad (9)$$

J_0 - tushuvchi yorug'likning intensivligi

λ - tushuvchi yorug'likning to'liq uzunligi

Agar biz V hajmda N ta molekula bor desak, u holda V hajmdagi molekularlar tomonidan sochilayotgan yorug'likning intensivligi quyidagicha bo'ladi:

$$J = iVN \quad (10)$$

yoki

$$J = iVN = J_0 \frac{16\pi^4 \alpha^2}{\lambda^4 r^2} VN \sin^2 \Theta \quad (10^*)$$

Gazlar uchun

$$n = 1 + 2\pi N\alpha \quad (11)$$

Ekanligini hisobga olib (α) ni quyidagi trenglama hosil bo'ladi:

$$J = J_0 \frac{4\pi^2 (n-1)^2}{\lambda^4 r^2 N} V \sin^2 \Theta \quad (12)$$

(12) formulaga Reley formulasi deyiladi. (12) formula tushayotgan yorug'lik qutblangan bo'lgan hol uchun o'rinli. Agarda tushayotgan yorug'lik tabiiy bo'lsa, u vaqtda (12) da sochilish burchagini ham hisobga olish kerak.

Reley formulasidan ma'lum bo'ladiki, sochilgan yorug'likning intensivligi:

$$J = \frac{1}{\lambda^4}$$

YA'ni to'liq uzunligini to'rtinchi darajasiga teskari bo'lar ekan. SHuning uchun ham osmon ko'k rangda ko'rinadi.

MA'RUZA 7

Mavzu: Yorug'likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi

1907-yil sovet olimi L.I.Mandelshtam yorug'likning sochilishiga asosiy sabab zichlik fluktuatsiyasidir, degan xulosaga keldi.

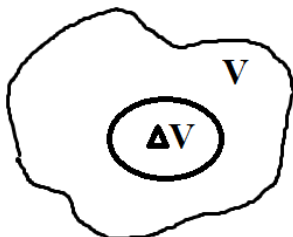
Polyak olimi Smoluxovski ko'rsatdiki, muhitning bir jinsliliigi hech qachon amalga oshmaydi. Molekulalarning bir jinsli taqsimlanishi entropiyaning maksimumiga to'g'ri keluvchi termodinamikaning ikkinchi qonuniga bo'ysunadi.

Lekin termodinamikaning ikkinchi qonuni statistik xarakterga egadir. SHunday qilib hamma vaqt muhitni shunday holatini topish mumkinki, bu holat uni entropiyasini maksimumiga mos keladigan holatdan farq qilsin.

Mana bunday holatlar eng avval zichlik fluktuatsiyasi natijasida amalga oshadi. Faraz qilaylik, muhitning makroskopik hajmi V bo'lsin. Ana shu hajmdan hayoliy ravishda ΔV hajmni ajratib olamiz.

Mana shu elementar hajmda teng vaqtlar oralig'ida ya'ni:

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3 \quad (1)$$



bo'lganda molekulalar soni bir xil bo'lmasdan o'zgarib turadi, ya'ni:

$$N_1 \neq N_2 \neq N_3 \quad (2)$$

Bunday bo'lishiga sabab, molekulalarning issiqlik harakatidir. Boshqacha aytganda olingan ΔV hajmdagi molekulalar soni

ma'lum o'rtacha qiymatdan (\bar{N}) ko'p yoki kam bo'lishi mumkin. Mana shunday o'zgarish o'z navbatida muhit zichligining o'zgarishini olib keladi va natijada zichlik fluktuatsiyasi vujudga keladi. muhitdagi molekulalar soni quyidagiga teng bo'ladi:

$$N = \bar{N} + \Delta N \quad (3)$$

ΔN - molekulalarning o'rtacha qiymatidan chetlanishi

Zichlik ham xuddi shunday bo'ladi:

$$\rho = \bar{\rho} + \Delta \rho \quad (4)$$

SHuningdek, dielektrik doimiyligining fluktuatsiyasi ham:

$$\varepsilon = \bar{\varepsilon} + \Delta \varepsilon \quad (5)$$

Odatda dielektrik doimiyligining flutuatsiyasi zichlik va temperatura fluktuatsiyasiga bog'liq bo'ladi. SHuning uchun ham ($\Delta \varepsilon$) ni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\Delta \varepsilon = \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} \Delta \rho + \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \Delta T \quad (6)$$

Tajribalar shuni ko'rsatdiki temperature o'zgarishi bilan ($\frac{\partial \varepsilon}{\partial T}$) kattalik juda ham

o'zgaradi, natijada $\frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \Delta T \rightarrow 0$ bo'ladi. U holda (6)

$$\Delta\varepsilon = \frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho}\Delta\rho \quad (7)$$

Agar muhitga yorug'lik tushsa, u holda muhit muhit molekulari qutblanadilar. YA'ni maydon ta'siri ostida zaryadlarning og'irlik markazlari bir biriga nisbatan siljiydilar va natijada dipol momentiga ega bo'ladilar.

Ana shu hosil bo'lgan muhit zarrachalarining (ΔV) hajm uchun quyidaga teng bo'ladi:

$$P = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi}\Delta VE \quad (8)$$

Agar muhitning dielektrik doimiysining fluktuatsiyasini, ya'ni (5) ni hisobga olib (8) ni yozsak quyidagicha bo'ladi:

$$P = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi}E\Delta V + \frac{\Delta\varepsilon}{4\pi}E\Delta V \quad (9)$$

YOrug'lik maydon ta'siri ostida qutblangan molekular, ya'ni dipolar o'zlaridan ikkilamchi to'lqinlarni chiqara boshlaydi. Bu ikkilamchi elektromagnit to'lqinning elektr maydon kuchlanganligi elementar ΔV hajmda quyidagicha bo'ladi:

$$\xi = \underbrace{\frac{\omega^2}{4\pi c^2 r} E(\bar{\varepsilon} - 1) \sin \Theta \Delta V}_{\Delta\xi'} + \underbrace{\frac{\omega^2}{4\pi c^2 r} E\Delta\varepsilon \sin \Theta \Delta V}_{\Delta\xi''} \quad (10)$$

Demak:

$$\xi = \Delta\xi' + \Delta\xi''$$

Ikkilamchi elektromagnit to'lqinlar tarkibidagi ayrim elektromagnit to'lqinlar interferensiya natijasida bir-birini kuchaytiardilar. SHuning uchun ham $\Delta\xi' = 0$ va $\Delta\xi'' \neq 0$ deb yozish mumkin. Natijada (10) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\xi = \frac{\omega^2}{4\pi c^2 r} E\Delta\varepsilon \sin \Theta \Delta V \quad (11)$$

Sochilgan yorug'likni intensivligini topish uchun (11) ni ikkita tarafni kvadratga ko'tarib, hamma elementar hajm bo'yicha yig'indisini toppish kerak, ya'ni:

$$\sum \xi^2 = \frac{\omega^4}{16\pi^2 c^4 r^2} E^2 \sin^2 \Theta \sum \Delta\varepsilon^2 \Delta V^2 \quad (12)$$

(12) dagi $\sum \Delta\varepsilon^2 \Delta V^2$ ni hisoblab chiqamiz.

$$\sum \Delta\varepsilon^2 \Delta V^2 = \left(\frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho}\right)^2 \sum \Delta\rho^2 \Delta V^2 \quad (13)$$

(13) dan $\sum \Delta\rho^2 \Delta V^2$ kattalikni (4) ga asosan quyidacha qilib yozish mumkin:

$$\sum \Delta\rho^2 \Delta V^2 = \left(\frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho}\right)^2 \sum_{i,k} [\Delta\rho^2 + (\Delta\rho_i \Delta\rho_k)^2] \Delta V^2 \quad (14)$$

Ikkinchi tomondan:

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{\Delta N}{N}$$

ni hisobga olsak, (14) quyidagicha bo'ladi:

$$\sum \Delta\varepsilon^2 \Delta V^2 = \left(\frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho}\right)^2 \sum_{i,k} \left[\left(\frac{\rho}{N}\right)^2 \Delta N^2 + \left(\frac{\rho}{N} \Delta N_i \frac{\rho}{N} \Delta N_k\right)^2 \right] \Delta V^2 \quad (15)$$

Statistik fizika qonuniga asosan :

$$\left(\frac{\rho}{N} \Delta N_i \frac{\rho}{N} \Delta N_k\right) = 0$$

bo'ladi. Natijada (15)

$$\sum \Delta \varepsilon^{-2} \Delta V^2 = \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho}\right)^2 \sum_{i,k} \left[\left(\frac{\rho}{N}\right)^2 \Delta \bar{N}^2\right] \Delta V^2 \quad (16)$$

Statistik fizika kursidan bizga ma'lumki, molekular sonining fluktuatsiyasining o'rtacha qiymatining kvadrati molekular soniga teng bo'ladi:

$$\sum \Delta \varepsilon^{-2} \Delta V^2 = \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho}\right)^2 \frac{V}{N} \quad (16')$$

(16) ni qiymatini (12) ga qo'ysak, quyidagi hosil bo'ladi:

$$\sum \xi^2 = \frac{\omega^4}{16\pi^2 c^4 r^2} E^2 \sin^2 \Theta \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho}\right)^2 \frac{V}{N} \quad (17)$$

Endi biz:

$$\sum \xi^2 = J, \quad E^2 = J_0, \quad \omega = 2\pi\nu, \quad \lambda = \frac{c}{\nu}, \quad \varepsilon = n^2$$

larni hisobga olib, (17) ni yozsak:

$$J_{soch}^{gaz} = J_0 \frac{\pi^2 V}{\lambda^4 r^2 N} \left(\rho \frac{\partial n^2}{\partial \rho}\right)^2 \sin^2 \Theta \quad (18)$$

(18)-Eynshteyn formulasi.

Bu erda r – sochilish nuqtasidan kuzatish joyigacha bo'lgan masofa. (18) formuladan Reley formulasini keltirib chiqarish mumkin. Molekulyar refraksiya formulasi quyidagicha edi:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha \quad (19)$$

Gazlar uchun $n \approx 1$ ekanligini hisobga olsak, (19) quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{n^2 - 1}{3} \frac{M}{\rho} = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha \quad (20)$$

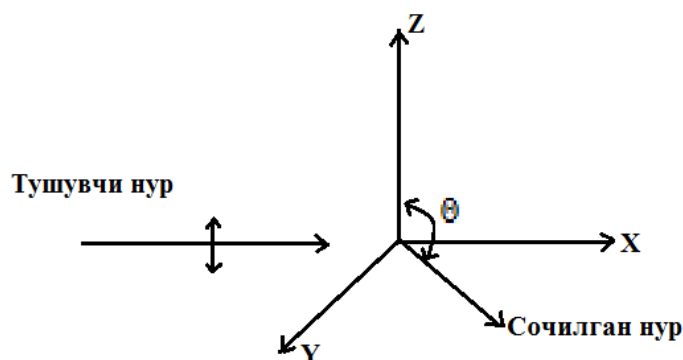
(20) ni bo'yicha differensiallasak:

$$\rho \frac{\partial n^2}{\partial \rho} = 2(n-1) \quad (21)$$

hosil bo'ladi. Buni (18) ga qo'ysak:

$$J = J_0 \frac{4\pi^2 V}{\lambda^4 r^2 N} (n-1)^2 \sin^2 \Theta \quad (22)$$

α - qutblanuvchanlik koeffitsienti bo'lib, $n = 1 + 2\pi N_A \alpha$ dan topiladi. Buni qiymatini (23) ga qo'ysak, (22) keltirib chiqaramiz. (23) ni xususiy hollarini ko'rib chiqaylik: 1-hol: Tushuvchi yorug'lik (z) o'qi bo'yicha qutblangan bo'lib, (x) o'qi bo'yicha tushayotgan bo'lsin. Sochilgan yorug'lik esa (Oxy) tekisligida kuzatilsin:

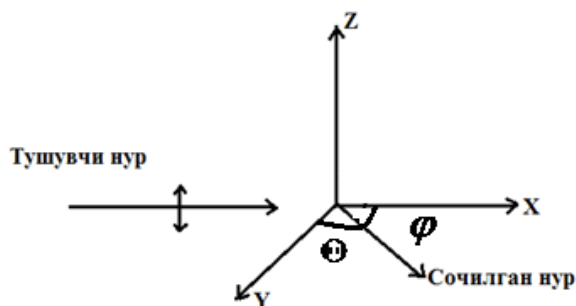


Bu holda $\Theta = 90^\circ$ bo'lgani uchun (23) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$J_{\perp} = J_0 \frac{16\pi^4 \alpha^2 V N}{\lambda^4 r^2} \quad (24)$$

J_{\perp} - tushayotgan elektr vektorining tebranishi sochilishi vektoriga perpendikularidir.

2-hol: Yorug'lik nuri X o'qi bo'yicha tushib, qutblanish Y o'qi parallel bo'lsin, u holda sochilgan yorug'likning intensivligi quyidagicha bo'ladi:



U holda

$$\theta = 90^\circ - \varphi \quad \text{bo'ladi yoki}$$

$$\sin \theta = \sin(90 - \varphi) = \cos \varphi$$

Natijada:

$$J_{\parallel} = J_0 \frac{16\pi^4 \alpha^2 V N}{\lambda^4 n^2} \cos^2 \varphi \quad (25)$$

J_{\parallel} - chunki tushayotgan elektr vektorining tebranishi sochilish tekisligiga paralleldir.

Sochilgan yorug'likning dipolerizatsiya koeffitsienti deb quyidagi kattalikka aytiladi:

$$\Delta = \frac{J_{\parallel}}{J_{\perp}} = \cos^2 \varphi \quad (26)$$

Depolyarizatsiya koeffitsienti yorug'likning qancha qismi qutblanganligini bildiradi. (26) dan ko'rinadiki, agar $\varphi = 90^\circ$ bo'lsa, $\Delta = 0$ bo'lishi kerak, lekin $\Delta = 0$ bo'lmaydi. Bunga sabab muhit tajriba ko'rsatadiki, hech vaqt molekulalarining anizotropigidir. Shunday qilib, muhit molekulalarining anizotropi Reley formulasida hisobga olinmagan ekan.

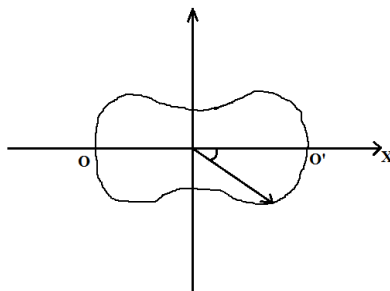
Agar tushayotgan yorug'lik tabiiy nur bo'lsa, u holda sochilgan yorug'likning intensivligi quyidagicha aniqlanadi:

$$J_{\text{soch}} = J_{\parallel} + J_{\perp} = J_0 \frac{16\pi^4 \alpha^2 N V}{\lambda^4 r^2} (1 + \cos^2 \varphi) \quad (27)$$

$$R = \frac{J_{\text{soch}}}{J_0} \frac{r^2}{V} \quad (28)$$

R -Reley konstantasi

Sochilgan yorug'lik intensivligi (φ) burchakka bog'liq bo'lib, burchakning o'zgarishi bilan quyidagicha



Bu diagramma sochilgan yorug'lik intensivligi φ burchakka bog'liq bo'lib, burchakning o'zgarishi bilan quyidagicha deyiladi.

Fazoviy indikatriska hosil qilish uchun bu diagrammani OO' o'qi atrofida 180° ga aylantirish kerak.

MA'RUZA 8

Mavzu: Yorug'likni gazlarda anizotrop sochilishi

(Tushayotgan nur qutblangan hol uchun)

Reley nazariyasiga asosan sochilgan yorug'lik to'la qutblangan bo'lishi kerak edi. Bu xulosa tajribada tasdiqlanadi. YA'ni $\Delta \neq 0$ bo'ladi. Bunga sabab modda molekulasining anizotropigidir. Boshqacha aytganda anizotrop molekullarning orientatsion fluktuatsiyasi natijasida ham yorug'lik sochilar ekan.

Faraz qilaylik moddaning elementar hajmdagi dipol moment (P) bo'lsin, fluktuatsiyasi natijasida (P) quyidagicha o'zgaradi:

$$P = \bar{P} + \Delta P \quad (1)$$

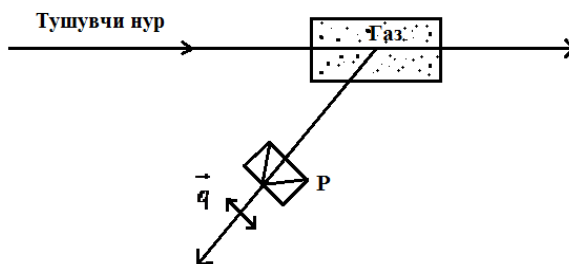
\bar{P} - dipol momentining o'rtacha qiymati

ΔP - dipol momentining o'rtacha qiymatidan chetlanishi

Yorug'likning nuri ta'siri ostida anizotrop molekullar ikkilamchi to'lqin chiqaradilar. Bu to'lqinning maydon kuchlanganligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\xi = -\frac{\omega^2}{c^2 r^3} [\vec{r}(\vec{r} \cdot \vec{P})] \quad (2)$$

Sochilgan yorug'likning tarkibidan P polyarizatori yordamida (\vec{q}) elektr vektorini ajratib olamiz.



Polyarizatoridan o'tgan yorug'likning elektr maydon kuchlanganligi ($\vec{\xi}_q$) polyarizatorga tushayotgan yorug'likning elektromagnit maydon kuchlanganligi ($\vec{\xi}$) ni (\vec{q}) yo'nalishidagi proeksiyasiga tengdir. YA'ni:

$$\vec{\xi}_q = (\vec{\xi} \vec{q}) \quad (3)$$

(3) ifodaga (2) ni olib kelib qo'ysak:

$$\vec{\xi}_q = \left(-\frac{\omega^2}{c^2 r^3} [\vec{r}(\vec{r} \cdot \vec{p})]\right) \vec{q} \quad (4)$$

Sochilgan yorug'likning intensivligini hisoblash uchun (4) ni soddalashtirish kerak. Buning uchun vektorlar algebrasidagi ayrim qoidalarni eslaymiz:

$$[\vec{a}[\vec{b} \cdot \vec{c}]] = \vec{b}(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot \vec{b}) \quad (5)$$

(5) ga asosan:

$$[\vec{r}[\vec{r} \cdot \vec{p}]] = \vec{r}(\vec{r} \cdot \vec{p}) - \vec{p} \cdot r^2 \quad (6)$$

(6) ni \vec{q} vektorga ko'paytirsak

$$[\vec{r}[\vec{r} \cdot \vec{p}]] \vec{q} = (\vec{r} \cdot \vec{q})(\vec{r} \cdot \vec{p}) - (\vec{p} \cdot \vec{q}) \cdot r^2 \quad (7)$$

$\vec{r} \cdot \vec{q} = 0$, chunki $\vec{r} \perp \vec{q}$ ga asosan:

Natijada (7) ni yozsak:

$$[\vec{r}[\vec{r} \cdot \vec{p}]] \vec{q} = -(\vec{p} \cdot \vec{q}) \cdot r^2 \quad (8)$$

(8) ni (4) ga olib borib qo'ysak:

$$\vec{\xi}_q = \frac{\omega^2}{c^2 r^3} (\vec{p} \cdot \vec{q}) r^2 = \frac{\omega^2}{c^2 r} (\vec{p} \cdot \vec{q}) \quad (9)$$

(9) formula bitta molekula tomonidan sochilgan ikkilamchi to'lqin elektr maydon kuchlanganligidir. (V) hajmdagi sochilgan yorug'likning intensivligini toppish uchun (9) ni kvadratga ko'tarib butun hajm bo'yicha yig'indisining o'rtacha qiymatini olish kerak, ya'ni:

$$\sum_V (\vec{\xi}_q)^2 = \frac{\omega^4}{c^4 r^2} \sum_V (\vec{p} \cdot \vec{q})^2 \quad (10)$$

yoki

$$J_{cou} = \frac{\omega^4}{c^4 r^2} \sum_V (\vec{p} \cdot \vec{q})^2 \quad (11)$$

Bu formuladagi yig'indining tagidai ko'paytmani topsak, sochilgan yorug'likning intensivligini topgan bo'lamiz. Hamma elementar hajmlardagi anizotrop molekularning orientatsion fluktuatsiyasi shu elementar hajmdagi molekular soni (N) fluktuatsiyasi bilan bog'liqdir. Bunga ma'lumki, dipol momentining fluktuatsiyasi (1) formula yordamida topilar edi. SHunga asosan quyidagi tenglikni yozamiz:

$$\sum_i p_i = p_0(\bar{N} + \Delta N) + \sum_{i=1}^N \Delta p \quad (12)$$

(12) ni (11) ga olib borib qo'ysak:

$$J_{\text{соч}} = \frac{\omega^4}{c^4 r^2} \left\{ \left[p_0(\bar{N} + \Delta N) + \sum_{i=1}^N \Delta p \right] \vec{q} \right\}^2 \quad (13)$$

$\Delta \bar{N}^2 = N$ ekanligini hisobga olib, (13) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$J_{\text{соч}} = Q(\bar{p}_0 \vec{q})^2 N + Q \sum_{k=1}^N (\Delta \bar{p}_k \vec{q})^2 \quad (14)$$

Demak, (14) dan ko‘rinadiki, sochilgan yorug‘likning intensivligi 2 qismdan iborat ekan:

1-qismi – zichlik fluktuatsiyasi

2-qismi – anizotrop fluktuatsiyasi

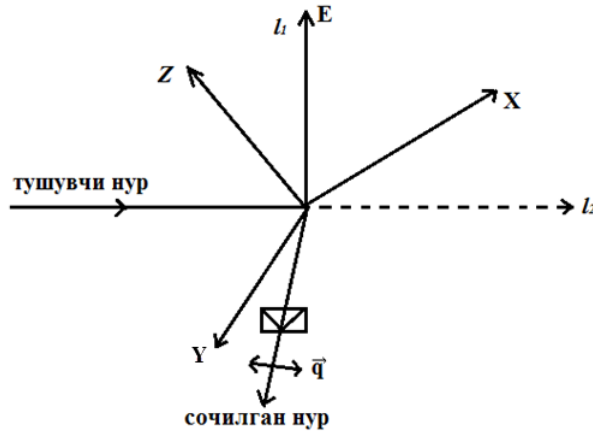
Bizga oldingin mavzulardan ma’lumki, zichlik fluktuatsiyasi natijasida topilgan yorug‘likning intensivligi ma’lum edi. Endi biz anizotrop fluktuatsiya natijasida sochilgan yorug‘likning intensivligini topishimiz kerak. Statistik fizika qoidalariga asosan

$$\sum_{k=1}^N (\Delta \bar{p}_k \vec{q})^2 = (\bar{p} \vec{q})^2 N \quad (15)$$

bo‘ladi. (15) ni (13) ga qo‘yib, anizotrop fluktuatsiya natijasida topilgan yorug‘likning intensivligini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$J_{\text{ан}} = \frac{\omega^4}{c^4 r^2} (\bar{p} \vec{q})^2 N \quad (16)$$

Demak, $J_{\text{ан}}$ ni toppish uchun $(\bar{p} \vec{q})$ ko‘paytmani hisoblash kerak. Buning uchun biz quyidagidek koordinata sistemasini olamiz:



Bu koordinatalar sistemasida l_1 va l_2 lar birlik vektorlar bo‘lsin. l_1 - tushayotgan yorug‘likning elektr maydon tebranishiga parallel va l_2 - tushayotgan yorug‘likning elektr maydon tebranishiga perpendikulyar bo‘lsin, ya’ni:

$$\vec{l}_1 \parallel \vec{E}$$

$$\vec{l}_2 \perp \vec{E}$$

Bizga ma’lumki, dipol momenti maydon kuchlanganligiga to‘g‘ri proporsional:

$$\vec{P} = \alpha \vec{E} \quad (17)$$

Bu dipol momenti (X, Y, Z) o‘qlariga proeksiyalarini hisoblaymiz:

$$\begin{cases} P_x = \alpha_x E_x \\ P_y = \alpha_y E_y \\ P_z = \alpha_z E_z \end{cases} \quad (18)$$

Molekulaning to'liq dipol momenti quyidagicha bo'ladi:

$$P = P_x + P_y + P_z = \alpha_x E_x + \alpha_y E_y + \alpha_z E_z \quad (19)$$

Bundan:

$$P = (P_x q_x) + (P_y q_y) + (P_z q_z) = \alpha_x E_x q_x + \alpha_y E_y q_y + \alpha_z E_z q_z \quad (20)$$

(20) dan E_x, E_y, E_z larni qiymatini birlik vektori orqali aniqlab, \vec{q} vektorni proeksiyalarini, ya'ni tashkil etuvchilarini topib, hamda qutblanuchanlikni optik anizotropiya orqali ifodalab, statistik fizikaning ayrim qonunlarini hisobga olib, (20) ni kvadratini quyidagicha yozish mumkin:

$$(\vec{p}\vec{q})^2 = \left\{ \alpha^2 \cos^2 \theta + \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{45} \cos^2 \theta \right) \gamma^2 \right\} \quad (21)$$

Agar sochilish hajmini V hajmda qarash va (21) ni (16) ga olib borib qo'ysak hamda

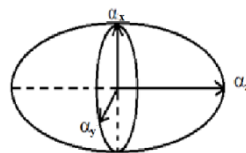
$$\omega = 2\pi\nu \quad \lambda = \frac{c}{\nu}$$

larni hisobga olsak, quyidagi hosil bo'ladi:

$$J_{an} = J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \left\{ \alpha^2 \cos^2 \theta + \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{45} \cos^2 \theta \right) \gamma^2 \right\} \quad (22)$$

Bu formula anizotrop fluktuatsiyasi natijasida sochilgan yorug'lik intensivligini ifodalaydi.

Anizotrop fluktuatsiyasi deganda molekullarni $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ tashkil etuvchilarini o'zgarib turishini tushunamiz; ya'ni:



$$\alpha_x \neq \alpha_y \neq \alpha_z$$

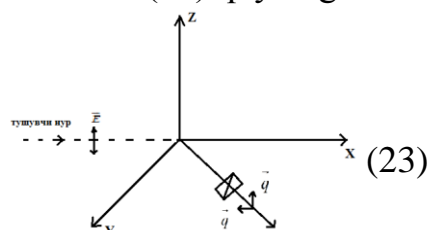
Umuman olganda sochilgan yorug'lik ikki qismdan iborat bo'ladi:

$$J = J_{uz} + J_{an}$$

(22) ni ayrim xususiy hollarini ko'rib chiqaylik:

1-hol. Yorug'lik X o'qi bo'yicha tushsin va uning elektr vektorining tebranishi Z o'qiga parallel bo'lsin va shu bilan birgalikda bu vektor tebranishi OXY tekisligiga perpendikular bo'lsin. Bunda $\cos 90^\circ = 0$ bo'lib, Bu holda (22) quyidagicha bo'ladi:

$$J_{xy}^z = J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \frac{1}{15} \gamma^2$$

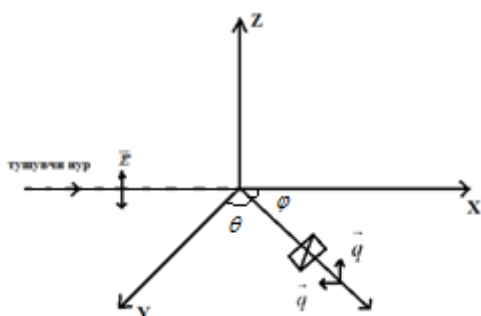


(J) ning yuqoridagi (Z) tushayotgan yorug'likning elektr vektorinin tebranishi (Z) o'qiga parallelligini bildiradi. (XY) esa sochilgan yorug'likning elektr vektorining tebranish vektoriga parallelligini bildiradi.

2-hol: Polyarizator (P) ni 90^0 burchakka bursak, $\vec{q} \parallel \vec{E}$ bo'ladi va $\theta=0$ bo'lib, sochilgan yorug'likning intensivligi quyidagicha aniqlanadi:

$$J_z^z = J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \left\{ \alpha^2 + \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{45} \right) \gamma^2 \right\} \quad (24)$$

3-hol: Faraz qilaylik, tushayotgan yorug'lik (Y) o'qi bo'yicha qutblangan bo'lsin, ya'ni uning elektr vektorining tebranishi (Y) o'qiga parallel bo'lsin. Bu holda $\theta=90^0$ bo'lib:

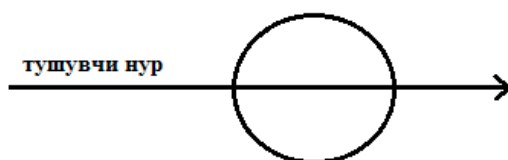


$$J_{zx}^y = J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \left(\frac{1}{15} \right) \gamma^2 \quad (25)$$

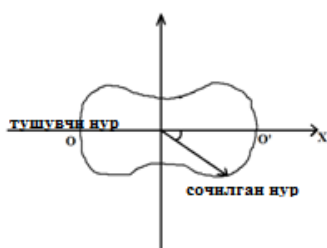
4-hol: 3-holda polyarizatorni 90^0 burchakka bursak, u holda \vec{q} birlik vektori Z o'qiga parallel bo'lib, $\theta=90^0 - \varphi$ bo'ladi. Natijada sochilgan yorug'likning intensivligi:

$$J_{xy}^y = J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \left\{ \alpha^2 \sin^2 \varphi + \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{45} \sin^2 \varphi \right) \gamma^2 \right\} \quad (26)$$

Yuqorida aytigandan ko'rinadiki, yani 1,2,3 - hollarda sochilgan yorug'lik intensivligi burchakka bog'liq emas ekan. Bu hollarda sochilgan yorug'likning indektrisasi simmetrik aylana shaklda bo'ladi.



4-holda esa sochilgan yorug'likning intensivligi burchakka bog'liq. SHuning uchun ham uning indektrisasi quyidagicha bo'ladi:



Umuman olganda sochilgan yorug'likning depolyarizatsiya koeffitsienti deb quyidagi kattalikka aytiladi:

$$\Delta = \frac{E_x^2}{E_y^2} = \frac{J_{\parallel}}{J_{\perp}} \quad (27)$$

Gazlarda sochilgan yorug'likning depolyarizatsiya koeffitsienti yuqorida aytilganlarga asosan quyidacha

aniqlanadi:

$$\Delta_{газ} = \frac{J_{xy}^z}{J_z^z} = \frac{\frac{1}{15} \gamma^2}{\alpha^2 + \frac{4}{45} \gamma^2} \quad (28)$$

Δ - sochilgan yorug'likning qancha qismi qutblanganligini bildiradi va $\Delta \neq 0$ bo'ladi.

MA'RUZA 9

Mavzu: Tabiiy (qutblanmagan) yorug'liklarni gazlarda sochilishi.

YUqorida aytib o'tilganlarga asosan tushayotgan yorug'lik nuri qutblangan bo'lgan holda gazlarda sochilgan yorug'likning intensivligi quyidagi formula bilan aniqlanar edi:

$$J = J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} VN \left[\alpha^2 \cos^2 \theta + \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{45} \cos^2 \theta \right) \gamma^2 \right] \quad (1)$$

Tabiiy yorug'likning sochilishini o'rganish vaqtida uni polyarizator yordamida hayolan ikki qismga ajratamiz. Birinchi qism tushayotgan yorug'likning elektr vektorining tebranishi $\vec{E} \parallel Z$ bo'lsin, bu holda

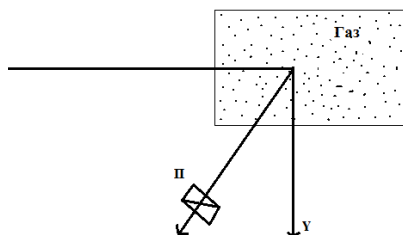
$$J^z = \frac{J_0}{2}$$

Ikkinchi qismida esa $\vec{E} \parallel Y$ bo'lib, bu hol uchun

$$J^y = \frac{J_0}{2}$$

bo'ladi. Bu erda J_0 - tushayotgan tabiiy yorug'lik intensivligi.

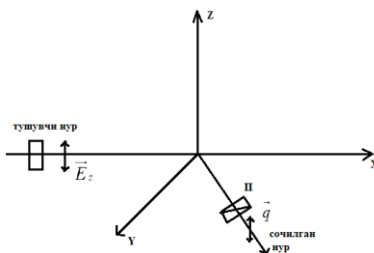
Faraz qilaylik, tabiiy yorug'lik nuri biror bir gaz tushib sochilayotgan bo'lsin, ya'ni:



Birinchi o'rinda J^z dan sochilayotgan yorug'likni qaraylik. Bu holda sochilgan yorug'likdan polyarizator yordamida J_z^z komponentani ajratib olamiz. Bu vaqtda $\theta = 0$ bo'ladi, chunki $\theta \parallel Z$ bo'ladi. SHuning uchun (1) ga asosan sochilgan yorug'likning intensivligi quyidagiga teng:

$$J_z^z = J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} VN \left[\alpha^2 + \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{45} \right) \gamma^2 \right] \quad (2)$$

Bu holni quyidagi rasmda ifodalash mumkin:



Endi polyarizatorni 90° burchakka bursak, natijada $\theta = 90^\circ$ bo'ladi. U holda (1) ni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$J_{xy}^z = \frac{1}{2} J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} VN \frac{1}{15} \gamma^2 \quad (3)$$

Tushuvchi nurning J^y komponentasida sochilgan yorug'likning intensivliklari quyidagicha bo'ladi. Bu holda $\theta = 90^\circ$ bo'ladi:

$$J_z^y = \frac{1}{2} J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} VN \frac{1}{15} \gamma^2 \quad (4)$$

Polyarizatorni 90° ga bursak $\theta = \varphi$ bo'ladi. SHuning uchun (1) ga asosan:

$$J_{xy}^y = \frac{J_0}{2} \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} VN \left[\alpha^2 \cos^2 \varphi + \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{45} \cos^2 \varphi \right) \gamma^2 \right] \quad (5)$$

Endi bu holda sochilgan yorug'likning depolyarizatsiya koeffitsientini aniqlaylik:

$$\Delta = \frac{J_{\parallel}}{J_{\perp}} = \frac{J_{xy}^y + J_{xy}^z}{J_z^y + J_z^z} = \frac{\frac{6}{45} \gamma^2}{\alpha^2 + \frac{7}{45} \gamma^2} \quad (6)$$

Endi umumiy sochilgan yorug'likning intensivligini topsak, quyidagiga teng bo'ladi:

$$J = J_z^z + J_z^y + J_{xy}^z + J_{xy}^y = \frac{1}{2} J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \left[\alpha^2 + \frac{13}{45} \gamma^2 + \left(\alpha^2 + \frac{1}{45} \gamma^2 \right) \cos^2 \varphi \right] \quad (7)$$

Agarda (7) formulada $\varphi = 0$ bo'lsa, ya'ni sochilgan yorug'lik 90° burchak ostida kuzatilsa, u holda umumiy yorug'likning intensivligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$J = \frac{1}{2} J_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \left(\alpha^2 + \frac{13}{45} \gamma^2 \right) \quad (8)$$

Bizga ma'lumki, Reley konstantasi:

$$R = \frac{J}{J_0} \frac{r^2}{V} \quad (9)$$

R - muhitning yorug'lik sochish qobiliyatini xarakterlaydi.

(9) formulani (8) ga asosan yozsak:

$$R = \frac{8\pi^4}{\lambda^4} N \left(\alpha^2 + \frac{13}{45} \gamma^2 \right) \quad (10)$$

Gazlar uchun qutblanuvchanlik koeffitsienti quyidagicha bo'ladi:

$$\alpha = \frac{n-1}{2\pi N}$$

Bu holda esa, ya'ni tabiiy nur tushsa:

$$\alpha^2 = \frac{(n-1)^2}{4\pi^2 N^2} \quad (11)$$

bo'ladi. Agar gaz molekulari izotrop bo'lsa:

$$R = \frac{8\pi^4}{\lambda^4} N \alpha^2 \quad (12)$$

(11) formulani hisobga olib (12) ni yozsak:

$$R = \frac{2\pi^2}{\lambda^4} \frac{(n-1)^2}{N} \quad (13)$$

Agarda gaz molekulari anizotrop bo'lsa, u holda (13) formula quyidagiga teng bo'ladi:

$$R = \frac{2\pi^2 (n-1)^2}{\lambda^4} \frac{6+\Delta 6}{N} \frac{6-\Delta 7}{6-\Delta 7} = \frac{2\pi^2 (n-1)^2}{\lambda^4} \frac{1}{N} f \quad (14)$$

f - Kaban faktori deyiladi va u:

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

ga teng.

Gazlar uchun bu faktorning qiymati $f \geq 1$ bo'ladi. Bizga ma'lumki molekulaning qutblanuvchanligining o'rtacha qiymati:

$$\alpha = \frac{\alpha_x + \alpha_y + \alpha_z}{3}$$

ga teng.

Anizotopiya darajasi esa:

$$\gamma^2 = \frac{1}{2} [(\alpha_x - \alpha_y)^2 + (\alpha_x - \alpha_z)^2 + (\alpha_y - \alpha_z)^2] \quad (16)$$

ga teng edi.

$\alpha_y = \alpha_z = 0$ bo'lsa, u holda $\gamma^2 = \alpha^2$ bo'ladi.

Bu holda (15) ga asosan $\alpha = \frac{\alpha_x}{3}$ bo'lib, gazlarda yorug'likning depolyarizatsiya koeffitsienti (6) ga asosan :

$$\Delta_{M_{ax}} = \frac{\frac{6}{45} \alpha_x^2}{\frac{\alpha_x^2}{9} + \frac{7}{45} \alpha_x^2} = \frac{1}{2}$$

bo'ladi.

MA'RUZA 10

Mavzu: Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti. Reley konstantasi yordamida Avogadro sonini aniqlash.

Bizga ma'lumki, muhitning yorug'lik sochilish qobiliyati (R) orqali xarakterlanadi, ya'ni:

$$R = \frac{J}{J_0} \frac{r^2}{V} \quad (1)$$

Agarda muhit molekullari izotrop bo'lsa, u holda :

$$R = \frac{2\pi^2 (n-1)^2}{\lambda^4} \frac{1}{N} \quad (2)$$

Agarda anizotrop bo'lsa:

$$R = \frac{2\pi^2 (n-1)^2}{\lambda^4} \frac{1}{N} f \quad (3)$$

bilan xarakterlanar edi. Boshqa tomondan esa gazlarda yorug'likning sochilishi Reley formulasiga asosan:

$$J = J_0 \frac{4\pi^2(n-1)^2}{\lambda^4 r^2 N} V \sin^2 \Theta \quad (4)$$

Bu formula orqali faqat () hajm tomonidan bir yoʻnalishda sochilayotgan yorugʻlikning intensivligini aniqlash mumkin. SHuning uchun ham (4) dagi $J = J_0$ deb olamiz.

Radiusi (r) ga teng boʻlgan sharni hamma tomonga sochayotgan yorugʻlik oqimi quyidagi formula bilan topiladi:

$$J = \iint J_0 r^2 \sin \theta d\theta d\varphi \quad (5)$$

J – hamma tomonga sochilgan yorugʻlik oqimi

(6) formuladagi J_θ ni qiymatini (4) ga asosan oʻrniga quyidagicha boʻladi:

$$J = J_0 \frac{4\pi^2}{\lambda^4 r^2} r^2 \frac{V}{N} (n-1)^2 \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{2\pi} \sin^3 \theta d\theta = J_0 \frac{16\pi^2}{3\lambda^4} \frac{V}{N} (n-1)^2 \quad (6)$$

Bundan:

$$\frac{J}{J_0} = \frac{16\pi^2}{3\lambda^4} \frac{V}{N} (n-1)^2 \quad (7)$$

Faraz qilaylik kesim yuzasi S boʻlgan silindrga intensivligi J_0 boʻlgan yorugʻlik tushsin. Agar shu silindrni maʼlum dl qalinligidan yorugʻlik oʻtsa, yorugʻlikning sochilishi tufayli uning intensivligi maʼlum qiymatga kamayadi. Bu intensivlikning kamayishi dl ga proporsional boʻladi:

$$-\frac{dJ_l}{J} = h dl \quad (8)$$

yoki integrallasak:

$$\int_{J_0}^J \frac{dJ_l}{J} = -h \int_0^l dl \quad (9)$$

$$J = J_0 e^{-hl} \quad (10)$$

h – xiralik koeffitsienti.

Bu xiralik koeffitsientining maʼnosi shuki 1 sm qalinlikdagi muhitdan yorugʻlik oʻtganda uni qancha kuchsizlanganligini koʻrsatadi. SHunga asosan:

$$h = \frac{J}{J_0} \quad (11)$$

(11) ni (7) ga asosan yozsak:

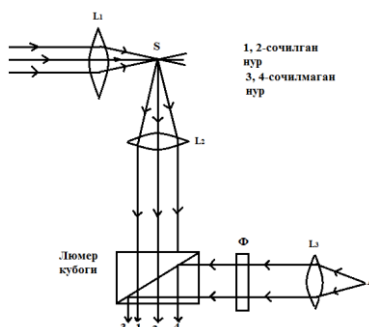
$$h = \frac{32\pi^2}{3\lambda^4} \frac{V}{N} (n-1)^2 \quad (12)$$

Bizga maʼlumki, yorugʻlik sochilganda bir-biriga bogʻliq boʻlmagan 2 ta yoʻnalish boʻyicha qutblangandir. Bu sochilgan yorugʻlikning elektr maydon kuchlanganlik

vektori e_x va e_z bilan xarakterlanadi. SHuning uchun ham (4) ni 2 yo‘nalish bo‘yicha birgalikda ifodalanishi uchun (12) ni chap tarafiga 2 ga ko‘paytirib yozdik.

Reley konstantasi yordamida Avogadro sonini aniqlash

Reley konstantasini bilib Avogadro sonini aniqlash mumkin. Tajribada (R) ni birinchi bo‘lib, fransuz olimi 1921-yilda Kaban o‘lchagan. U yorug‘lik manbai sifatida simob lampasidan tushayotgan $\lambda = 4358 \text{ \AA}$ dan foydalanadi. Uning yorug‘lik kuchi 60 shanga teng. (R) ni aniqlashda fotografik metoddan foydalangan. 1925-yilda (R) ni yorug‘likning sochilish konstantasini aniqlashni Dor (fransuz olimi) bir muncha aniqroq o‘lchash metodini taklif qildi. U yorug‘likmanbai sifatida Quyosh nuridan foydalandi. Dor tajribasining sistemasi quyidagicha:



Ko‘rish maydoni quyidagicha bo‘ladi. Ko‘rish maydoning o‘rtasiga sochilgan yorug‘lik bilan yoritilgan bo‘lib, ikki cheti esa sochilmagan yorug‘lik bilan yoritilgan bo‘ladi. YA’ni L_1 linza orqali o‘tayotgan yorug‘lik gazga (sochuvchi muhitga) tushadi. Muhit S gazdan sochilgan yorug‘lik L_2 linza yordamida Lyummer kubogiga tushadi. Ikkinchi tomondan A yorug‘lik manбайдan (bu (A) manba to‘lqin uzunligi S muhitga tushuvchi yorug‘likning to‘lqin uzunligiga teng) chiqarayotgan yorug‘lik Lyummer kubogiga tushadi. Natijada sochilgan yorug‘lik bilan sochilmagan yorug‘likning intensivligilari solishtirish mumkin. Bu intensivliklarni tenglashtirish uchun (F) Neytral filtri qo‘llaniladi. SHunday qilib, sochilgan yorug‘lik konstantasini topib Avogadro sonini aniqlash mumkin. YA’ni buni quyidagicha yozish mumkin:

$$R = \frac{b}{B} \frac{1}{\Omega} \quad (1)$$

Bu erda :

B - tushayotgan yorug‘lik intensivligi

b - sochilgan yorug‘lik intensivligi

Ω - yorug‘likni kuzatish gavdasi burchagi

Bizga ma’lumki, hajm birligidagi molekular soni :

$$N = \frac{\rho}{M} N_A \quad (2)$$

Ikkinchi tomondan:

$$R = \frac{4\pi^2}{\lambda^4 N} (n-1)^2 \frac{6+6\Delta}{6-7\Delta} \quad (3)$$

Xuddi shuningdek $P_0V_0 = R'T_0$ bundan:

$$V_0 = \frac{R'T_0}{f_0} \quad (4)$$

$R' \rightarrow 2 \frac{\text{ккал}}{\text{моль}}$ - universal gaz doimiysi

$$V_0 = \frac{M}{\rho} \quad (5)$$

(2) formuladan:

$$\frac{N}{N_A} = \frac{\rho}{M} = \frac{1}{V_0} = \frac{P_0}{R'T_0} \quad (6)$$

Bundan

$$N = N_A \frac{P_0}{R'T_0} \quad (7)$$

(7) formulani (8) ga olib borib qo'ysak:

$$R = \frac{4\pi^2}{\lambda^4} \frac{R'T_0}{N_A P_0} \frac{6+6\Delta}{6-7\Delta} (n-1)^2 \quad (8)$$

(8) formuladan Avogadro sonini N_A topish mumkin.

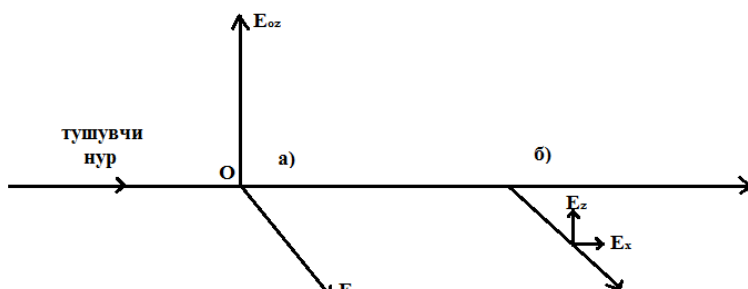
$$N_A = 6.5 \cdot 10^{23} \text{ ta}$$

MA'RUZA 11

Mavzu: Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash

YOrug'likning sochilish naariyasiga asosan yorug'lik sochuvchi jismlar uchun depolyarizatsiya koeffitsienti nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni $\Delta = 0$ Lekin tajribalar ko'rsatadiki $\Delta \neq 0$ Faraz qilaylik yorug'lik nuri (X) o'qi bo'yicha tushayotgan bo'lsin va yorug'lik sochilishini (Y) bo'yicha kuzataylik.

Agar yorug'likning yorug'liknin rasm). Lekin tomonga so



Ilsa, u holda biz ximiz kerak edi (a-yorug'lik hamma J) o'qi bo'yicha kuzatayotganimiz uchun faqat (X) va (Z) yo'nalishlari bo'yicha sochilayotgan yorug'lik nurlarini ko'ramiz.

(E_z va E_x) Bunday komponentalarni ya'ni (U) o'qi bo'yicha sochilishini ko'rmaslikka sabab, yorug'lik to'lqinlari ko'ndalangligidir. Faraz qilaylik, yorug'likning sochilish tekisligi XOY bo'lsin. Ikkinchi tomondan $J = E^2$ shuning uchun

$$E_x^2 \approx E_{\square}^2 = J_{\square}$$

$$E_z^2 \approx E_{\perp}^2 = J_{\perp}$$

Bundan:

$$\Delta = \frac{J_{\square}}{J_{\perp}} \quad (1)$$

Agar yorug'likning qutblanish darajasini (ρ) desak, u holda:

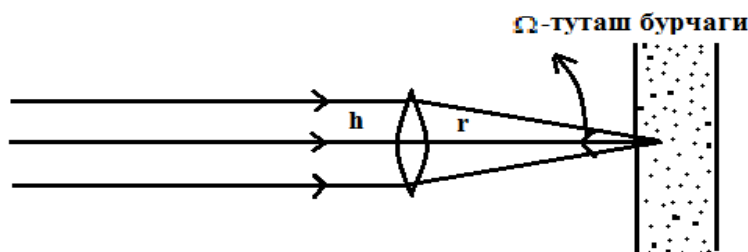
$$\rho = 1 - \Delta \quad (2)$$

bo'ladi.

Agar $\Delta = 0$ bo'lsa, $\rho = 1$ bo'lar edi, lekin tajriba bu nazariyani tasdiqlamadi. Bizga ma'lumki Δ - sochilgan yorug'likning qancha qismi qutblanganligini bildiradi.

Bir xil modda uchun turli xil olimlar tomonidan topilgan depolarizatsiya koeffitsientining qiymati turli xil chiqdi. Bunga sabab yorug'likni sochuvchi muhitga nurlarini qanday burchak ostida tushishiga bog'liqdir.

Faraz qilaylik sochuvchi muhitga burchak L linzadan yorug'lik tushsin:



Agar $\frac{D}{f} = \frac{1}{3}$ bo'lsa, u holda $tg\Omega = \frac{h}{r} = \frac{1}{6} \square \Omega$ (3) bo'ladi. Agar depolarizatsiya

koeffitsientining haqiqiy qiymatini Δ bilan, uning ko'rinadigan qiymatini Δ' bilan belgilasak, ular orasidagi bog'lanish mavjud:

$$\Delta = \Delta' - \frac{\Omega^2}{r} \quad (4)$$

Biz qarayotgan hol uchun :

$$\frac{\Omega^2}{r} = 0.014 \quad \text{ga teng.}$$

Depolarizatsiya koeffitsientining o'zgarishiga yana boshqa sabablar lyuminessensiya hodisasi hamda yorug'likning kombinatsion sochilshi va hakoza. Gazlarda suyuqliklarda depolarizatsiya koeffitsientini o'lchash prinsipi bir xil bo'lib, uni tuli xil metodlar yordamida amalga oshirish mumkin.

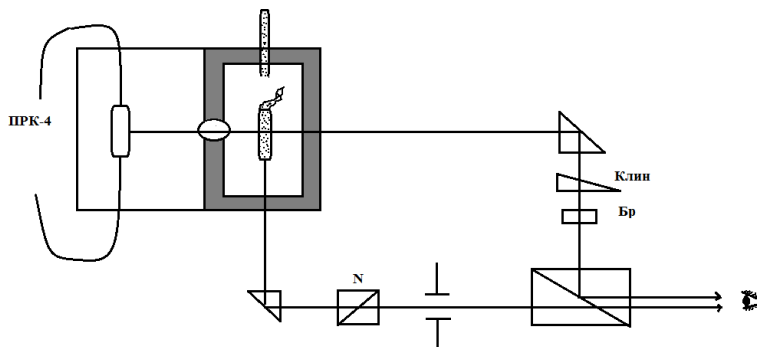
Metodlar:

1. Vizual
2. Fotografik
3. FotoElektrik

Vizual metodni qarab chiqamiz. Bu metodni sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan.

N - polarizator yordamida sochilgan yorug'lik tajribadagi J_{\square} va J_{\perp} qismlarni slohida ajratib olish mumkin. Keyin esa Φ - filtr yordamida sochilmagan yorug'likning intensivliklarini susaytirib, sochilgan yorug'likning J_{\square} va J_{\perp}

qismlari bilan solishtirib qancha katta yoki kichik ekanliklarini solishtirish mumkin.



Depolarizatsiya ko'effitsientini bilib, optik anizotropiyani aniqlash mumkin. Bizga ma'lumki, gazlarda yorug'likning anizotrop sochilishida:

$$\Delta = \frac{\frac{6}{45}\gamma^2}{\alpha^2 + \frac{7}{45}\gamma^2} \quad (2)$$

Bundan:

$$\Delta = \frac{\Delta\alpha^2}{6-7\Delta} 45 \quad (3)$$

Boshqa tarafdin:

$$\gamma^2 = \frac{1}{2}[(\alpha_1 - \alpha_2)^2 + (\alpha_1 - \alpha_3)^2 + (\alpha_2 - \alpha_3)^2] \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}{3} \quad (5)$$

Agar molekula aksial simmetriya o'qiga ega bo'lsa, bunday molekular uchun:

$$\alpha_1 \neq \alpha_2 = \alpha_3 \quad (6) \text{ bo'ladi.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \alpha_1 = \alpha_{\parallel} \\ \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_{\perp} \end{array} \right\} \quad (7) \text{ deb belgilaymiz.}$$

(4) ga asosan. :

$$\gamma^2 = \frac{2}{2}(\alpha_{\parallel} - \alpha_{\perp})^2 \quad (8)$$

deb yozish mumkin yoki

$$\gamma = \alpha_{\parallel} - \alpha_{\perp} \quad (9)$$

bo'ladi. (5) ga asosan:

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3}{3} = \frac{\alpha_{\parallel} + 2\alpha_{\perp}}{3} \quad (10)$$

$$3\alpha = \alpha_{\parallel} + 2\alpha_{\perp}$$

(9) dan α_{\perp} ni topib (10) ga qo'ysak:

$$3\alpha = \alpha_{\parallel} + 2(-\gamma + \alpha_{\parallel}) = 3\alpha_{\parallel} - 2\gamma \quad (11)$$

$$\alpha_{\parallel} = \frac{3\alpha + 2\gamma}{3} \quad (12)$$

Xuddi shu yo'l bilan α_{\perp} ni topish mumkin:

$$\alpha_{\perp} = \frac{3\alpha - 5\gamma}{3} \quad (13)$$

(12) va (13) ni qiymatini (9) ga qo‘ysak, optik anizotropiyani topish mumkin.

MA’RUZA 12

Mavzu: Molekulyar suyuqliklarda yorug‘likning sochilishi. Eynshteyn-Smoluxovski formulasi va uning turli xil ko‘rinishlari.

Suyuqliklarda yorug‘likning sochilish nazaruiyasini 1910-yilda Eynshteyn birinchi bo‘lib yaratdi. U yorug‘likning sochilishiga asosiy sabab zichlik fluktuatsiyasi dedi.

Bizga ma’lumki, izotrop suyuqliklar yo‘q, chunki suyuqlik uchun $\Delta \neq 0$ va o‘z holatida γ bilan Δ bog‘langandir. Bizga ma’lumki, elementar hajmdagi molekullarning dipol momenti:

$$P = \frac{\varepsilon' - 1}{4\pi} VE \quad (1)$$

ga teng. Bundan tashqari moddaning dielektrik doimiyligi fluktuatsiyaga ega, ya’ni:

$$\varepsilon' = \varepsilon + \Delta\varepsilon \quad (2)$$

(2) va (1) lardan quyidagini yozish mumkin:

$$P = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi} VE + \frac{\Delta\varepsilon}{4\pi} VE \quad (3)$$

Suyuqlik molekullari tomonidan tarqalayotgan ikkilamchi to‘lqinning elektromagnit maydon kuchlanganligi, bu holda quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\xi = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi} \frac{\omega^2}{c^2 r} VE \sin \theta + \frac{\Delta\varepsilon}{4\pi} \frac{\omega^2}{c^2 r} VE \sin \theta \quad (4)$$

Bu formulani birinchi qismi nolga teng, chunki bu qismda fluktuatsiya yo‘q. shuning uchun (4) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\xi = \frac{\Delta\varepsilon}{4\pi} \frac{\omega^2}{c^2 r} VE \sin \theta \quad (5)$$

Bizga ma’lumki:

$$\Delta\varepsilon = \frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho} \Delta\rho \quad (6)$$

edi. Bundan foydalanib (5) ni yozsak:

$$\xi = \frac{\omega^2}{c^2 r} \frac{1}{4\pi} \frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho} \Delta\rho VE \sin \theta \quad (7)$$

Sochilgan yorug‘likning intensivligini aniqlash uchun (7) ni ikkala tarafini kvadratga ko‘tarib, ularning o‘rtacha qiymatini olish kerak. Agar biz yorug‘likning sochilishini $\sum_{\nu=V}$ hajmda qaramoqchi bo‘lsak:

$$\bar{\xi}^2 = \left(\frac{1}{4\pi}\right)^2 \frac{\omega^4}{c^4 r^2} \left(\frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho}\right)^2 \overline{\Delta\rho^2} V^2 E^2 \sin^2 \theta \quad (8)$$

Bu tenglikka quyidagi o‘zgartirishlarni kiritamiz:

$$\omega = 2\pi\nu \quad \frac{v}{c} = \frac{1}{\lambda} \quad \xi^2 = J_{\text{cov}} \quad E^2 = J_0$$

Bu o'zgartirishlarni hisobga olib, quyidagilarni yozish mumkin:

$$J_{\text{cov}} = J_0 \frac{\pi^2}{\lambda^4 r^2} \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} \right)^2 V^2 \overline{\Delta \rho^2} \sin^2 \theta \quad (9)$$

Endi bu intensivlikni qiymatini topish uchun $\overline{\Delta \rho^2}$ ni hisoblash kerak. Bu quyidagicha hisoblanadi, bizga ma'lumki:

$$V = \frac{M}{\rho} \quad (10)$$

Ikkinchidan:

$$\frac{\Delta V}{\Delta \rho} = -\frac{M}{\rho^2} \quad (11)$$

Bundan:

$$\frac{\Delta \rho}{\Delta V} = -\frac{\rho^2}{M} \quad (12)$$

yoki

$$\Delta \rho = -\frac{\rho^2}{M} \Delta V \quad (13)$$

(13) ni kvadratga ko'tarib o'rtacha qiymatini olsak, quyidagiga teng bo'ladi:

$$\overline{\Delta \rho^2} = -\frac{\rho^4}{M^2} \overline{\Delta V^2} \quad (14)$$

Statistik fizikadan ma'lumki:

$$\overline{\Delta V^2} = -kT \left(\frac{\partial V}{\partial \rho} \right)_T \quad (15)$$

Bunga asosan (14) ni quyidagicha yozamiz:

$$\overline{\Delta \rho^2} = -kT \frac{\rho^4}{M^2} \left(\frac{\partial V}{\partial \rho} \right)_T \quad (16)$$

Ikkinchi tomondan:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial \rho} \right)_T = -\frac{M}{\rho^2} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_T \quad (17)$$

(17) ni (16) ga qo'ysak:

$$\overline{\Delta \rho^2} = kT \frac{\rho^4}{M^2} \frac{M}{\rho^2} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_T = kT \frac{\rho^2}{M} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_T \quad (18)$$

(18) ga quyidagicha o'zgartirish kiritishimiz:

$$\frac{\rho^2}{M} = \frac{\rho \cdot \rho}{M} = \frac{\rho}{V}$$

U holda (18):

$$\overline{\Delta \rho^2} = kT \frac{\rho}{V} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_T \quad (19)$$

bo'ladi.

Bizga ma'lumki, suyuqliklarni izotermik siqiluvchanlik koeffitsienti:

$$\chi = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \quad (20)$$

bo'ladi.

Bundan:

$$\left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_T = \chi \rho \quad (21)$$

(21) ni hisobga olib (19) ni yozsak:

$$\overline{\Delta \rho^2} = \frac{kT \chi}{V} \quad (22)$$

(22) ni (9) ga qo'ysak:

$$J_{\text{cov}} = J_0 \frac{\pi^2}{\lambda^4 r^2} \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} \right)^2 kT \chi V \sin^2 \theta \quad (23)$$

Bu formulaga Eynshteyn-Smoluxovskiy formulasi deyiladi. Bu formulani chiqarishda tushuvchi yorug'likni qutblangan deb qaradik. Agar biz bu formulada izotrop sochilishdan tashqari anizotrop sochilishini ham hisobga olsak, eynshteyn-Smoluxovskiy formulasini quyidagicha yozish mumkin. Agar $\theta = 90^\circ$ bo'lsa:

$$J_{\text{cov}} = J_0 \frac{\pi^2}{\lambda^4 r^2} \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} \right)^2 kT \chi V \frac{6+6\Delta}{6-7\Delta} \quad (24)$$

Agar tushayotgan yorug'lik tabiiy bo'lsa, u holda (24) ni quyidagicha yozamiz:

$$J_{\text{cov}} = \frac{J_0}{2} \frac{\pi^2}{\lambda^4 r^2} \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} \right)^2 kT \chi V \frac{6+6\Delta}{6-7\Delta} \quad (25)$$

Eynshteyn –Smoluxovskiy formulasining turli xil ko'rinishlari

1. Gans ko'rinishi.

Bizga ma'lumki, Lorens-lorens formulasining ko'rinishi quyidagicha edi:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{4}{3} \pi N \alpha \quad (1)$$

yoki

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha \quad (2)$$

(2) ni quyidagicha ham yozish mumkin:

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha \frac{\rho}{M} \quad (3)$$

Agar biz (3) formulani (ρ) bo'yicha differensiallasak quyidagi hosil bo'ladi:

$$\frac{\frac{\partial n^2}{\partial \rho} (n^2 + 2) - \frac{\partial n^2}{\partial \rho} (n^2 - 1)}{(n^2 + 2)^2} = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha \frac{1}{M} \quad (4)$$

(4) ni soddalashtirsak:

$$\frac{\frac{\partial n^2}{\partial \rho} n^2 + 2 \frac{\partial n^2}{\partial \rho} - n^2 \frac{\partial n^2}{\partial \rho} + \frac{\partial n^2}{\partial \rho}}{(n^2 + 2)^2} = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha \frac{1}{M} \quad (5)$$

Demak:

$$\frac{3 \frac{\partial n^2}{\partial \rho}}{(n^2 + 2)^2} = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha \frac{1}{M} \quad (6)$$

hosil bo'ladi. (6) ni ikkala tarafini ham (ρ) ga ko'paytirsak:

$$\rho \frac{\partial n^2}{\partial \rho} = \frac{4}{9} \pi N_A \alpha \frac{\rho}{M} (n^2 + 2)^2 \quad (7)$$

(2) formulandan (ρ) ni topsak, quyidagiga teng bo'ladi:

$$\rho = \frac{M \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}}{\frac{4}{3} \pi N_A \alpha} \quad (8)$$

(8) ni (7) ning o'ng tarafidagi ρ ning o'rniga olib borib qo'ysak, quyidagicha bo'ladi:

$$\rho \frac{\partial n^2}{\partial \rho} = \frac{4}{9} \pi N_A \alpha \frac{M(n^2 - 1)}{M(n^2 + 2)} \frac{3}{4\pi N_A \alpha} (n^2 + 2)^2 \quad (9)$$

yoki

$$\rho \frac{\partial n^2}{\partial \rho} = \frac{1}{3} (n^2 - 1)(n^2 + 2)^2 \quad (10)$$

(10) dan $n^2 = \varepsilon$ ekanligini hisobga olsak:

$$\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} = \frac{1}{3} (n^2 - 1)(n^2 + 2)^2 \quad (11)$$

bo'ladi. (11) ni Eynshteyn – Smoluxovski formulasiga qo'ysak va agar $\theta = 90^\circ$ deb olsak, uning qiymati quyidagiga teng bo'ladi.

$$J_{\text{coh}} = J_0 \frac{\pi^2}{9\lambda^4 r^2} (n^2 + 2)(n^2 - 1) kT \chi \quad (12)$$

Bu formulaga Gans formulasi deyiladi. Agar Gans formulasida tushayotgan nur tabiiy bo'lsa, J_0 ni 2 ga bo'lish kerak. (12) dan ko'rinadiki Gans formulasi yordamida sochilgan yorug'likning intensivligi tajribadagi J_{coh} dan biroz kattaroq berar ekan.

2. ROKAR formulasi.

ROKAR ko'rsatdiki Lorens-Lorens formulasi muhitni muvoznat holati uchun uning sindirish ko'rsatkichi bilan zichligi orasidagi bog'lanishni xarakterlaydi.

Lekin zichlik fluktuatsiyasi natijasida muhitning muvoznat holatdan chetlanadi va natijada Lorens-Lorens formulasi bajarilmasligi mumkin. Bizga ma'lumki elementar hajmdagi moddaning dipol momenti:

$$P = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi} E \quad (1)$$

ga teng.

Agar bu V hajmdagi dipol momentini yozsak, u holda (1) quyidagiga teng bo'ladi.

$$PV = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi} EV \quad (2)$$

Boshqa tomondan :

$$P = N\alpha E_{\text{эфф}} = N\alpha \left(\frac{\varepsilon+2}{3}\right)E \quad (3)$$

Bu (3) formulamiz V hajmdagi N ta molekulaning dipol momentini xarakterlaydi. (2) va (3) ga asosan quyidagini yozish mumkin:

$$PV = N\alpha E_{\text{эфф}} V = N\alpha \left(\frac{\varepsilon+2}{3}\right)EV \quad (4)$$

Endi (2) va (4) formulalarni o'rtacha qiymatdan chetlanishini yozsak yoki boshqacha aytganda ularni orttirmalarini yozsak quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta(PV) = \frac{\Delta\varepsilon}{4\pi}VE \quad (5)$$

$$\Delta(PV) = \Delta N\alpha \left(\frac{\varepsilon+2}{3}\right)VE \quad (6)$$

Bulardan:

$$\frac{\Delta\varepsilon}{4\pi}VE = \Delta N\alpha \left(\frac{\varepsilon+2}{3}\right)VE \quad (6')$$

$$\frac{\Delta\varepsilon}{4\pi} = \Delta N\alpha \frac{\varepsilon+2}{3}$$

yoki

$$\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta N} = \frac{4}{3}\pi\alpha(\varepsilon+2) \quad (7)$$

Bizga ma'lumki:

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta\rho}{\rho} \quad (8)$$

Bundan:

$$\Delta N = N \frac{\Delta\rho}{\rho} \quad (9)$$

(9) ni (7) ga qo'ysak:

$$\frac{\Delta\varepsilon}{N \frac{\Delta\rho}{\rho}} = \frac{4}{3}\pi\alpha(\varepsilon+2) \quad (10)$$

Bundan:

$$\frac{\Delta\varepsilon}{\frac{\Delta\rho}{\rho}} = \frac{4}{3}\pi\alpha N(\varepsilon+2) \quad (11)$$

(11) ning o'ng tomonini Klauzius – Mosotti tenglamasini beradi. SHunga asosan:

$$\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon+2} = \frac{4}{3}\pi N\alpha$$

O'rniga qo'ysak:

$$\rho \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta\rho} = \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon+2}(\varepsilon+2) = \varepsilon-1 \quad (12)$$

hosil bo'ladi. $n^2 = \varepsilon$ ekanligini e'tiborga olsak:

$$\rho \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta \rho} = n^2 - 1 \quad (13)$$

hosil bo'ladi. (13) ni Eynshteyn – Smoluxovski formulasi olib borib qo'ysak, quyidagi hosil bo'ladi:

$$J = \frac{J_0}{2} \frac{\pi^2}{\lambda^4 r^2} (n^2 - 1)^2 kT \chi V \quad (14)$$

Bu formulaga Rokar formulasi deyiladi. Romanatan ham xuddi Rokar qanday fikrga kelgan bo'lsa, shunday fikrga keldi. Lekin u ko'rsatdiki eng avval Lorens-Lorens formulasidan foydalanmasdan, balki quyidagi ko'rinishga ega bo'lgan Laplas tenglamasidan ham foydalanish mumkin deydi. YA'ni:

$$\varepsilon - 1 = \rho = const$$

Bunga sabab shuki $(\varepsilon + 2)$ kattalik biz qarayotgan molekulani o'rab olgan muhitning mavjudligidan kelib chiqadi. Bu makroskopik muhitning xususiyati hajmning biror elementda fluktuatsiyasining bo'lishi bilan o'zgarmaydi. SHuning uchun ham Romanatan formulasi ham Rokar formulasi mos tushadi. Bizga ma'lumki, Reley konstantasi quyidagicha topilar edi:

$$R = \frac{J}{J_0} \frac{r^2}{V} \quad (16)$$

Bu formulani Gans va Rokar formulalarning hisobga olib yozsak, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$R = \frac{\pi^2}{2\lambda^4} (n^2 - 1)^2 \left(\frac{n^2 + 2}{3} \right)^2 kT \chi \sin^2 \theta \quad (17)$$

(17) – Gans ko'rinishi

$$R = \frac{\pi^2}{2\lambda^4} (n^2 - 1)^2 kT \chi \sin^2 \theta \quad (18)$$

(18) – Rokar ko'rinishi

YOrug'lik sochilishining doimiysi, ya'ni (17) va (18) formulalar umumiy holda ikki qismdan iborat bo'ladi, ya'ni:

$$R = R_{us} + R_{ah} \quad (19)$$

Nazariya ko'rsatdiki :

$$\begin{cases} J_{\square} = \frac{6}{13} J_{ah} \\ J_{\perp} = J_{us} + \frac{7}{13} J_{ah} \end{cases} \quad (20)$$

(19) va (20) ni hisobga olib yozsak:

$$R = R_{us} \frac{6 + 6\Delta}{6 - 7\Delta}, \quad \Delta = \frac{J_{\square}}{J_{\perp}} \quad (21)$$

Agar anizotrop sochilishni nazarga olsak Eynshteyn – Smoluxovski formulasi quyidagicha bo'ladi:

$$R = \frac{\pi^2}{2\lambda^4} \left(\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho} \right)^2 kT \chi \frac{6 + 6\Delta}{6 - 7\Delta} \quad (22)$$

Bu formulaga Eynshteyn – Kaban formulasi deyiladi. YOrug‘likning anizotrop sochilishi bilan izotrop sochilishi orasida bog‘lanish bor:

$$J_{an} = J_{uz} \frac{13\Delta}{6-7\Delta} \quad (23)$$

MA’RUZA 13

Mavzu: Yorug‘likni suyuqliklarda anizotrop sochilishi va effektiv optik anizotropiya

YOrug‘likning anizotropiya sochilishi ko‘pgina suyuqliklarda umumiy sochilgan yorug‘likni katta qismini tashkil etadi. Biz bilamizki umumiy sochilish yorug‘likning konstantasi quyidagiga teng edi:

$$R = R_{uz} + R_{an}$$

Suyuqliklarda anizotrop sochilish xuddi gazlardagiga o‘xshaydi. SHuning uchun suyuqliklarda anizotrop sochilgan yorug‘likning intensivligini xuddi gazlarda topgandek topamiz, ya’ni:

$$J = J_{xy}^z + J_z^z + J_{xy}^y + J_z^y \quad (1)$$

Faraz qilaylik, tushuvchi yorug‘lik tabiiy nur bo‘lsin. U holda:

$$\begin{cases} J^z = \frac{J_0}{2} \\ J^y = \frac{J_0}{2} \end{cases}$$

bularni hisobga olib (1) ni xuddi gazlardagidek yozsak:

$$J = \frac{J_0}{2} \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \left\{ \frac{1}{15} \gamma^2 + \left[\alpha^2 \cos^2 \varphi + \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{45} \cos^2 \varphi \right) \gamma^2 \right] + \frac{1}{15} \gamma^2 + \left[\alpha^2 \cos^2 \varphi + \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{45} \cos^2 \varphi \right) \gamma^2 \right] \right\} \quad (2)$$

Agar sochilish burchagining qiymati 90° ga, ya’ni $\varphi = 90^\circ$ bo‘lsa:

$$J = J_0 \frac{8\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \left(\alpha^2 + \frac{3}{45} \gamma^2 \right) \quad (3)$$

bo‘ladi. (3) ni quyidagicha ham yozish mumkin:

$$J = J_0 \frac{8\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \alpha^2 + J_0 \frac{8\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \frac{3}{45} \gamma^2 \quad (4)$$

Bu holda depolyarizatsiya koeffitsienti:

$$\Delta = \frac{\frac{3}{45} \gamma^2}{\alpha^2 + \frac{4}{45} \gamma^2} \quad (5)$$

Bu formula tushayotgan yorug'lik qutblangan bo'lsa o'rinlidir. Demak, yuqoridagilarga asosan gazlarda anizotrop sochilgan yorug'likning intensivligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$J_{an}^{\gamma_{\alpha 3}} = J_0 \frac{8\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \frac{13}{45} \gamma_{\alpha 3}^2 \quad (6)$$

Romanatan nazariyasi ko'rsatdiki, suyuqlik molekulalariga ta'sir etuvchi effektiv maydon quyidagiga teng:

$$E_{\text{эфф}} = \left(\frac{\varepsilon + 2}{3}\right) E \quad (7)$$

Suyuqliklarning anizotrop sochilishini aniqlash uchun (7) ni hisobga olib yozsak, (6) ga asosan quyidagini yozish mumkin:

$$J_{an}^{\text{суюк}} = E_{\text{эфф}}^2 \frac{8\pi^4}{\lambda^4 r^2} NV \frac{13}{45} \gamma_{\text{эфф}}^2 \quad (8)$$

yoki

$$J_{an}^{\text{суюк}} = E^2 \frac{8\pi^4}{\lambda^4 r^2} \left(\frac{\varepsilon + 2}{3}\right)^2 NV \frac{13}{45} \gamma_{\text{эфф}}^2 \quad (9)$$

Bundan:

$$J_{an}^{\text{суюк}} = E^2 \frac{8\pi^4}{\lambda^4 r^2} \left(\frac{n^2 + 2}{3}\right)^2 NV \frac{3}{45} \gamma_{\text{эфф}}^2 \quad (10)$$

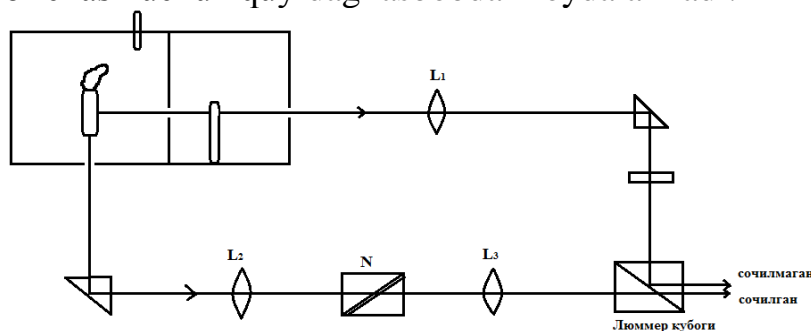
(10) ga suyuqliklarda anizotrop sochilishning intensivligini aniqlovchi Romanatan formulasi deyiladi. (6) formuladagi $\gamma_{\alpha 3}^2$ bilan $\gamma_{\text{эфф}}^2$ bir-biridan farq qiladi. Amalda esa bu kattaliklar mos tushishi kerak, chunki modda gazdan suyuqlikka o'tganda molekula qutblanuvchanlik koeffitsienti α sezilarli darajada o'zgarmaydi. Lekin tajriba ko'rsatdiki gazdan suyuqlikka o'tganda γ^2 ning qiymati biroz farz qiladi. Bunga sabab, suyuqlikda yaqin orientatsion tartib mavjudligidadir. Bularni hisobga olib suyuqliklarda sochilishi doimiysi (R) ni quyidagicha yozamiz:

$$R_{an.}^{\text{суюк}} = \frac{8\pi^4}{\lambda^4} \frac{13}{45} \left(\frac{n^2 + 2}{3}\right)^2 N \gamma_{\text{эфф}}^2 \quad (12)$$

MA'RUZA 14

Mavzu: Suyuqliklarda sochilgan yorug'lik intensivligi va depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash.

Suyuqliklarda sochilgan yorug'likning intensivligi va depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash uchun quyidagi asboddan foydalaniladi:



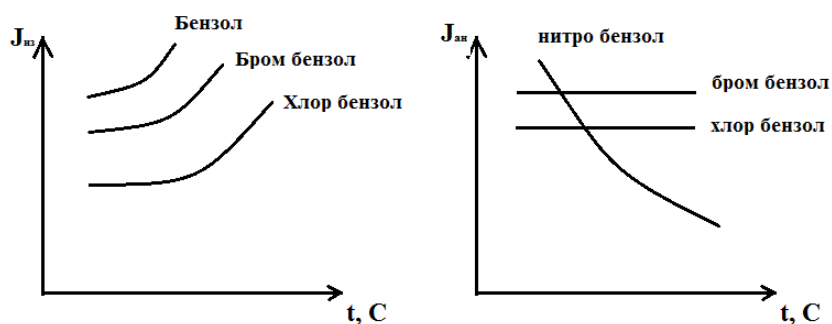
Dastlab benzol moddasi solingan Vud trubkasini termostatga joylashtirib (N) polyarizatori yordamida sochilgan yorug‘likning tarkibidagi J_{\square} qismini ajratib olamiz va bu intensivlikning qiymatini $20^{\circ}C$ da 1 ga teng deb olamiz. YA’ni sochilgan va sochilmagan intensivliklarni tenglashtirgandan keyin.

Keyin xuddi shu usulda boshqa moddalarni ham vud trubkasiga joylashtirib undan ham sochilgan yorug‘likning J_{\square} va J_{\perp} larni ajratib olinadi.

Hamma suyuqliklar uchun J_{\square} va J_{\perp} lar benzolga nisbatan o‘lchanadi. Tajriba ko‘rsatadiki, suyuqliklardagi zichlik flukuatsiyasi va anizotrop flukuatsiyasi natijasida sochilgan yorug‘lik intensivliklari temperaturaning o‘zgarishi bilan har xil o‘zgarar ekan. Bizga ma’lumki:

$$\begin{cases} J_{\square} = \frac{6}{13} J_{an} \\ J_{\perp} = J_{uz} + \frac{7}{13} J_{an} \end{cases} \quad (1)$$

$$\Delta = \frac{J_{\square}}{J_{\perp}} \quad (2)$$



Quyidagi grafiklarda ayrim moddalarning izotrop va anizotrop sochilgan yorug‘likning intensivligini temperaturaga bog‘liqligi keltirilgan:

Quyidagi jadvalda ayrim moddalar uchun sochilgan yorug‘likning intensivligi va depolyarizatsiya koeffitsientlari keltirilgan:

Suyuqliklar	J_{\square}	J_{\perp}	Δ	J_{uz}	J_{an}
Benzol	1.0	2.98	0.44	1.12	2.17
Xlor benzol	1.92	3.2	0.60	0.92	4.16
Nitro benzol	5.00	6.95	0.72	1.10	10.82

MA’RUZA 15

Mavzu: Suyuqliklarda yorug‘likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.

Bizga ma’lumki, agar suyuqliklarda izotermik siqiluvchanlik koeffitsienti (χ) ning qiymati temperatura oshishi bilan oshadi. Natijada (1), (2), (3) formuladagi (R) ning qiymati o‘zgaradi. Quyidagi jadvalda normal Pentan uchun (χ) ni temperaturaning o‘zgarishi bilan o‘zgarishi keltirilgan.

$t^{\circ}C$	Δ	$\chi \cdot 10^4 \text{ cm}^{-1}$	$J_t / J_{30^{\circ}}$ tajriba	$J_t / J_{30^{\circ}}$ nazariy
30	0.072	235	1	1
60	0.071	437	1.76	1.76
120	0.050	1120	3.36	3.67
180	0.016	9060	18	19.9

Suyuqliklarda R ni birinchi bo‘lib, 1931-yilda Peyro aniq o‘lchadi. Keyinchalik esa 1943-yilda bu kattalikni juda katta aniqlikda Vakuler turli xil to‘lqin uzunlikdagi yorug‘lik uchun o‘lchadi. Quyidagi jadvalda bu kattaliklarni benzol va efir uchun qiymatlari keltirilgan.

Suyuqlik	$R \cdot 10^6 \text{ cm}^{-1}$ $\lambda = 4358 \text{ \AA}^0$	$R \cdot 10^6 \text{ cm}^{-1}$ $\lambda = 5460 \text{ \AA}^0$	$R \cdot 10^6 \text{ cm}^{-1}$ $\lambda = 5480 \text{ \AA}^0$
Benzol	31.8	11.8	8.7
Efir	10.1	4.1	3.1

Jadvaldan ko‘rinadiki, to‘lqin uzunligini oshishi bilan R ning qiymati kamayadi, chunki oldingi darslarda ko‘rib o‘tgan edikki R to‘lqin uzunligiga teskari proporsional edi. Tekshirishlar shuni ko‘rsatdiki tajriba yo‘li bilan topilgan R ning qiymati nazariy yo‘l bilan topilgan R ning qiymatidan farq qiladi. Quyidagi jadvalda tajriba yo‘li bilan topilgan R ning qiymati bilan Rokar va Gans formulalari orqali topilgan R ning qiymatlari taqqoslashtirilgan:

Suyuqliklar	$R \cdot 10^6 \text{ cm}^{-1}$ Tajriba	$R \cdot 10^6 \text{ cm}^{-1}$ Rokar	$R \cdot 10^6 \text{ cm}^{-1}$ Gans
Etil spirit	6.3	5.2	8.6
Geksan	9.9	8.0	13.6
Efir	10.1	8.7	14.6
Benzol	31.8	25.1	51.9
Toluol	34.7	27.4	55.8

Jadvaldan ko‘rinadiki, tajriba bilan nazariy ravishda topilgan R larning orasidagi farq mavjud ekan bunga asosiy sabab R ni hisoblash formulasiga kiruvchi $\rho \frac{\partial \varepsilon}{\partial \rho}$ kattalikni aniqlash bilan bog‘langandir. Bu kattalikni topishda ayrim olimlarimiz, jumladan Rokar va Krishnalar statik metoddan foydalansa, ayrimlari Matulevich hamda Fabelinskiylar bu kattaliklarni topishda boshqa metod, ya‘ni dinamik metoddan foydalanadi.

MA‘RUZA 16

Mavzu: Yorug‘likning eritmalarda sochilishi

Bizga ma‘lumki, suyuqliklarda yorug‘lik zichlik fluktuatsiyasi va anizotrop fluktuatsiyalari natijasida sochilar edi. Toza suyuqlik uchun zichlik fluktuatsiyasi bilan dielektrik doimiyligining fluktuatsiyasi quyidagi bog‘lanishga ega edi:

$$\Delta\varepsilon = \frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho}\Delta\rho \quad (1)$$

Endi bu eritmalarda yorug'likning sochilishini ko'rib chiqaylik. Faraz qilaylik, eritmaning tarkibidagi eruvchi modal zarrachalari tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligidan kichik bo'lsin. Bunday zarrachalarda yorug'likning sochilish nazariyasi va anizotrop fluktuatsiyadan tashqari konsentratsiya fluktuatsiyasi orqali amalga oshadi. Biz qarayotgan eritma gazdan shunisi bilan farq qiladiki, uning sindirish ko'rsatkichi n_0 bo'lgan muhit ichiga joylashtirilgan.

Agar eritma konsentratsiyasini C desak, u holda:

$$\Delta\varepsilon = \frac{\partial\varepsilon}{\partial C}\Delta C \quad (2)$$

bo'ladi. Bizga ma'lumki yorug'lik gazlarda sochilganda, sochilish doimiysi quyidagiga teng bo'lar edi:

$$R_{\text{gas}} = \frac{4\pi^2}{\lambda^4}(n^2 - 1)\frac{1}{N} \quad (3)$$

Agar tushuvchi nur tabiiy bo'lsa:

$$R_{\text{gas}} = \frac{2\pi^2}{\lambda^4}(n^2 - 1)\frac{1}{N} \quad (4)$$

Eritmaning xiralik koeffitsienti R bilan quyidagicha bog'lanishga ega:

$$h = \frac{16}{3}\pi R$$

Umuman olganda xiralik koeffitsienti ikki qismdan iborat, ya'ni:

$$h = h_\rho + h_c \quad (5)$$

Bu erda :

$$h_\rho = \frac{8\pi^3}{3\lambda^4}kT\chi\left(\rho\frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho}\right)^2 \quad (6)$$

Bizga ma'lumki:

$$\chi = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T = \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial\rho}{\partial P}\right)_T \quad (7)$$

(7) ni (6) ga olib borib qo'ysak:

$$h_\rho = \frac{8\pi^3}{3\lambda^4}kT\left(\rho\frac{\partial\rho}{\partial P}\right)\left(\frac{\partial\varepsilon}{\partial\rho}\right)^2 \quad (8)$$

Eritmalarda $J \approx \overline{\Delta C^2}$ bo'ladi. Xuddi (8) tenglikdagidek:

$$h_\rho = \frac{8\pi^3}{3\lambda^4}kT\left(\frac{\left(C\frac{\partial\varepsilon}{\partial C}\right)^2}{C\frac{\partial C}{\partial P}}\right) \quad (9)$$

3. GLOSSARIY

MOLEKULAR OPTIKADAN GLOSSARIYA

AJRATA OLIISH QOBILİYATI-optik tizimning buyumning bir-biriga yaqin ikki nuqtasini ayrim-ayrim tasvirlay olish qobiliyatini tavsiflovchi kattalik; ajrata olish limitiga teskari kattalik.

AJRATILISH CHEGARASI-optik tizim buyumning ayrim-ayrim tasvirlab beradigan ikki nuqtasi orasidagi eng kichik masofasi; burchak yoki chizig'iy o'lchovlarda ifodalanadi.

AYLANTIRISH QOBILİYATI-yorug'lik qutblanish tekisligi burilish burchagining yorug'lik optik faol muhitda o'tgan yo'lga nisbati.

AMETROPIYA-akkomodatsiya (moslashuv) bo'lmaganda ko'zning orqa fokusi to'rparda bilan mos kelmasligidan iborat ko'zning kamchiligi.

APODIZATSIYA-optik tizim ustidagi yorug'lanuvchi nuqtaning difraksiyaviy manzarasiga jadallik taqsimlanishi o'zgarishiga olib keluvchi o'zgartirishlar.

ATMOSFERA OPTIKASI-Yer va sayyoralar atmosferasidagi ultrabinafsha, ko'rinadigan va infraqizil nurlanishdagi sochilish, yutilish, sinish, qaytish va difraksiyani o'rganishga bag'ishlangan atmosfera fizikasi bo'limi

BIR JINSLI MUHIT-muayyan fizikaviy xossalari koordinatalarga bog'liq bo'lmagan muhit.

BIRLAMCHI NURLANISH-qaralayotgan o'zaro ta'sir jarayonida birlamchi bo'lgan yoki dastlabki deb olinadigan nurlanish.

BRYUSTER BURCHAGI-dielektrik sirtidan qaytuvchi yorug'likning to'la qutblanadigan tushish burchagi.

DASTA-yorug'likni qutblash uchun ishlatiladigan shaffof yassi plastinkalar to'plami; 2-yorug'lik yoki nur to'plami.

DIFRAKSIYA SPEKTRI - difraksiya panjarasi yordamida hosil qilingan spektr

DOIRA BO'YICHA

QUTBLANGAN YORUG'LIK-fazoning har bir nuqtasida yorug'lik tebranishlar takroriylikiga teng takroriylikda

-E-

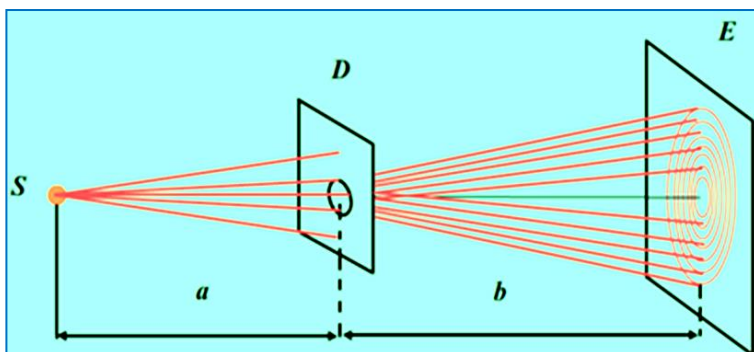
tekis aylanuvchi, uchi esa aylana chizuvchi yorug'lik.

ELASTIK SOCHILISH- 1) yorug'lik foton takroriyligining o'zgarmasdan sochilishi; 2) mikrozaralar ichki holatlarining o'zgarmasdan sochilishi.

FLUKTUATSIYA-lotincha *fluctuatio-tebranish*-fizik kattalik qiymatining o'z o'rtacha qiymatidan tasodifiy chetlanishlari.

FOTOPLASTINKA-reaksiyasi plastinka yoki parda sirtiga surtilgan kumush goloidi yoki boshqa sezgir moddaning fotokimyoviy parchalanishida namoyon bo'ladigan nurlanish qabul qilgichi.

IKKI FOTONLI NURLANISH-nurlanuvchi tizimning bitta kvant o'tishida ikki fotonning nurlanish jarayoni.

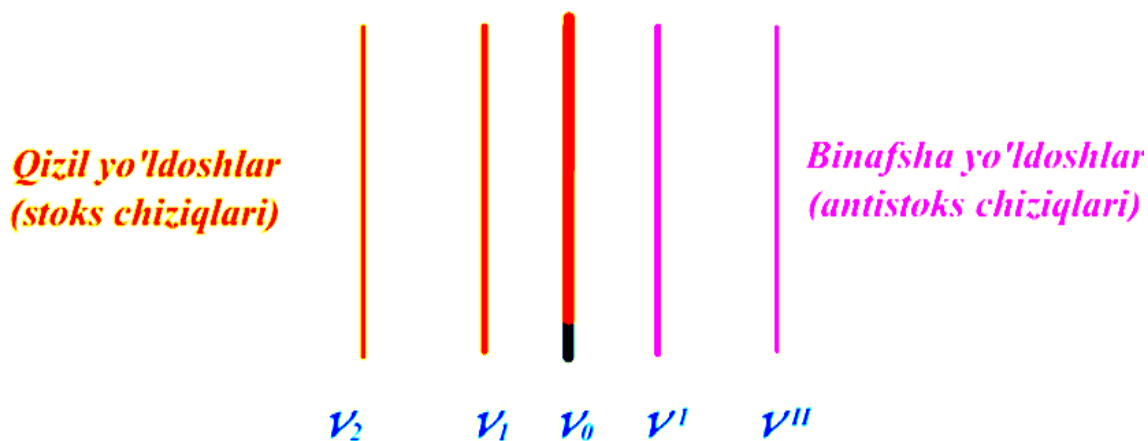


INFRAQIZIL NURLANISH –to‘lqin uzunliklari 1 2mm+0,74mkm oraliqda bo‘lgan, oddiy ko‘zga ko‘rinmaydigan elektromagnit nurlanish

INFRAQIZIL SPEKTROSKOPIYA - spektr infraqizil sohasidagi spektrning chiqishini, yutilishini va sochilishini hosil qilishni, tadqiq qilshi va qo‘llashni o‘z ichiga oluvchi optik spektroskopiya bo‘limi

JADAL OPTIKA-qattiq jismlarning mexanik butunligi buzilishiga olib keluvchi jadal yorug‘lik nurlanishining shu jismlarga ta‘sirini o‘rganuvchi optika bo‘limi.

KOMBINATSION SOCHILISH–tushayotgan nur bilan modda molekularining tebranish chastotalari kombinatsiyasi bo‘lib namoyon bo‘ladigan sochilish.[3]



KOGERENT SOCHILISH - tushuvchi to‘lqinning fazasi sochilgan to‘lqinning fazasini bir qiymatli aniqlab beradigan yorug‘lik sochilishi.

MAJBURIY NURLANISH-uyg‘ongan holatdagi kvant tizimga tushuvchi tashqi nurlanish ta‘sirida.

MAJBURIY SOCHILISH-modda tarkibiga kiruvchi mikrozarralarning katta jadallikli yorug‘lik to‘lqini ta‘sirida harakati o‘zgarishi natijasida yorug‘likning moddada sochilishi.

MALYUS QONUNI-chiziqli qutblangan yorug‘likning analizatoridan o‘tgandan keying jadalligi tushuvchi yorug‘lik qutblanish tekisligi bilan analizator tekisligi orasidagi α burchakka bog‘liqligi.

MANDELSHTAM - BRILLYUEN SOCHILISHI - yorug‘likning kondensatsiyalangan muhitning xususiy elastik tebranishlari bilan o‘zaro ta‘sirlashishi natijasida shu muhit tomonidan sochilishi.

NOMONOXROMATIK NURLANISH-yorug‘lik to‘lqinlarining takroriyliklari to‘plami bilan ifodalanuvchi elektromagnit nurlanish.

NOCHIZIQLI OPTIKA-kuchli yorug‘lik dastalarining qattiq jismlarda, suyuqliklarda va gazlarda tarqalishini hamda ularning modda bilan o‘zaro ta‘sirini o‘rganuvchi optika bo‘limi.

NOCHIZIQLI SPEKTROSKOPIYA-modda tuzilishini tadqiq qilishning nochiziqli optik hodisalarga asoslangan usuli.

NOCHIZIQLI QUTBLANISH-muhit qutblanishining elektr maydon va muhitda tarqalayotgan elektromagnit to‘lqin kuchlanganliklarining nochiziqli funksiyasi bo‘lgan hamda elementar atom ossilyatorining jadal nurlanish ta‘siriga nogarmonik javobi bilan bog‘liq bo‘lgan qismi.

NOELASTIK SOCHILISH- 1) yorug‘lik fotonlari takroriylikning o‘zgarib sochilishi; 2) mikrozaralar holatlarining o‘zgarishi va yangi zaralar hosil bo‘lishi bilan birga sodir bo‘luvchi mikrozaralar sochilishi.

OPTIK ANIZOTROPIYA-muhitda optik nurlanish (yorug‘lik)ning tarqalish yo‘nalishiga va qutblanishiga bog‘liq tarzda muhit optik xossalarning turlicha bo‘lishi.

OPTIK BIR JINSLI MUHIT-sindirish koeffitsiyenti koordinataga bog‘liq bo‘lmagan muhit.

OPTIK DAMLASH-optik diapazondagi elektromagnit nurlanish yordamida damlash.

QISMAN QUTBLANGAN YORUG‘LIK-yorug‘lik tabiiy va qutblangan qismlaridan tashkil topgan yorug‘lik.

QUTBLAGICH ASBOBLAR-qutblangan optik nurlanish (yorug‘lik)ni oshkor qilish, tahlil qilish va o‘zgartirish hamda yorug‘lik qutblanishi hodisasiga asoslangan turli tashkilotlar va o‘lchashlar uchun xizmat qiluvchi optik asboblardir.

XIRA MUHIT-yorug‘likning sochilishi yuz beradigan optik nobirjins muhit.

XROMATIK QUTBLANISH-qutblangich, qo‘shsindiruvchi shaffof plastinka (muhit) va analizatoridan iborat optik tizim orqali oq yorug‘lik o‘tayotganda qutblangan nurlar interferensiyasi tufayli rang hosil bo‘ladi.

-Y-

YORUG‘LIK REFRAKSIYASI –yorug‘lik nurlarining optik nobirjins muhitda sinishi natijasida ularning yo‘nalishi o‘zgarishi

Sh-

SHAFFOFLIK-muhitda yo‘nalishini o‘zgartirmasdan birlik yo‘lni o‘tgan nurlanish oqimini shu muhitga parallel dasta tarzida kirgan oqimga nisbati.

4. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (elektron shaklda)

ASOSIY ADABIYOTLAR:

1. B.Jo‘rayev, L.M.Sabirov. Molekulyar optika. Samarqand 2009y.
2. A.Q.Otaxo‘jayev, B.Jo‘rayev. Molekulyar optika. Samarqand 1992y.
3. I.L.Fabelinskiy. Molekulyarnaya rasseyaniye sveta. 1965.
4. M.F.Vuks. Rasseyaniye sveta v gazax jidkostyax i rastvorax. 1977.
5. A.K.Ataxodjayev, F.X.Tuxvatullin. Spektralnoye raspredeleniye intensivnosti v krile linii rasseyaniya jidkostey i rastvorax. 1981.
6. P.Q.Xabibullaev, L.A.Bulavin, V.E.Pogorelov, F.X.Tuxvatullin, A.Jumabaev. Dinamika molekul v jtkostiyax. Tashkent 2009.

QO‘SHIMCHA ADABIYOTLAR:

1. Sh.F.Fayzullayev, F.X.Tuxvatullin, Q.Xudoynazarov. Molekulalarning optik xossalari.2005.
2. G‘.Muradov, H.Xushvaqto‘v. “Spektroskopiya asoslari”. Toshkent 2015 y

Internet saytlari

1. Ilmiy jurnallar www.infomag.ru.
2. www.sciencydirect.com
3. www.onlinelibrary.wiley.com
4. www.ziyonet.uz
5. www.kitob.uz

**5. MAVZULAR BO‘YICHA TAQDIMOTLAR,
MUSTAQIL TA’LIM UCHUN MAVZULAR
VA BOSHQA MATERIALLAR.
(elektron shaklda)**

Magistrlar mustaqil ta'limining mavzulari

№	Mustaqil ta'lim mavzulari	Berilgan topshiriqlar	Bajar. muddati	Hajmi (soatda)
I semestr				
1	Suyuqliklarda yorug'likning sochilishidagi tajriba natijalarini nazariya bilan solishtirish.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	1,2 - haftalar	4
2	Eynshteyn –Smoluxovski formulasi turli xil ko'rinishlari.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	3,4 - haftalar	4
3	Gazlarda sochilgan yorug'likni depolyarizatsiya koeffitsientini o'lchash va optik anizotropiyani aniqlash.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	5,6 - haftalar	4
4	Yorug'likning sochilish konstantasi va xiralik koeffitsienti.	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	7,8 - haftalar	4
5	Tabiiy (qutblanmagan) yorug'liklarni gazlarda sochilishi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	9,10 - haftalar	4
6	Yorug'likning gazlarda zichlik fluktuatsiyasi natijasida sochilishi	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	11,12 - haftalar	6
Jami				26

6. LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARI MATERIALLARI

(electron shaklda)

LABORATORIYA ISHI № 1

Ishning nomi: DFS – 52 spektrometri yordamida suyuqliklarning molekulyar sochilish spektrlarini o‘rganish

Kerakli asboblari: avtomatlashtirilgan DFS-52 spektrometri.

Kerakli moddalar: Suv, turli xil spirt va kislotalar.

Ishning maqsadi: suyuqliklarning molekulyar sochilish spektrlarini o‘rganish

Nazariy qism

Reley nazariyasiga asosan bir jinsli muhit yorug‘likni sochmaydi. Bunga sabab yorug‘lik tushuvchi muhitni elementar teng hajmlardagi molekulalar soni o‘zaro teng bo‘lib ana shu molekulalar tomonidan chig‘arilgan ikkilamchi to‘lqinlar o‘zaro kogerentdir va ular bir-birlari bilan qarama-qarshi fazalarda uchrashib, bir-birlarini o‘chiradilar.

Releyning fikriga ko‘ra yorug‘likning sochilishiga asosiy sabab, muhitning bir jinsliligining buzilishidir. Masalan agar toza suvga bir tomchi atir yoki sutni tomizsak, bu holda muhitning bir jinsliligi buziladi va natijada yorug‘likning sochilishini kuzatish mumkin. Lekin keyinchalik bir jinsli muhit yorug‘likni sochilishini 1910 yilda Eynshteyn va polyak olimi M.Smoluxovskiylar ko‘rsatadilar. Bir jinsli muhit tomonidan yorug‘likni sochilishiga misol qilib, kombinasion sochilishni ko‘rsatish mumkin.

Ma’lumki, yorug‘lik bu tez o‘zgaruvchi elektromagnit maydondan iborat. Uning elektr maydon kuchlanganligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$E = E_0 e^{i\omega t} \quad (1)$$

ω – chastota

E_0 – amplituda qiymati molekulaning dipol momenti

$$P = \alpha E \quad (2)$$

yoki

$$P = \alpha E = \alpha E_0 e^{i\omega t} \quad (3)$$

$$P_0 = \alpha E_0$$

$$P = P_0 e^{i\omega t} \quad (4)$$

bu yerda P_0 – yorug‘lik tushmasdan avvalgi molekulaning dipol momenti.

O‘zgaruvchan dipol momentiga ega bo‘lgan molekula ikkilamchi to‘lqinni tarqata boshlaydi. Anna shu ikkilamchi to‘lqinning maydon kuchlanganligi quyidagicha aniqlanadi.

$$\varepsilon = \frac{1}{c^2 r^3} [\vec{r} \cdot [\vec{r} - \ddot{\mathbf{P}}]] \quad (5)$$

bu yerda c – yorug‘lik tezligi

r – sochilish markazidan tuzatish nuqtasigacha bo‘lgan masofa.

θ – dipol momenti bilan r masofa orasidagi burchak (5) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$\varepsilon = \frac{1}{c^2 r^3} r^2 \ddot{P} \sin \theta = \frac{1}{c^2 r} \ddot{P} \sin \theta = \frac{1}{c^2 r} P \omega^2 \sin \theta \quad (6)$$

Bitta molekula tomonidan chiqarilgan ikkilamchi to‘lqin maydon kuchlanganligining o‘rtacha qiymati yorug‘likning intensivligiga teng bo‘ladi.

$$\varepsilon^2 = I_1$$

Demak, shunga asosan (6) ni quyidagicha yozish mumkin:

$$I_1 = \varepsilon^2 = \frac{1}{c^4 r^2} P^2 \omega^4 \sin^2 \theta \quad (7)$$

(7) bir molekula tomonidan sochilgan yorug‘lik intensivligi. Bizga ma’lumki, molekulaning dipol momenti maydon kuchlanganligi bilan quyidagicha bog‘langan

$$I_1 = \frac{\omega^4 \alpha^{2p} E^{2\alpha E}}{c^4 r^2} \sin^2 \theta \quad (8)$$

V – hajmda N – ta molekula bo‘lsin. Shu hajmdan sochilgan yorug‘lik intensivligi

$$I_0 = E^2$$

U holda

$$I = I_0 \frac{\omega^4 \alpha^2}{c^4 \cdot r^2} \sin^2 \theta \cdot V \cdot N \quad (9)$$

$$I = I_0 \frac{16\pi^4 \alpha^2}{\lambda^4 r^2} \cdot V \cdot N \cdot \sin^2 \theta \quad (10)$$

Gazlar tomonidan sochilgan yorug‘lik intensivligi (10) λ – tushuvchi nurning to‘lqin uzunligi

Ma’lumki,

$$n = 1 + 2\pi N\alpha \quad (110)$$

$$n - 1 = 2\pi N\alpha \quad (12)$$

$$\alpha^2 = \left(\frac{n-1}{2\pi N} \right)^2 \quad (13)$$

(13) ni (10) ga qo'yamiz

$$I = I_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} \cdot \frac{(n-1)^2}{4\pi^2 \cdot N^2} \cdot V \cdot N \cdot \text{Sin}^2\theta \quad (14)$$

$$I = I_0 \frac{4\pi^2}{\lambda^4 r^2} \cdot \frac{V}{N} (n-1)^2 \text{Sin}^2\theta \quad (15)$$

(15) sochilgan yorug'lik intensivligi, ya'ni Reley formulasi deyiladi.

Tajriba qurilmasi va uning tavsifi

DFS-52 spektrometrli lazerlar manbai yordamida yoritilgan suyuq kristall, polikristall moddalardan kombinatsion sochilish spektrini olish va qayd qilish uchun mo'ljallangan. Shuningdek bu spektrometr molekulyar spektroskopiya oblastida fizik-kimyoviy tekshirishlar, ya'ni suyuqliklar (loyqa) suv aralashmalari, kristallar, plyonkalar va kraskalarining tarkibi hamda tuzilishini o'rganishda ishlatish mumkin.

Spektrometrning tarkibiga almashtiriluvchi difraktsion panjaralari qo'shaloq monoxramator, qabul qiluvchi blok, yoritish qurilmasi chastotometr va hisoblash qurilmasiga ega bo'lgan elektron qayd qiluvchi qurilma. ERU-53 termoelektrik sovutgichning blok pitaniyasi, alfavit-raqamli displey va yozuvchi qurilma (programmani tayyorlash sistemasi-15 IPG 32-003 ga kiruvchi). Laboratoriya o'zi yozuvchi asbobi LKS4-003, ulash kabellari va o'tkazgichlar komplekti, almashtirish va extiyot qismlari kiradi.

Tekshirilayotgan namunani monoxromatik yorug'lik bilan nurlantirilganda sochilgan yorug'likning spektrida qo'shimcha chiziqlar (kombinatsion sochilish chiziqlari) kuzatiladi. Bu chiziqlarni chastotalari namunaviy tushayotgan nur chastotasi bilan molekulaning xususiy chastotasining kombinatsiyasidan iborat bo'ladi. Kombinatsion sochilish spektrlarining intensivligi kichik bo'lib, ularni qayd qilish uchun yorug'likni kam sochuvchi monoxramatorlardan foydalanish zarur shuningdek shovqinni ham etarlicha stabill bo'lgan qay qilishning sezgir sistemalaridan foydalanish kerak. DFS-52 spektrometrda uyg'otuvchi manba sifatida serili lazeri ishlatiladi.

Spektrni tekshirish uchun yorug'likning kam sochuvchi difraktsion panjarali qo'shaloq monoxramatoridan foydalaniladi. Spektrni qayd qilish sovutib turiladigan fotoelektron ko'rsatkich yordamida amalga oshiriladi. Hisoblash qurilmasi spektrometrning ketma ketligiga va spektral diapazonining berilgan qismida

signallarning ketma-ket qayd qilinishi, olingan natijalarning matematik qayta ishlanishini va natijalar qayd qiluvchi asbobga chiqarishni ta'minlaydi.

Spektrometrning optik sxemasi yoritish sistemasi, qo'shaloq monoxramator va qabul qiluvchi qurilma elementlaridan iborat rasmda keltirilgan.

Yoritish sistemasi lazer nurining tekshirilayotgan namuna tekisligiga fokuslanishni ta'minlaydi, namunadan sochilgan nurlanishni yig'adi va uni qo'shaloq monoxramatorning kirish tirqishiga yo'naltiradi.

Ikkilangan ko'zguli monoxramator almashtiruvchi difraktsion panjaraga ega bo'lib u uyg'otuvchidan 20 sm^{-1} masofada 8 dan $25 \text{ sm}^{-1}/\text{mm}$ gacha teskari chiziqli dispersiyani ta'minlaydi. Qabul qilish blokining qayd qilish kanaliga o'rnatilgan obektiv fotoelektron ko'paytirgichni qabul qilish maydonida monoxramator qorachig'ining ta'sirini beradi. Qabul qilish bloki (taqqoslash kanalining) oldiga o'rnatilgan yorug'lik o'tkazgich unga lazer nurlanishining bir qismini uzatadi.

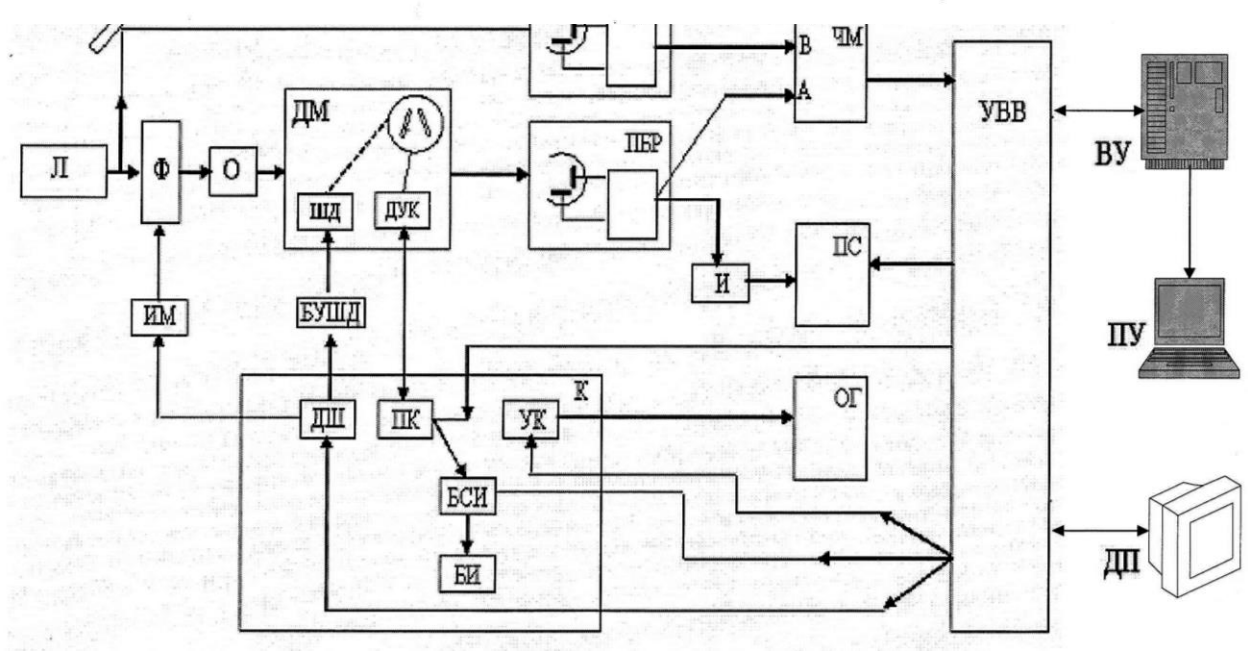
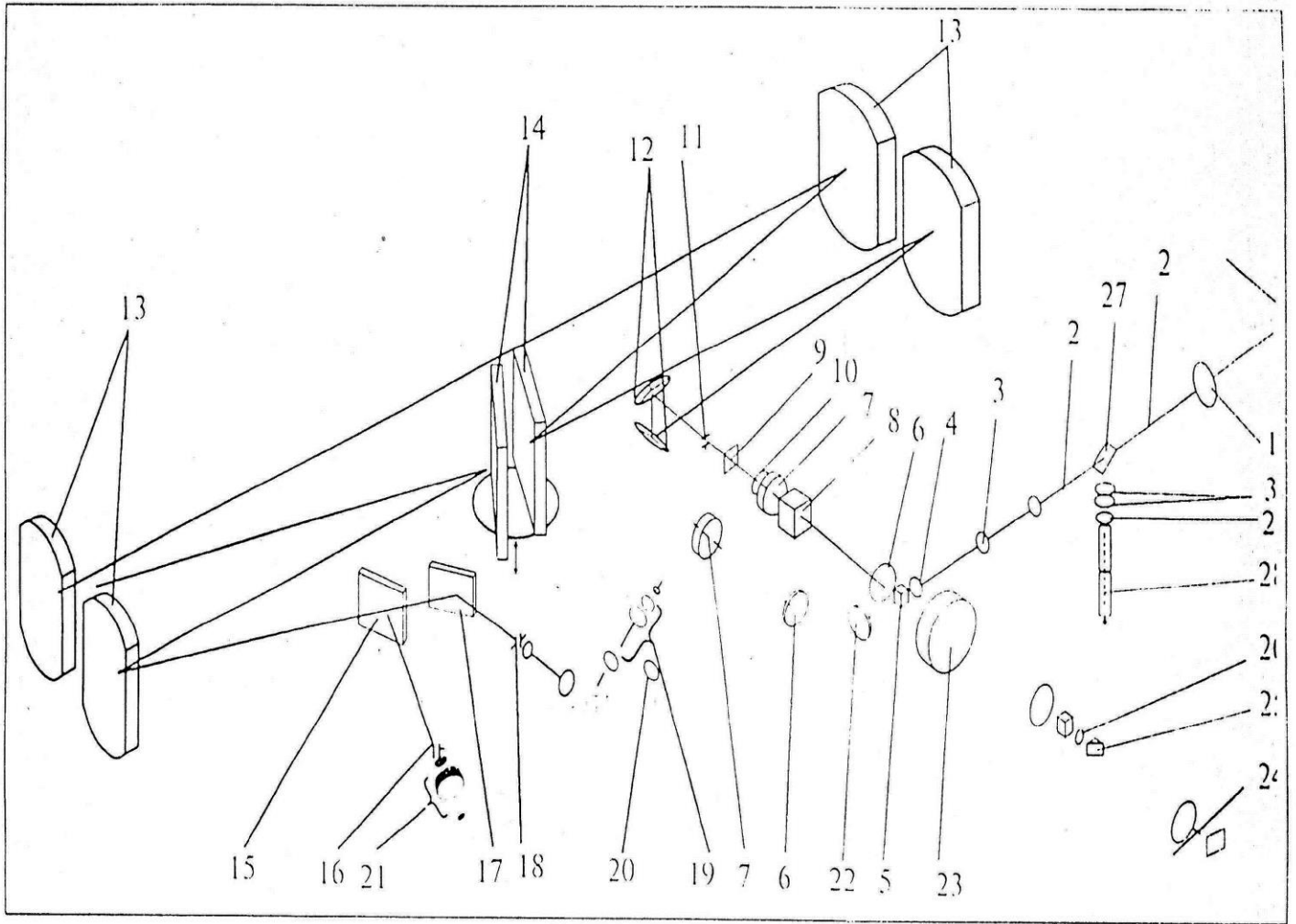
Yoritish sistemasi va qabul qilish bloki bo'lgan yorug'likning kombinatsion sochilishi uchun, spektrni olish va uni elektr signallariga aylantirish (sochilish spektrida energiyani taqsimlanishini harakterlovchi) uchun mo'ljallangan. Spektrometrning optik sxemasi rasmda tasvirlangan. Yorug'lik manbaidan chiqqan lazerning parallel nurlar dastasi tor yo'l interfirentsion yorug'lik filterida, irisdiaphragmada 2, qutblanuvchi plastinkadan 3 ($\lambda/2$ yoki $\lambda/4$) va almashtiruvchi obektivlarini 4 biri orqali namuna 5 tekisligiga fokuslanadi. Namunadan sochilgan nurlanish asferik linza 6 lardan biri orqali proektsialovchi sistemada to'planadi va parallel dasta bo'lib obektivga 7 yo'naladi. Linza va obektiv 7 dan iborat proektsialovchi sistema namunaning tasvirini qo'shaloq monoxramatorning kirish tirqishi oldida 2,3 yoki 3,5 marta kattalashtirib beradi.

Linza 6 bilan obektiv 7 orasida parallel nurlar dastasiga prizma-analizator 8 o'yilishi mumkin. Polyarizatsion tekshirishlar o'tkazganda monoxramatorning kirish tirqishi oldiga depolyarizatsiyalovchi klin 9 qo'yiladi. Yorug'lik filteri 10 spektrining 80 nm yuqori oblastida ishlaydi.

Kirish tirqishi 11 (qo'shaloq monoxromatorning) gorizontal joylashgan. Kirish tirqishining orqasiga 2 ta yassi buruvchi ko'zgudan iborat sistema 12 qo'yilgan. Bu sistema yorug'lik dastasini buradi. Monoxromatorning obektivi 13 sifatida parabalasimon ko'zgular 14 almashtirilishi mumkin. To'lqin uzunliklarining 400-600 nm diapazonida 1800 ta chizig'i bo'lgan panjaralar ishlatiladi. Chiqishdagi buruvchi ko'zgu 15 difraktsiyalangan yorug'likni chiqish tirqishiga 16 yo'naltiradi. 15 ko'zguni yorug'lik dastasi olganda buruvchi ko'zgu (17 yorug'likning chiqish tirqishining imitatoriga) 18 yo'naltiradi. Bu esa spektrning oblastini okulyar 20 li tirqish trubasi orqali kuzatish mumkin. Qabul qiluvchi blokka o'rnatilgan obektiv 21 asbobning qorachig'ini fotoelektron ko'paytirgichining katotiga 1dan 20 kattalashtirishda akslantiriladi.

Lazerning yorug'lik dastasiga to'la foydalanish maqsadida yoritish sistemasida shaffof moddalar bilan ishlaganda sferik ko'zgu 22 qo'yiladi. Bu esa lazer nurining moddadan qayta o'tishini ta'minlaydi. Ko'zga 23 yorug'likda dastaning namunada kuzatish yo'nalishiga qarama qarshi yo'nalishda sochilgan qismdan foydalanishini ta'minlaydi.

Shaffofmas namunalari bilan ishlash uchun buruvchi prizma 25 va qisqa fokslı linza 26 ishlatiladi. Bular lazer nurini kukun yoki suyuqlik uchun mo'ljallangan idishga proektsiyalaydi. Plastina 27 lazer nurining 1,5-2,01 ni yorug'lik o'tkazgichning 28 kirishiga uzatadi. Yorug'lik uzatgich orqali nurlanish taqqoslash kanalining qabul qiluvchisiga uzatiladi. Bunda yorug'lik oqimi intensivligini qo'pol regulirovkasi yorug'lik dastasidagi susaytiruvchi yorug'lik filteri 29 ni kiritish bilan amalga oshiriladi, aniq regulirovkasi esa 2 ta polyaroitlar 30 ni burish bilan amalga oshiriladi.



DFS-52 spektrometrining optik sxemasi va funksional sxemasi

TAJRIBANI OLIB BORISH TARTIBI

Moddani oldindan tayyorlash xarakteri o'lchash uchun yaroqli spektrni olish uchun zarur bo'lgan quyidagi asosiy talablar bilan aniqlanadi.

1. Molekulaga tegishli bo'lmagan sochilishni qaytarish uchun modda tozalangan bo'lishi kerak.

2. Modda fluorensiyalangan erkin bo'lishi kerak. Ko'p hollarda fluorensiya tozzalanmagan suyuqliklarda oz miqdorda aralashmalar borligi tufayli kelib chiqadi. Fluorensiya natijasida spektrni kuzatishga, ayniqsa tekshirilayotgan moddaning kichik konsentrasiyasini o'lchashga xalaqit beradigan kuchli fon kelib chiqadi.

3. Modda iloji boricha rangsiz bulishi kerak. Hamma tekshirilayotgan moddalar "X4" va "4DA" markazdan o'lchab olingandan keyin qushimcha ishlov berilgan suyuqlik oldidan fosfor yordamida quritiladi. Suv miqdori fonning kuchayishiga, fosforning yuvilib ketishiga va kombinasion sochilish chizig'ining qupollashib ketishiga olib keladi. Binar aralashmalarni tayyorlashda eritilgan modda molekulaning soni erituvchi modda molekula soniga nisbati bilan o'lchanadi. Binar aralashmalarni solishtirishni osonlashtirish uchun nisbiy mol tarkibli eritilgan modda erituvchi hajmlarning nisbati orqali aniqlanishi mumkin.

Konsentrasiyada ya'ni eritilgan modda molekulalarning soni erituvchi molekulaga teng bo'lgan konsentrasiyada nisbiy mol tarkibini modda hajmlarining nisbati orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{M_1 \cdot d_1}{M_2 \cdot d_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

Bu yerda M_1 , M_2 - eritilgan modda va eritiluvchi molekulyar og'irliklari, d_1 va d_2 - ularning zichliklari, V_1 va V_2 — ularning hajmlari (sm^3 da). Bu formuladan ko'rinadiki, istalgan konsentrationali eritilgan modda hajmining erituvchi hajmiga nisbati orqali aniqlash mumkin. Bu yerda idishni to'ldirish va konsentrationi olish uchun shprezdan foydalaniladi. Bunday oddiy qurilma zarur konsentrationi yetarlicha tez va aniq tayyorlashga imkon beradi. Xuddi mana shu usul yordamida Suyuqlik eritmalari tayyorlanadi.

LABORATORIYA ISHI №2

Kvanto-kimyoviy hisoblashlar yordamida spirt molekulalarining strukturaviy tuzilishini o‘rganish

Ishning maqsadi: Kvanto-kimyoviy hisoblashlar yordamida spirt (metil) molekulasining spektral xossalari, geometrik strukturasi, tebranish chastotalari, depolyarizatsiya koeffitsientlari, atomlari orasidagi bog‘ uzunliklari hamda zaryad taqsimotini aniqlash.

Kerakli jihozlar: Gaussian-03W, Chem&Bio Office va GausView dasturlari o‘rnatilgan kompyuter.

NAZARIY QISM

Bugungi kunda zamonaviy noempirik hisoblash usullari yordamida molekulalarning geometrik strukturalari, energiyalari, dipol momenti, o‘tishlar orasidagi va tebranishlar chastotalarini hisoblash imkoniyatlari mavjud. Tajriba yo‘li bilan olish mumkin bo‘lmagan natijalarni ham hisoblash yo‘li bilan aniqlash imkonini beradigan va juda tez ishlaydigan kompyuterlar paydo bo‘lishi bilan bu sohaga yanada qiziqish kuchaydi.

Noempirik usul – tajriba natijalaridan foydalanmagan holda atom va molekulalarning energetik sathlari va to‘lqin funksiyasini aniqlashga imkon beruvchi Shredinger tenglamasini biror yaqinlashishda yechish usullari orqali amalga oshiriladi. Bu usullar yordamida berilgan elektronlar soniga asoslanib, sistemaning kvant-mexanik holati aniqlanadi.

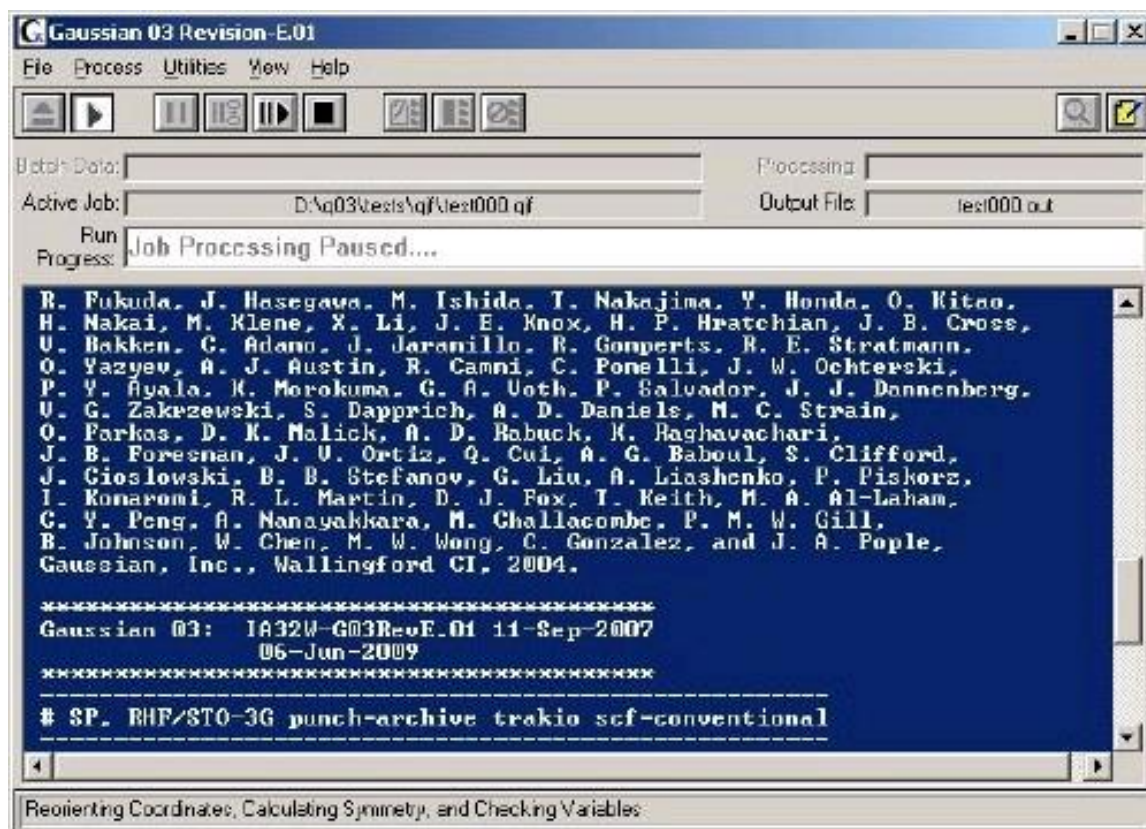
Misol uchun, noempirik hisoblashlar o‘tkazish mumkin bo‘lgan GAUSSIAN dasturida turli xil atom orbitalari-bazislar to‘plamini tanlash imkoniyati mavjud. Noempirik hisoblashlar o‘tkazish uchun mo‘ljallangan barcha dasturlarda gauss tipidagi orbitallarga ega bazislar to‘plami qo‘llaniladi. Har bir atom orbitali elektron zichligi taqsimlangan bir nechta gauss funksiyalari deb tasavvur qilinadi.

Gaussian dasturi va uning imkoniyatlari

Noempirik hisoblashlar taklif qilingan modelning o'lg'changan natijalar bilan adekvatligini ta'minlash uchun molekulyar sistemalarda ma'lum bir yaqinlashishlar orqali Shredinger tenglamasining yechimini topish jarayoni deb qarash mumkin. Tajriba orqali olish mumkin bo'lg'agan, murakkab molekulyar tuzilmalarning va effektlarning xossalarini hisoblash uchun ko'pincha noempirik hisoblashlar – «ab initio» (lotinchadan «Boshlang'ich») qo'llaniladi [23].

Bugungi kunda amaliyotda noempirik hisoblashlar uchun zamonaviy Gaussian dasturlarini qo'llab yuqori darajadagi aniqlikga erishish mumkin. **Gaussian** (*gaussian*) – molekulyar modellashtirishning turli-tuman usullarini o'zida mujassamlashtirgan molekulyar sistemalarning tuzilishi va xossalarini hisoblashga qaratilgan kompyuter dasturi. Bu dastur nobel mukofoti laureati Djon Poplo va uning tadqiqot guruhi tomonidan yaratilgan bo'lib, bugungi kunda ham yangilanib kelinmoqda. Dasturning Gaussian-2003 (G03) versiyasi Gaussian-98 (G98) versiyasidan farq qiladi. Dasturning foydalanishdan eng so'nggisi Gaussian-09 hisoblanadi.

Kvant mexanikasining fundamental qonunlariga (bu qonunlar to'g'risida yuqoridagi bo'limlarda ma'lumotlarni qisman keltirib o'tdik) asoslangan holda Gaussian molekulyar sistemaning gaz va kompleks holatlarida ham assosiy, ham uyg'ongan holatlarida energiyasi, molekulyar tuzilishi va tebranish chastotlari, hamda bir qator molekula xossalari to'g'risida ma'lumot beradi. Bu dastur molekulani o'rganishda bir qancha sharoitlarni, qisqa vaqt yashovchi birikmalar va o'tuvchi tuzilmalarni, tajribalarda kuzatish mumkin bo'lg'agan holatlarni hisobga olishi bilan bugungi kunda noempirik hisoblashlarda eng ko'p qo'llanilayotgan dastur hisoblanadi. Bundan tashqari, dastur foydalanuvchi uchun ham qo'lay interfeysga va yuqori samaradorlikka egaligi bilan farq qiladi. Quyidagi 1-rasmda Gaussian-03 dasturining umumiy oynasi ko'rinishi keltirilgan:



1-rasm

G98 va G03 dasturiy majmuaning asosiy imkoniyatlari quyidagilardan iborat:

- Tadqiq qilinayotgan sistemaning molekulyar mexinika usullari, yarimempirik yaqinlashishlar, chegaralangan va chegralanmagan Xartri – Fok usuli yordamida tuzilishini optimizasiya qilish va energiyasini hisoblash;
- Korrelyasionnoy energiyani hisobga olish imkoniyatiga ega bo‘lib, analitik gradiyentlar yordamida g‘alayonlanish nazariyasi, bog‘langan klasterlar, konfigurasion o‘z‘aro ta‘sir va boshqalar uchun enegiyani hisoblash;
- Yuqori molekulyar sistemalarni modellashtirish;
- Kuch doimiylarini RHF, UHF, DFT, RMP2, UMP2 va CASSCF usullar yordamida analitik hisoblash;
- Molekulaning spektral xosslarini hisoblash;

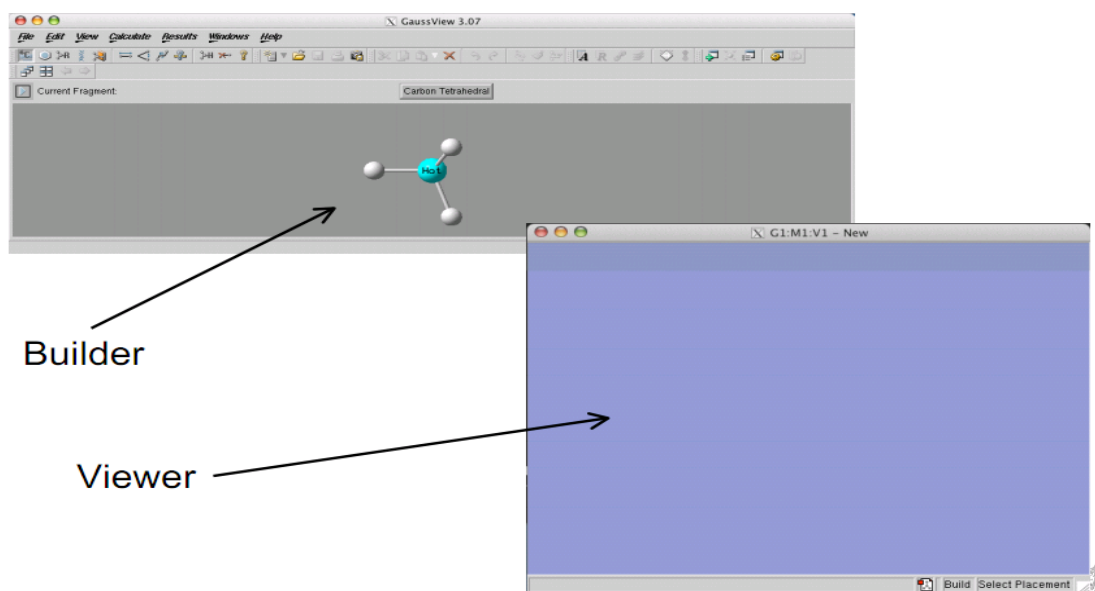
- Tadqiq qilinayotgan sistema uchun eritmaning ta'sirini hisobga olish imkoniyati va hakoza.

Gaussian dasturiy majmuasining kamchiligi sifatida hisoblash vaqtining kattaligi va hisoblash apparatlariga bo'lgan talabning yuqoriligini keltirish mumkin. Hisoblashlar natijalari tadqiq qilinayotgan molekulalar (fazodagi yadrolar joylashishi) tuzilishi, elektron zichligi, molekula va uning tashkil etuvchilarining umumiy energiyasi va hakoza to'g'risida juda keng sonli ma'lumotlar to'plangan fayl ko'rinishida bo'ladi. Shuning uchun Gaussian dasturiy majmuasining hisoblash natijalarini tahlil qilish o'rganish uchun maxsus dasturlar qo'llaniladi.

To'liq funksiyasi xususiy vektorlarning matrisasi ko'rinishida beriladi. Bundan tashqari, o'rganilayotgan molekulalarning boshqa fizik-ximik xarakteristikalar ham energiya har yadro koordinatalari bo'yicha n-tartibli hosila orqali aniqlangan bo'lib, jadval va matrisalar ko'rinishida beriladi. Shuning uchun ham hisoblashlar natijalarini tahlil qilish va ulardan foydalanish juda murakkab jaaryon bo'lib, juda qiyin masala hisoblanadi. Katta massiv ko'rinishidagi natija fayllar bilan ishlash uchun maxsus interpretator-dasturlar ishlatiladi. Bu dasturlar natijalarni birinchi darajada tahlil qilish va natijalarni uch o'lchamli fazoda grafik ko'rinishida olish imkonini beradi. Bundan tashqari, keyingi hisoblashlar uchun kirish fayllarini tayyorlash mumkin.

Xuddi shunday dasturlardan eng ko'p ishlatiladiganlaridan biri GaussView – dasturi imkoniyatlariga qisqacha to'xtalib o'tmoqchimiz. GaussView (<http://www.gaussian.com/>) dasturi Gaussian dasturiy majmuasi yordamida amalga oshirilgan kvanto-ximik hisoblash natijalarini interpretasiya qiladi. Bu dasturning imkoniyatlaridan biri hisoblanayotgan brikmaning boshlang'ich geometriyasini interaktiv rejimda tayyorlash imkoniyatini berib, kirish faylini (Gauss Job File) hosil qilish va hisoblashlarni kuzatib borish imkoniyatini beradi.

Dasturning ishchi oynalari quyidagi 2-rasmlarda keltirilgan:



2-rasm

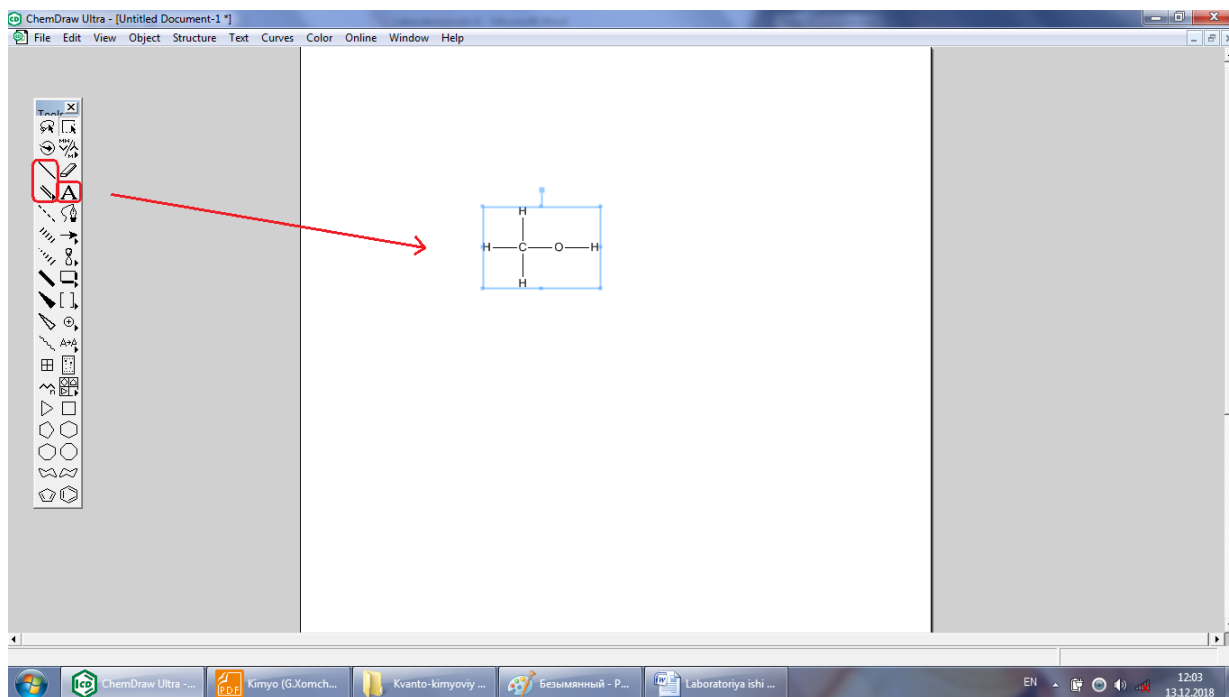
Endi qisqacha, noempirik hisoblashlarning xatoliklariga to‘xtalib o‘tsak, hisoblash natijalarini tajriba natijalari bilan taqqoslash jarayonida xatoliklar va yuqori aytib o‘tganimizdek turli xil ko‘paytuvchilarni bilish muhim ahamiyatga ega. Barcha noempirik hisoblashlarda xatoliklar qisqa bazis to‘plamlarini qo‘llaganda oshib ketishi mumkin. Noempirik hisoblashlarda Xartri-Fok usulida organik molekulalar uchun DZP yoki 6-31G*: dan kichik bo‘lmagan bazislar to‘plamida natijalarda quyidagi xatoliklar uchraydi:

- bog‘lanish uzunliklari 0,01 – 0,02 Å aniqlikda hisoblanadi;
- elektron zichlik - 10%;
- bog‘lanish uzunliklari va valent burchaklar - ~ 1 %;
- konfarmasion o‘tishlar (aylanish) energiyasi - < 2 kkal/mol;
- tebranish chastotlari 10-12 % ga yuqori hisoblanadi. $0,89 \pm 0,01$ ko‘paytuvchi orqali tajriba bilan mos keltirish mumkin .

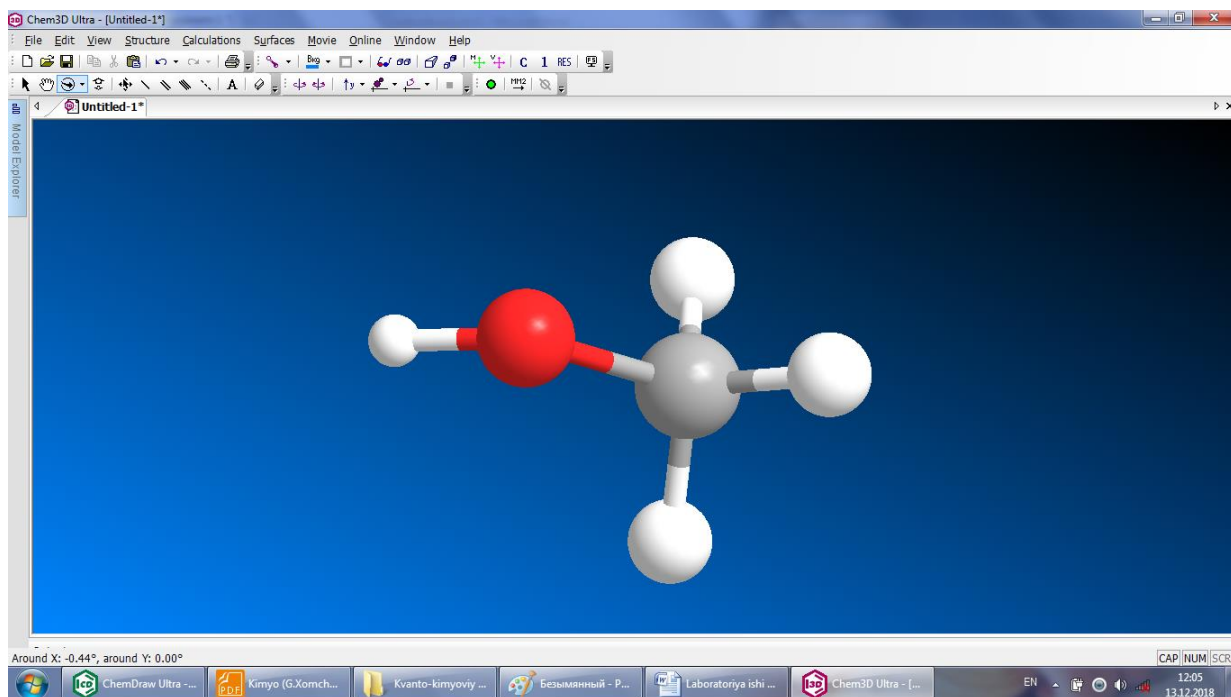
ISHNING BAJARILISH TARTIBI

1. Spirt (metal spirti) molekulasini uchun Gaussian dasturida hisoblashlarni amalga oshirishdan avval uning Z-matrissani aniqlash uchun Chem&Bio Office dasturidan foydalanasiz. Buning uchun dastlab Chem&Bio Office dasturlar paketidan ChemDraw Ultra 10.0 dasturini ishga tushurasiz.

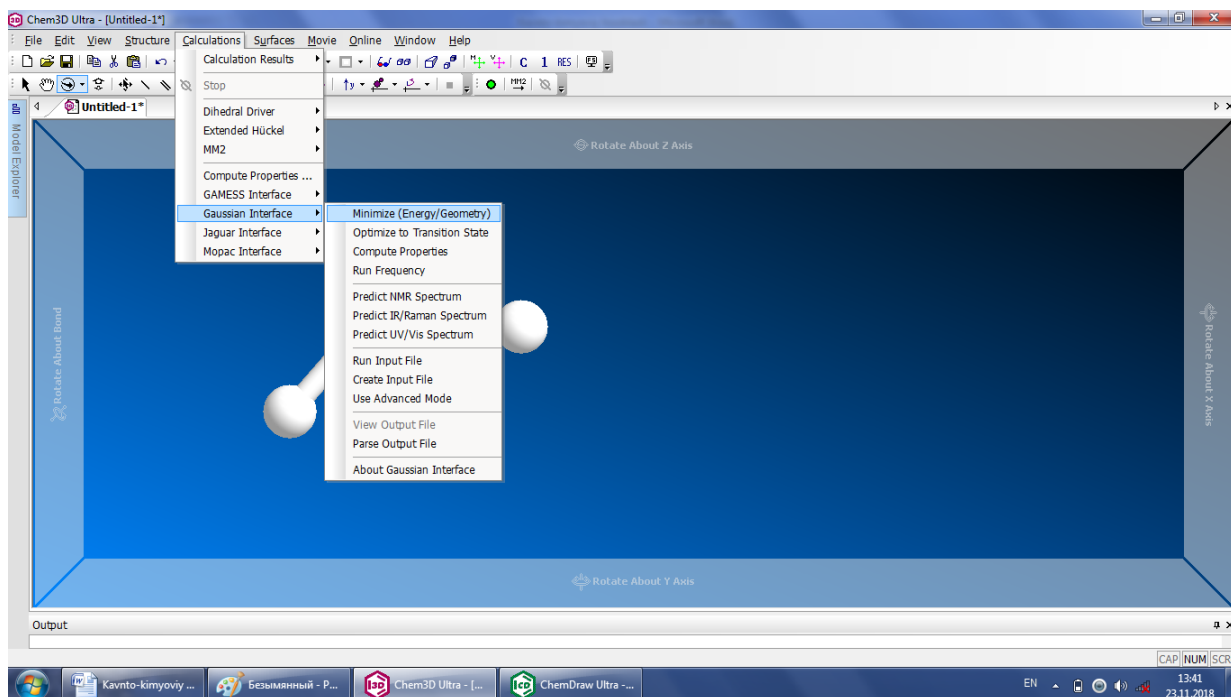
2. Dasturning ishchi oynasining chap tomonidagi uskunalar paneli yordamida molekulaning kimyoviy strukturasi chizasiz. Molekula strukturasi chizishda quyidagi rasmdagi ketma-ketlikdagi sichqoncha chap tugmasini bosgan holda amallarni bajarasiz.



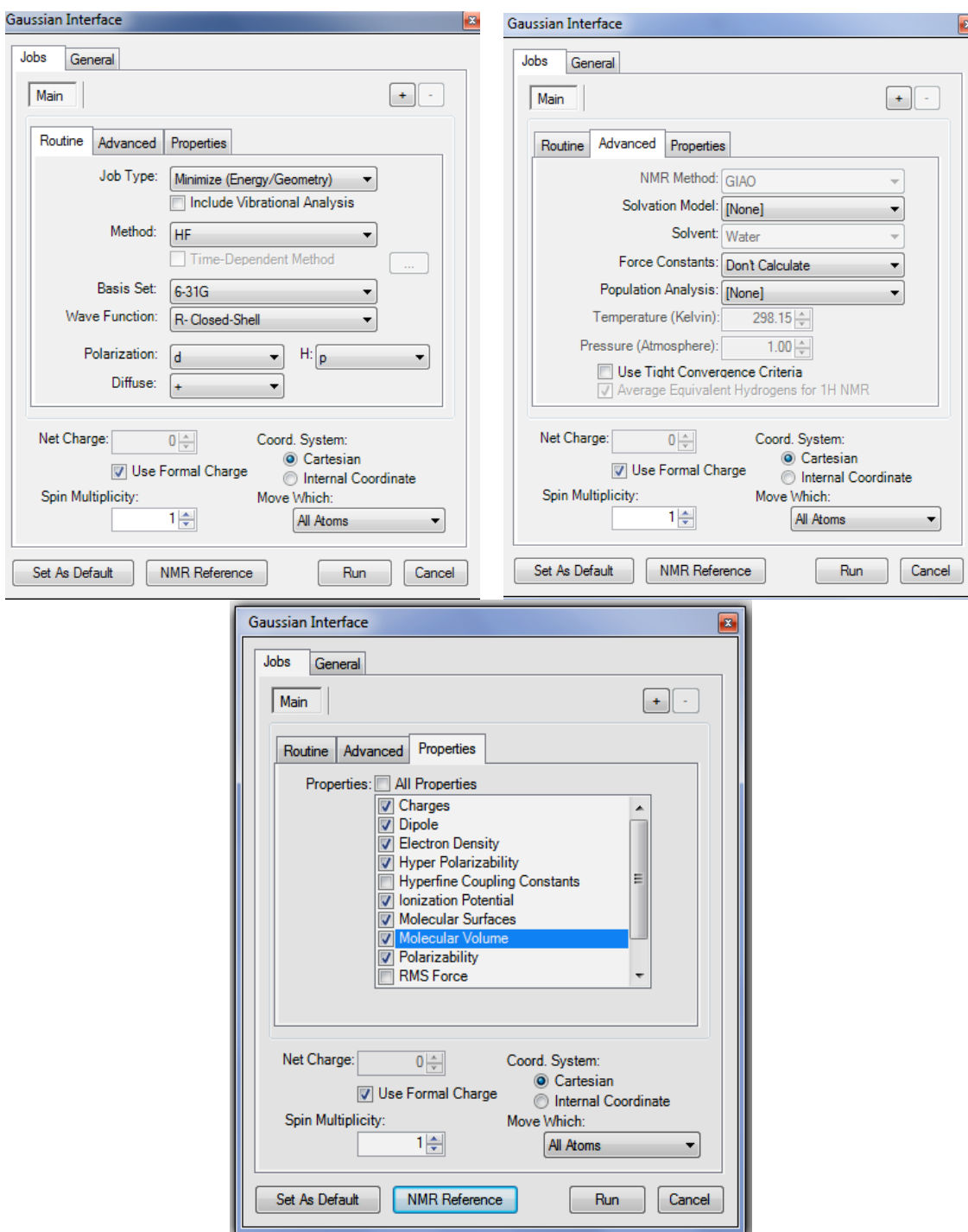
3. Chizilgan molekula strukturasi belgilab, klaviaturani **Ctrl+C** tugmalarini birgalikda bosib nusxa olamiz va Chem3D Ultra 10.0 dasturini ishga tushiramiz hamda uning ishchi oynasiga **Ctrl+V** tugmalari orqali molekulaning kimyoviy strukturasi joylashtiramiz hamda ChemDraw Ultra 10.0 ishchi oynasini yopasiz.



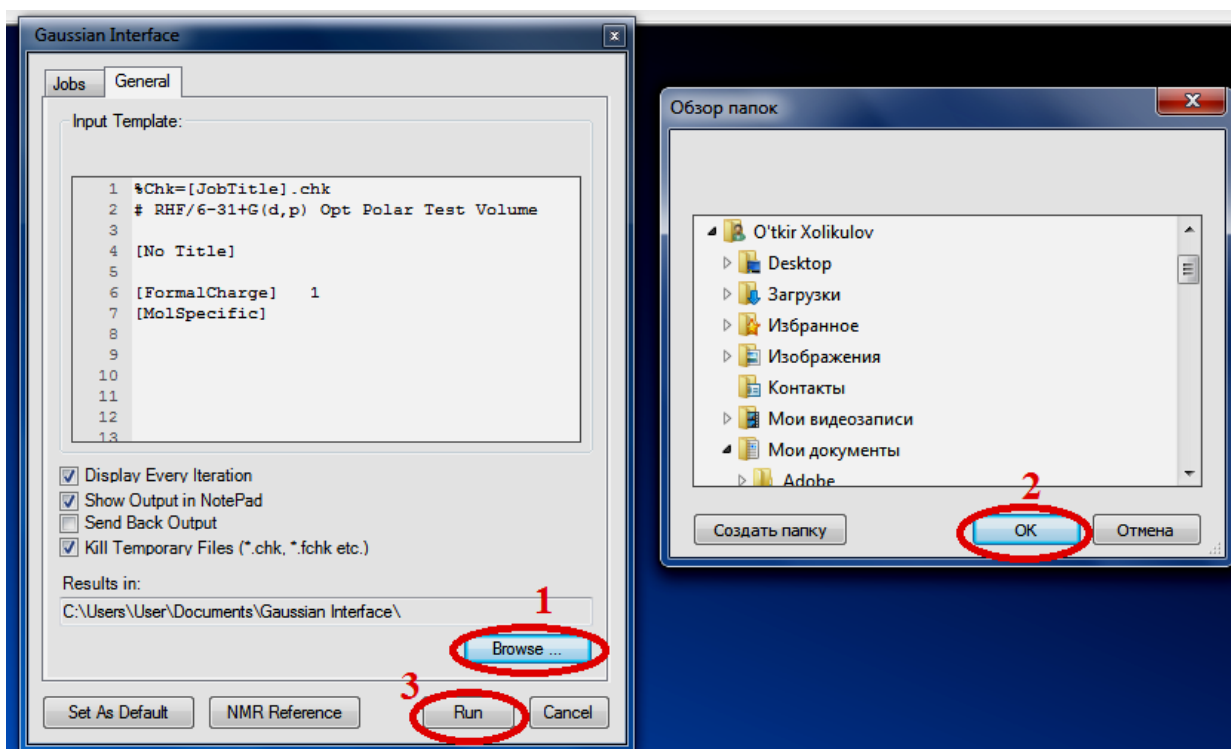
4. Chem3D Ultra 10.0 dasturi ishchi oynasining menyular satridagi *Calculations* menyusini tanlaymiz va quyidagi rasmdagi ketma-ketlikni bajaramiz:



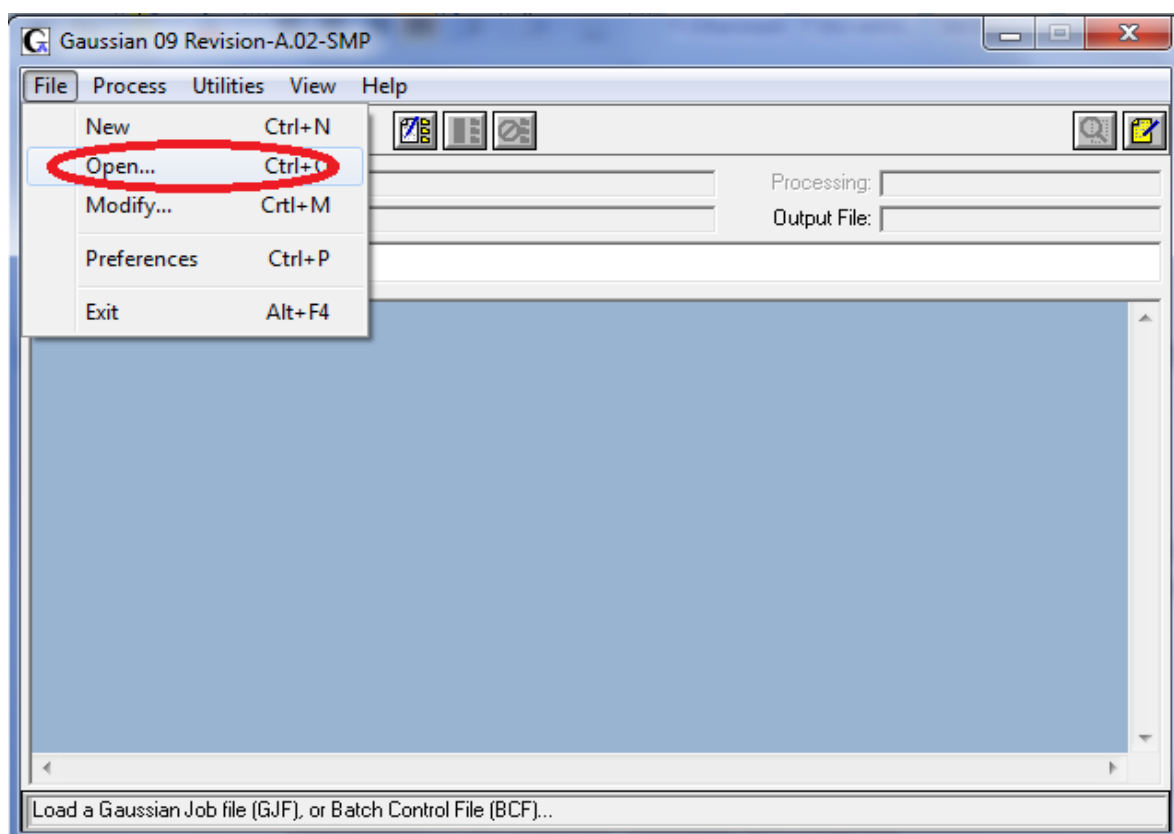
5. Soʻngra Minimize/Geometry menusi orqali quyidagi amallar bajariladi:



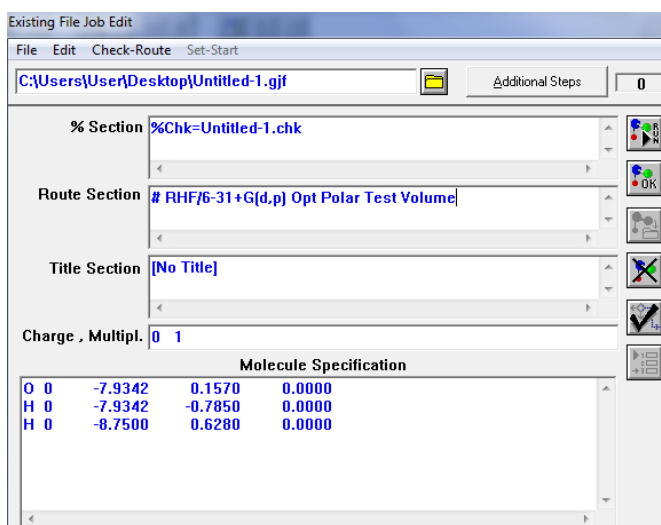
Soʻngra hisoblashni boshlash va uni hisoblangan faylni saqlash uchun quyidagi ketma-ketlikdagi amallar bajariladi:



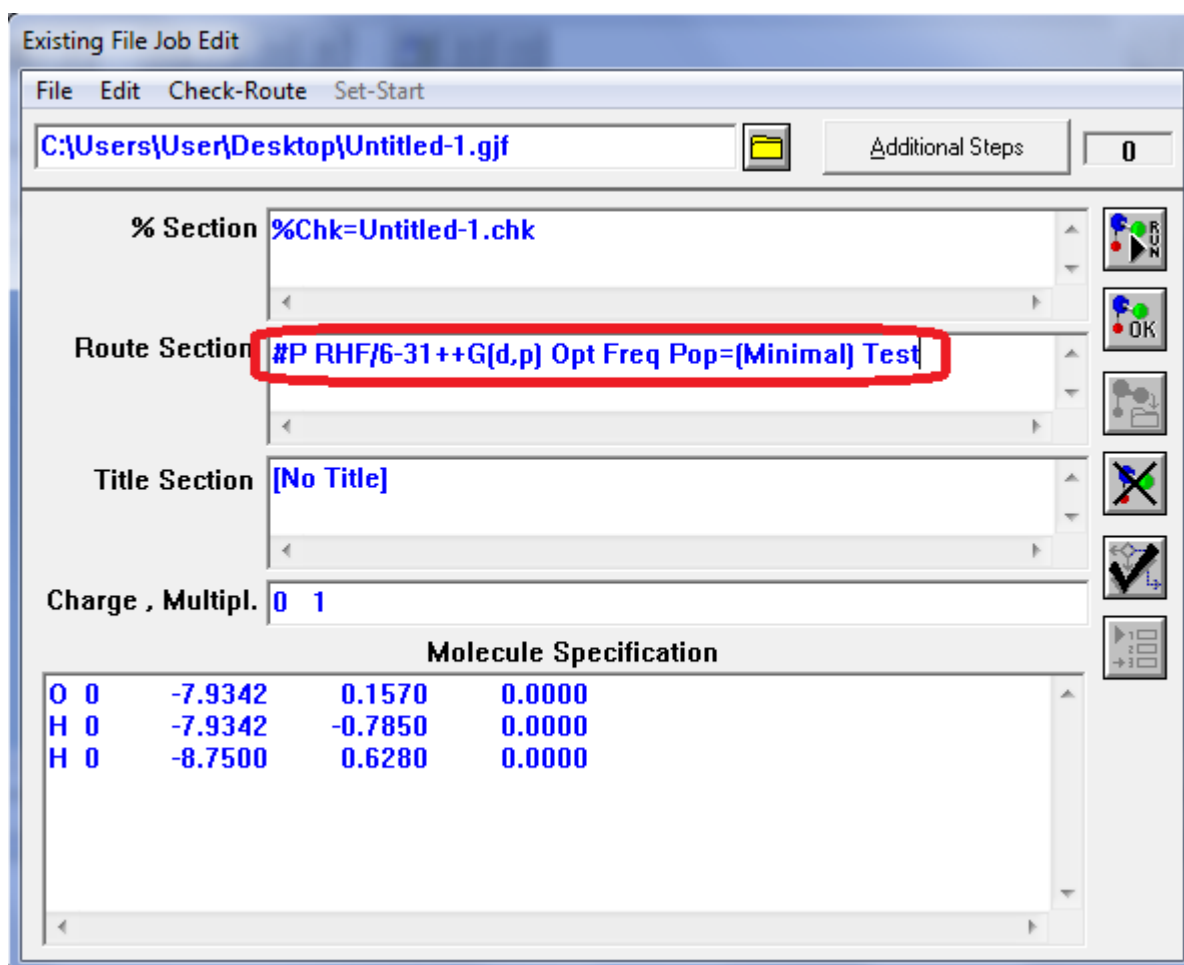
6. Hisoblab bo‘lingandan so‘ng, ushbu dasturdan chiqib, Gaussian 03W dasturini ishga tushurasiz. Dastur ishga tushgandan so‘ng, Chem&Bio Office dasturi hisoblagan natijadagi molekulaning Z-matrissadan foydalanish maqsadida quyidagi ketma-ketlikdagi amallarni bajarasiz:



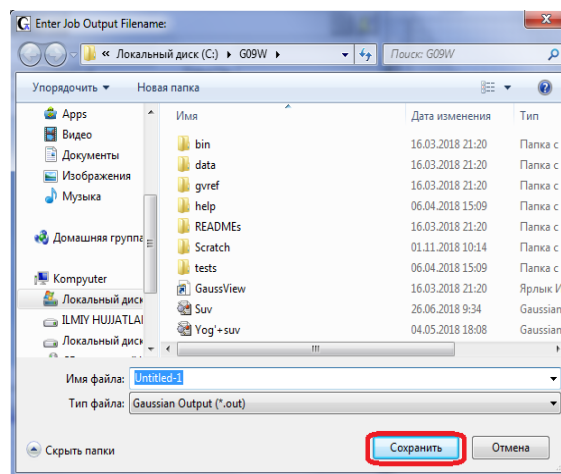
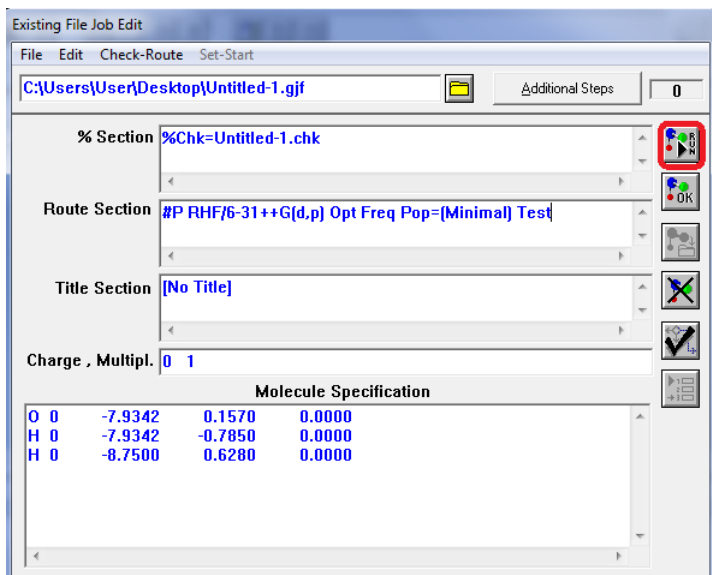
Open buyrug'i berilganda so'ng, Chem&Bio Office dasturi hisoblagan faylni (GJF tipdagi fayl) belgilaysiz. So'ngra quyidagi ko'rinishdagi oyna hosil bo'ladi.



Bunda yuqoridagi oynaning ikkinchi satriga quyidagicha o'zgarish kiritasiz:

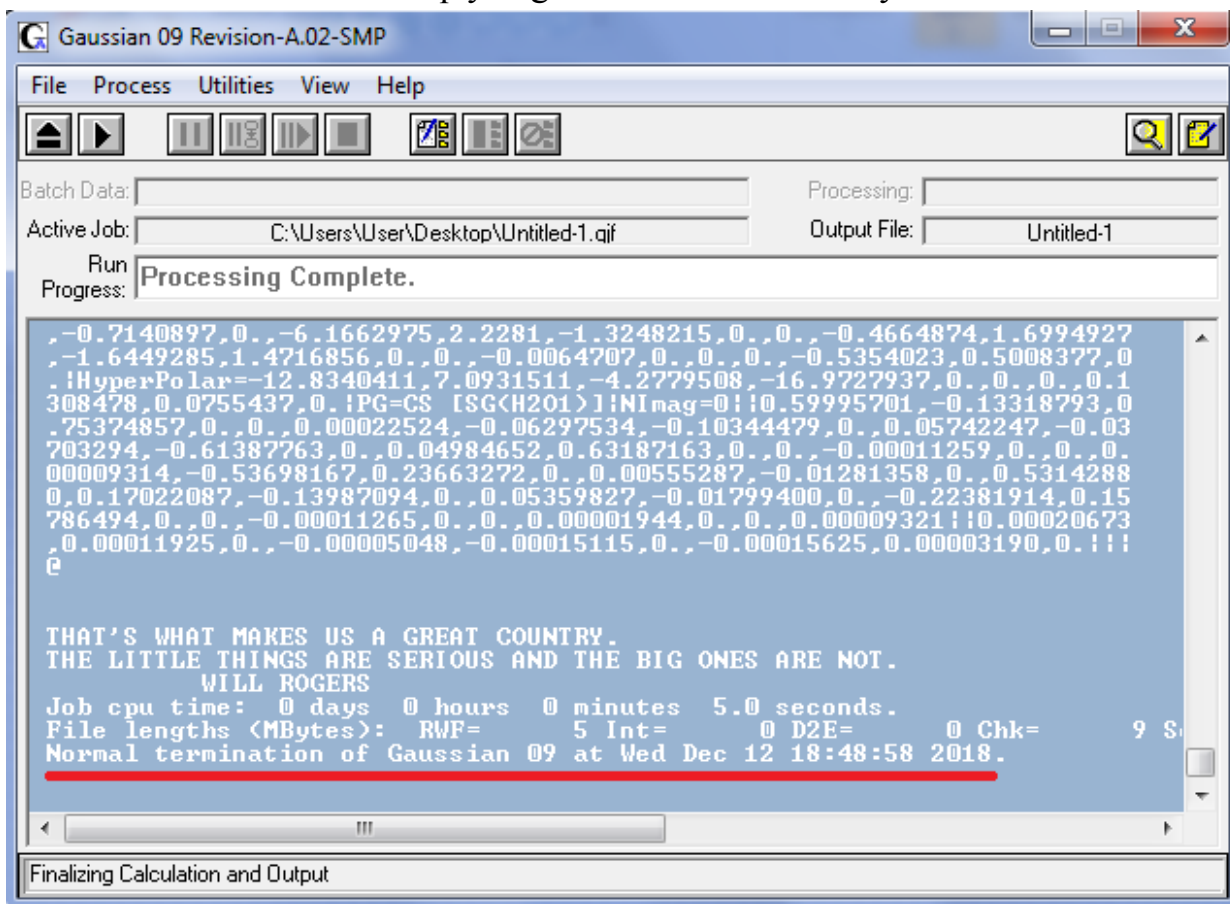


So'ngra yana quyidagi ketma-ketlikdagi amallarni bajarasiz:

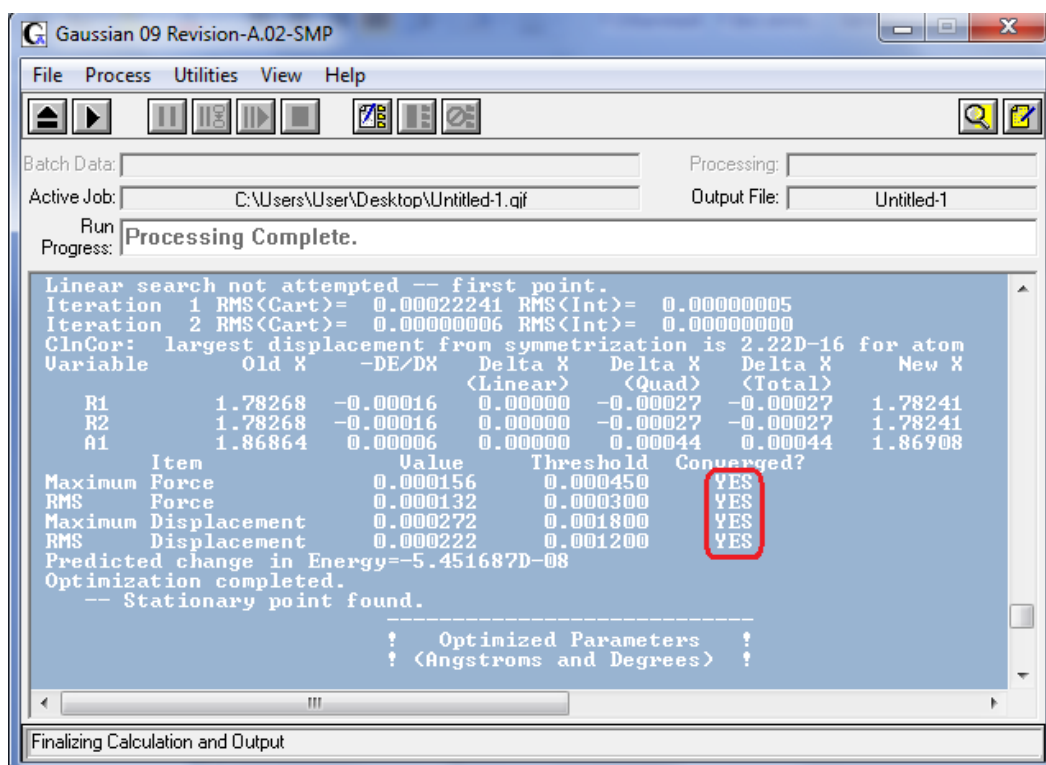


Va nihoyat dastur hisoblashlarni boshlaydi.

7. Dastur hisoblashlarni quyidagi ko‘rinishda tamomlaydi.

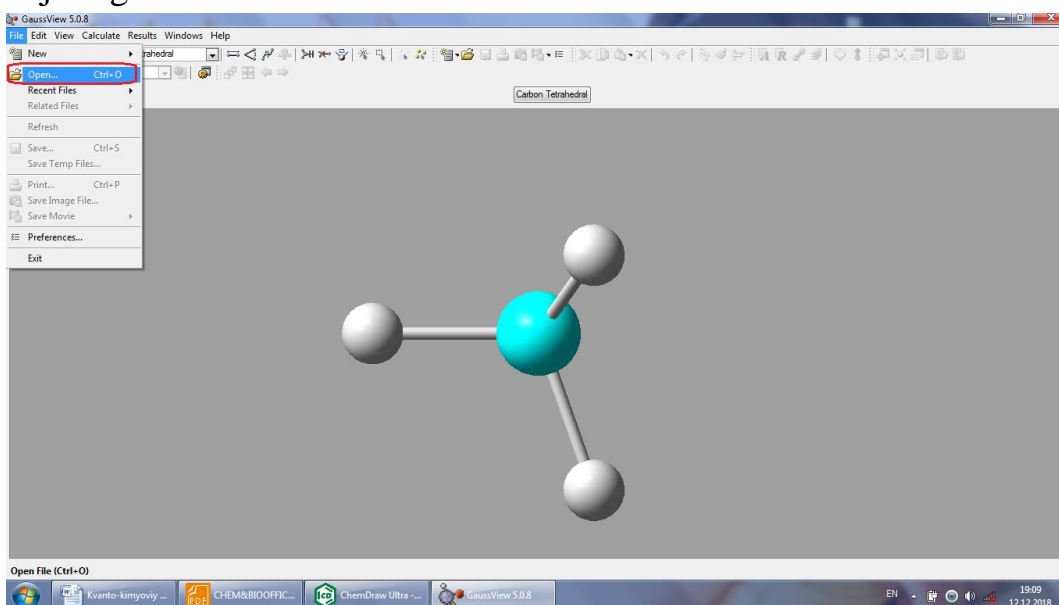


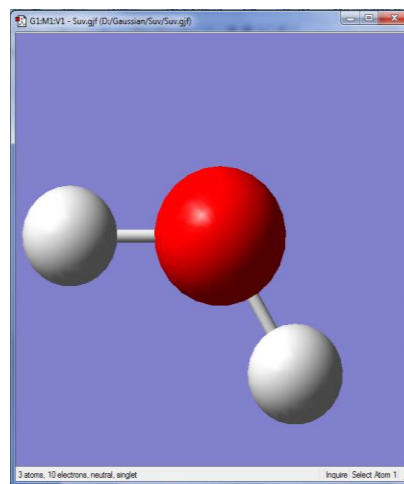
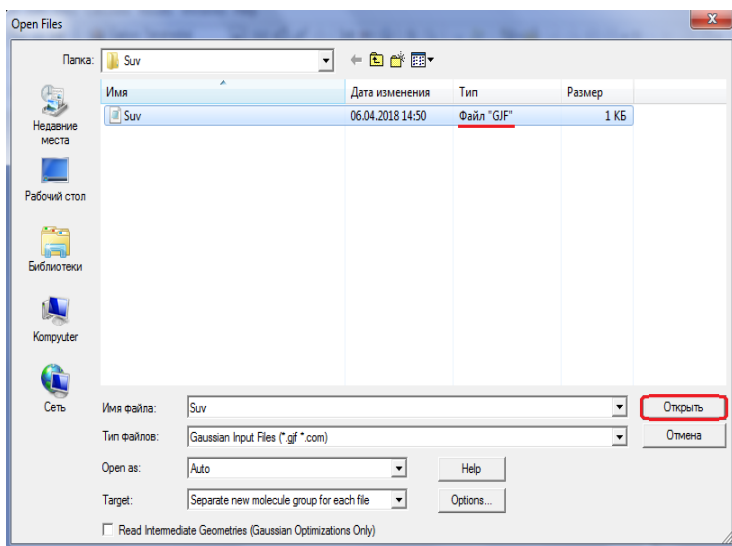
E'tibor bering! Hisoblashlar to'g'riligini tekshiring. Natijalar quyidagi ko'rinishda ekanligini tekshiring (ya'ni, YES, YES,YES,YES shaklida bo'lishi kerak).



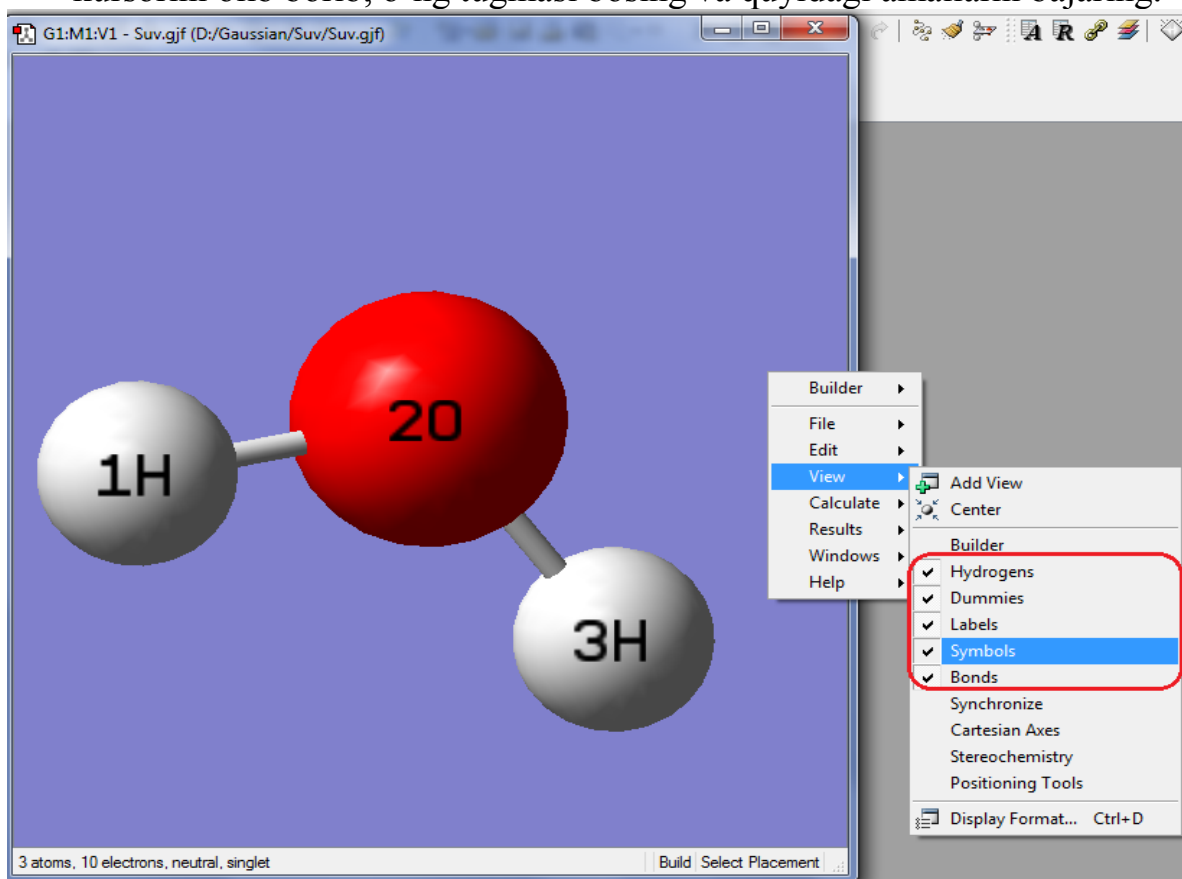
Agar yuqori ko‘rinishdagidek bo‘lmasa, hisoblashlar xato ekanligini bildiradi

- Olingan natijalarni ko‘rish uchun GaussView dasturidan foydalaniladi. GaussView dasturi ishga tushiring va quyidagi ketma-ketlikdagi amallar bajaring.

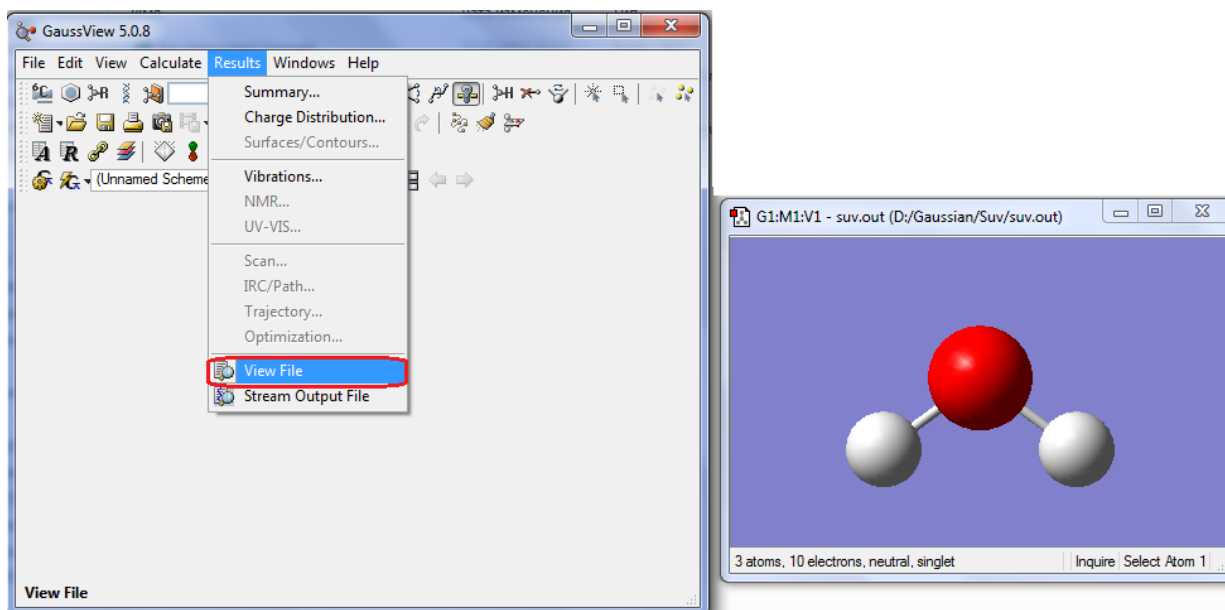




Molekuladagi atomlarning kimyoviy belgilari, tartib raqamlari va ular orasidagi bogʻlanishlar berilgan boʻlmasa, ishchi oynaga sichqoncha kursorini olib borib, oʻng tugmasi bosib va quyidagi amallarni bajaring.



9. Hisoblangan barcha natijalarni text formatida koʻrish uchun quyidagilar amalga oshiriladi.



10. Bu hisoblash natijalari orasidan atomlar orasidagi masofa va zaryad taqsimotini quyidagi ko‘rinishda ajratib olamiz.

- Atomlardagi zaryad taqsimoti:

```

-----
Alpha virt. eigenvalues --   1.83603   1.92309   2.56940
2.60064   2.90921
Alpha virt. eigenvalues --   2.98906   2.99927   3.41017
3.78621   3.97772
Alpha virt. eigenvalues --   4.45121
      Condensed to atoms (all electrons):
              1           2           3
1 H   0.372768   0.303564  -0.034623
2 O   0.303564   8.109454   0.303564
3 H  -0.034623   0.303564   0.372768
Mulliken atomic charges:
              1
1 H   0.358291
2 O  -0.716582
3 H   0.358291
Sum of Mulliken charges=  0.00000
Atomic charges with hydrogens summed into heavy atoms:
              1
1 H   0.000000
2 O   0.000000
3 H   0.000000
Sum of Mulliken charges=  0.00000
APT atomic charges:
              1
1 H   0.318925
2 O  -0.637849
3 H   0.318925
Sum of APT charges=  0.00000

```

- Atomlar orasidagi masofa:

```

-----
                        Distance matrix (angstroms):
                        1         2         3
1 H      0.000000
2 O      0.943354   0.000000
3 H      1.517283   0.943354   0.000000
-----

```

```

Stoichiometry      H2O
Framework group    CS[SG(H2O)]
Deg. of freedom    3
Full point group    CS      NOp    2
Largest Abelian subgroup    CS      NOp    2
Largest concise Abelian subgroup C1      NOp    1
-----
                        Standard orientation:
-----

```

```

Center      Atomic      Atomic      Coordinates
(Angstroms)|
Number      Number      Type      X      Y
Z

```

- Energiya quyidagicha aniqlanadi:

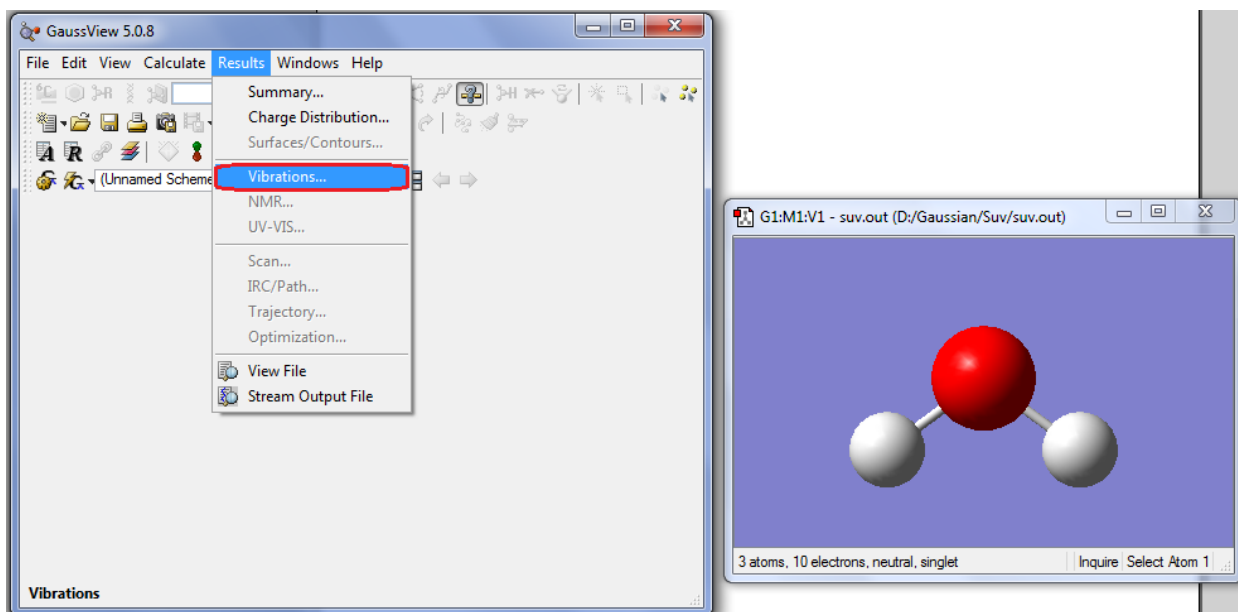
Rotational symmetry number 1.
 Rotational temperatures (Kelvin) 43.09868 20.90746
 14.07809
 Rotational constants (GHz): 898.03187 435.64131
 293.34007
 Zero-point vibrational energy 60658.8 (Joules/Mol)
 14.49780 (Kcal/Mol)
 Vibrational temperatures: 2487.91 5963.84 6139.38
 (Kelvin)

Zero-point correction= 0.023104
 (Hartree/Particle)
 Thermal correction to Energy= 0.025938
 Thermal correction to Enthalpy= 0.026882
 Thermal correction to Gibbs Free Energy= 0.004871
Sum of electronic and zero-point Energies= -76.008205
 Sum of electronic and thermal Energies= -76.005371
 Sum of electronic and thermal Enthalpies= -76.004427
 Sum of electronic and thermal Free Energies= -76.026438

	E (Thermal) KCal/Mol	CV Cal/Mol-Kelvin	S Cal/Mol-
Kelvin			
Total	16.276	5.995	
46.327			
Electronic	0.000	0.000	
0.000			
Translational	0.889	2.981	
34.608			
Rotational	0.889	2.981	
11.714			

Bu energiya *Hartree* o'lchov birligida bo'lib, 1 *Hartree* = 627.5 kkal/mol ga tengdir.

- Atomlarning tebranish chastotasi va kombinatsion sochilish hamda infraqizil yutilish spektrlarini ko'rish uchun quyidagi amallar bajariladi:



G1:M1:V1 - Display Vibrations

Mode #	Freq	Infrared	Raman Activity	Depolar-P	Depolar-U
1	1729.19	113.4979	3.3180	0.6038	0.7530
2	4145.08	20.3225	79.3595	0.1207	0.2153
3	4267.08	89.0993	38.1822	0.7500	0.8571

Animate Vibration:

Animation Frequency:

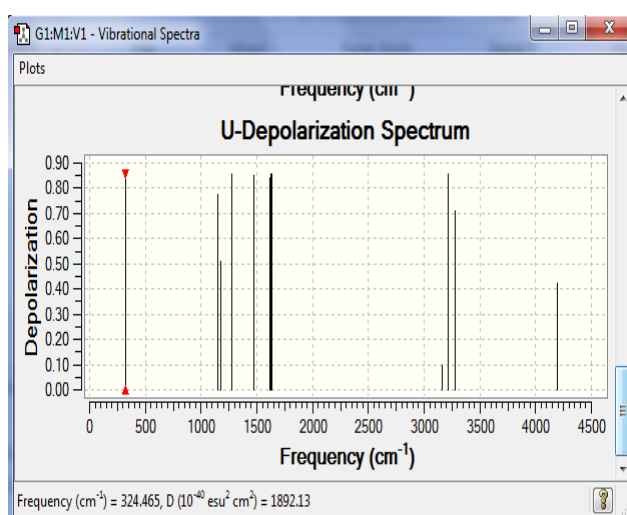
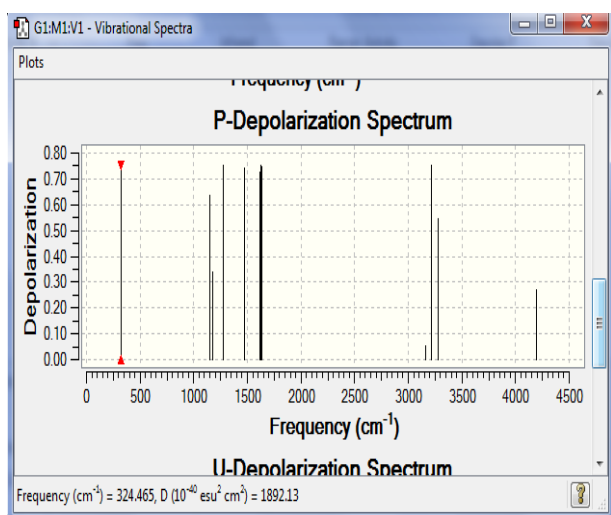
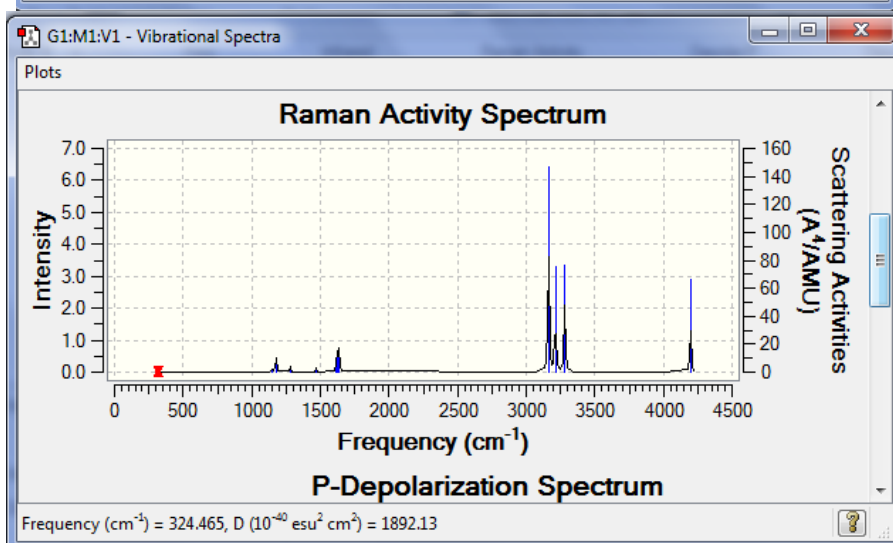
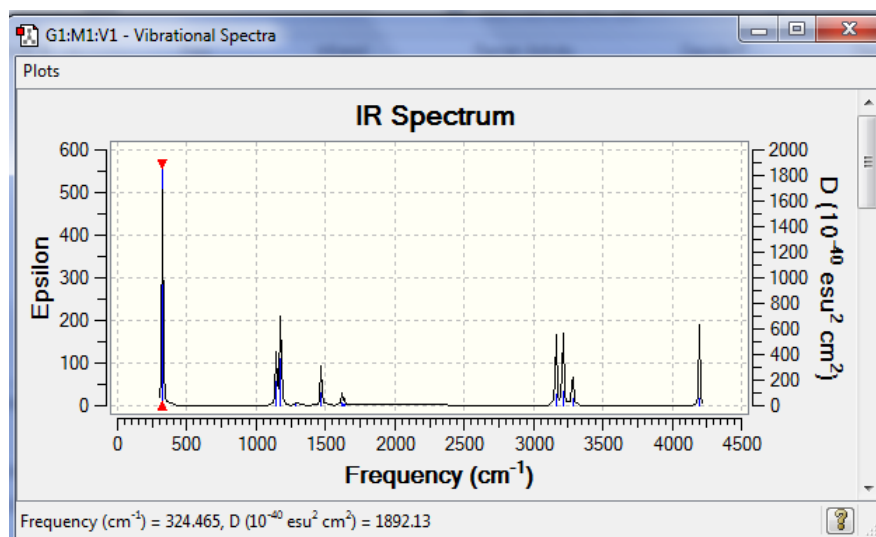
Displacement Amplitude:

Show Displacement Vectors Scale:

Show Dipole Derivative Unit Vector Scale:

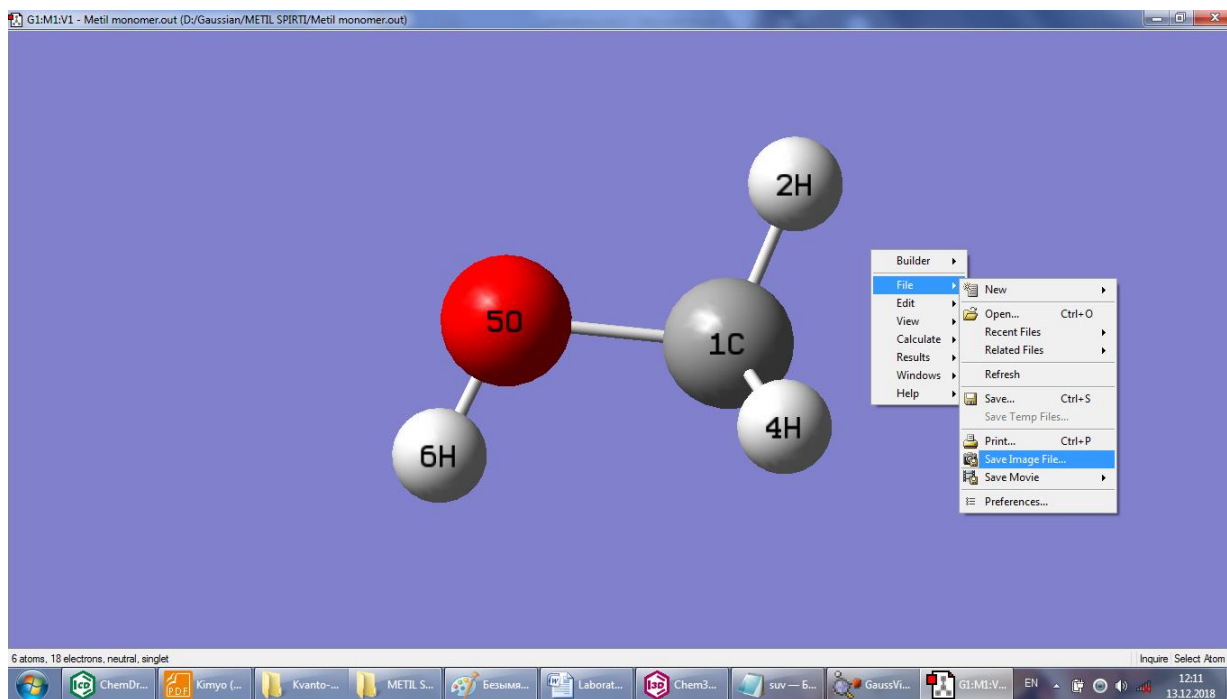
Manual Displacement: 0.00

- Tebranish chastotalari molekuladagi qaysi atomlarga tegishli ekanligini animatsiya shaklida ko‘rish uchun ko‘rish uchun yuqoridagi oynadagi **Start animation**, Spektrlarni ko‘rish uchun esa **Spectrum** burug‘i beriladi.



11. Metil spirti molekulasiining geometrik strukturasi, atomlari orasidagi masofa va zaryad taqsimotini rasm shaklida tasvirlash uchun Gauss View dasturining ishchi oynasida quyidagi amallar bajariladi hamda Paint yoki

Corel Draw grafik muharrirlari yordamida atomlari orasidagi masofa va zaryad taqsimoti joylashtiriladi.



Eslatma: yuqoridagi ba'zi hisoblash va amallar suv molekulasida ko'rsatilgan.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.
2. Gaussian dasturining qanday imkoniyatlari ega?
3. Chem&Bio Office dasturining imkoniyatlari.
4. Molekulalararo o'zaro ta'sirni aniqlashda kvanto-kimyoviy hisoblash usullarining ahamiyati.
5. Molekuladagi tebranish chastotalarini kvanto-kimyoviy hisoblashlar orqali aniqlash.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Р.Драго. Физические методы в химии. – Москва: МИР. 1981. – 197с.
2. Давыдов.А.С. Квантовая механика. Физматгиз, М. 748 с. (1963).
3. Т.Кларк “Компьютерная химия”. - Москва. Изд. “МИР” 1990. -269 с.

4. В.И.Минкин, Б.Я.Симкин, Р.М.Миняев “Теория строения молекул”.- Москва. ВШ. 1979. -359 с.
5. G'.Murodov, H.Xushvaqtoy, “Spektroskopiya asoslari”. Samarqand 2014.
6. www.google.com.
7. www.wikpediya.ru
8. www.ziyonet.uz

LABORATORIYA ISHI №3

BENZOL MOLEKULASINING ELEKTRO-OPTIK PARAMETRLARINI NOEMPIRIK HISOBLASHLAR YORDAMIDA O‘RGANISH

Ishning maqsadi: Noempirik hisoblash dasturlarida ishlash ko‘nikmasini hosil qilish, noempirik hisoblashlar yordamida benzol molekulasining geometrik strukturasi, tebranish chastotalari, atomlari orasidagi bog‘ uzunliklari hamda zaryad taqsimotini aniqlash.

Kerakli jihozlar: Gaussian-03W, Chem&Bio Office va GausView dasturlari o‘rnatilgan kompyuter.

NAZARIY QISM

Noempirik hisoblashlar asosiy usullari Xartri-Fok-Rutan sxemasiga asoslanadi. Xartri-Fok-Rutan sxemasidagi murakkabliklarni kamaytirish uchun juda ko‘pchilik holatlarda elektron korrelyatsiya inobatga olinadi. Tajriba orqali olish mumkin bo‘lmagan, murakkab molekular tuzilmalarining va effektlarining xossalari hisoblash uchun ko‘pincha noempirik hisoblashlar – «ab intio» («Boshlang‘ich») qo‘llaniladi.

Molekuladagi hisoblashlar adiabatik yaqinlashishda amalga oshiriladi, ya‘ni energiya va to‘lqin funksiyasini aniqlash masalalari yadrolarning fazodagi belgilangan holati bo‘yicha alohida-alohida yechiladi. Bu usullar turli xil masalalar uchun turlicha shaklga ega bo‘lishi mumkin. Misol uchun, molekulada teng og‘irlikdagi yadro konfiguratsiyalari uchun dipol momenti, elektron uyg‘onish energiyasi yoki elektronlar zichligini hisoblash uchun bitta elektron masalani

yechish kifoya qiladi. Molekuladagi yadrolarning teng og'irlikdagi konfiguratsiyasini aniqlash uchun esa, sirt potensial energiyasining minimumini topish kerak bo'ladi, bu esa har bir nuqta bo'yicha turli xil yadro konfiguratsiyalari uchun elektron masalani bir necha marta yechishni talab qiladi. Nisbatan to'liq hisoblashlar quyidagi ketma-ketlik bo'yicha amalga oshiriladi: o'rganilayotgan ob'ektning elektron holati aniqlanadi va har bir holat yoki holatlar sistemasi hisoblashlar bazisini hosil qiluvchi orbitallar beriladi. Elektron energiyasi va to'lqin funksiyasi hisoblanadigan molekula yadrolarining geometrik konfiguratsiyalari to'plami ajratib olinadi. Masalan HCl molekulasi uchun dissotsiatsiya energiyasini topish uchun eng kamida teng og'irlikdagi atom yadrosi va yetarlicha katta bo'lgan ikkita masofa uchun elektron masalani yechish kerak.

Shunday qilib, noempirik hisoblashlarning asosiy maqsadi molekula tuzilishi va energiyasini bashorat qilishdan iboratdir. Hisoblash usulini tanlash qo'yidagilarni aniqlashga qaratilgan bo'ladi: teng og'irlikdagi geometrik tuzilish, to'liq elektron energiya, potensial sirtidagi lokal minimumga to'g'ri keluvchi garmonik chastotalar to'plami.

Hisoblash natijalarini tajriba natijalari bilan taqqoslash jarayonida xatoliklar va yuqorida aytib o'tganimizdek, turli xil ko'paytuvchilarni bilish muhim ahamiyatga ega. Noempirik hisoblashlarda Xartri-Fok usulida organik molekular uchun kichik bo'lmagan bazislar to'plamida natijalarda bog'lanish uzunliklari uchun 0,01 – 0,02 Å, elektron zichlik uchun 10%, valent burchaklarni aniqlashda ~1 %, konfarmatsion o'tishlar (aylanish) energiyasida < 2 kkal/mol, tebranish chastotlarida 10-12 % gacha aniqlikda xatoliklar uchraydi.

Zarracha holatini aniqlashda, zarrachaning har bir ondagi fazodagi (x, y, z) koordinitalarining aniq qiymati va impulsning o'qlar bo'yicha tashkil etuvchilarining aniq qiymatlarini aniqlash tamoyilidan kelib chiqiladi. Molekulaning elektron holati tahlili uchun Born-Oppengeymer yaqinlashishida tanlangan yadro konfiguratsiyasi uchun Shredingerning quyidagi elektron tenglamasini qarash yetarli bo'ladi.

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E-U)\psi = 0 \quad (1)$$

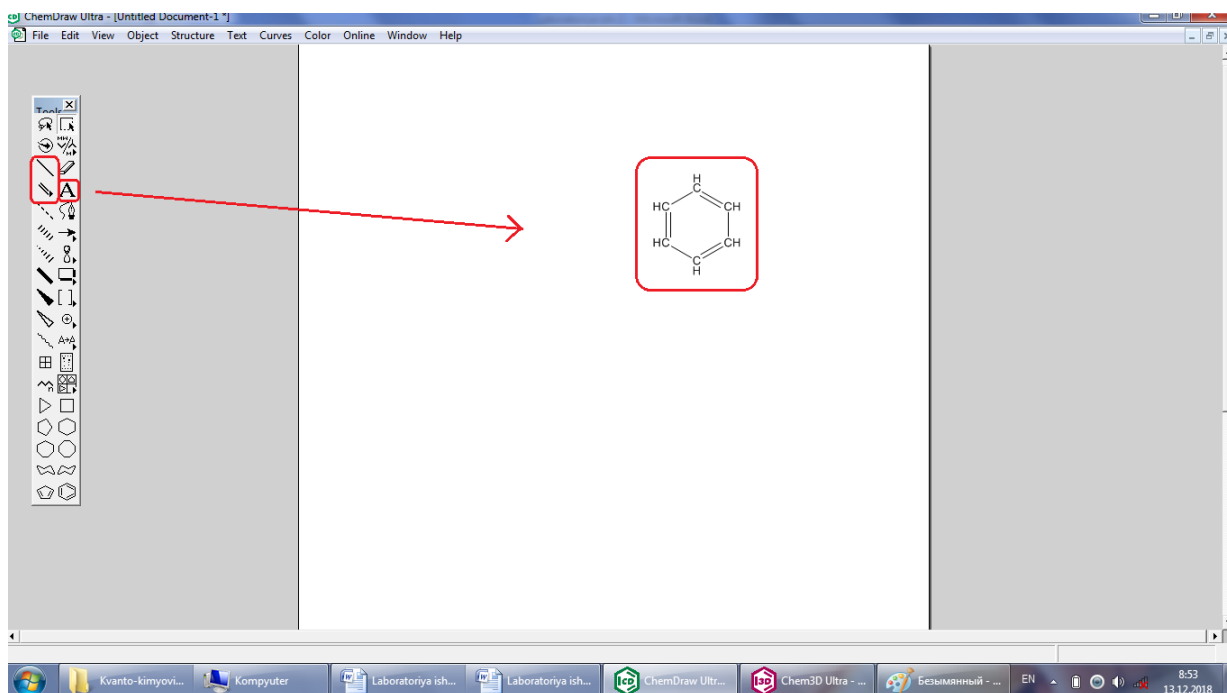
Ko‘p elektronli sistema uchun ushbu tenglama yechimi kvant kimyosida Xartri-Fok tomonidan kiritilgan yaqinlashish asosida topiladi. Xartri-Fok umumiy energiyasi quyidagi tenglik bilan aniqlanadi:

$$E = 2 \sum_1^N \varepsilon_i - \sum_i^N \sum_{j=1}^N [2J_{ij} - K_{ij}] + \frac{Z_a Z_b}{R_{ab}} \quad (2)$$

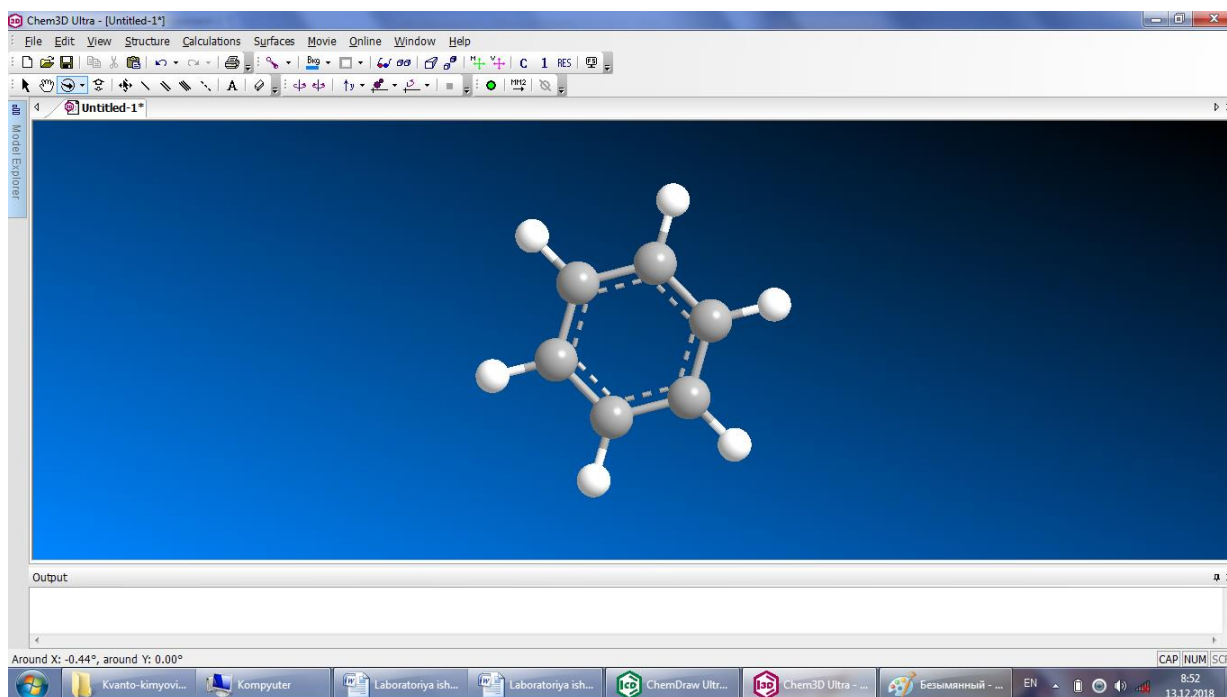
Oxirgi had yadrolar itarishishining elektrostatik energiyasini beradi. Qolgan hadlar ham atom nazariyasida ko‘rsatilgandek ma’noga ega bo‘ladi. Energiyaning minimizatsiyasida elektronlar bilan to‘ldirilgan molekulyar orbitallar ishtirok etadi. Xartri-Fok usulida yadrolar garmonik tebranishlar chastotalari yadro koordinatalariga nisbatan umumiy energiyadan birinchi va ikkinchi tartibli hosila olish yordamida topiladi. Bu usulning umumiy analitik formulalari yechimini T.Klark, V.I.Minkin, B.Ya.Simkin, R.M.Minayayev, N.G.Baxshiyev va boshqa mualliflar kitoblaridan topish mumkin.

ISHNING BAJARILISH TARTIBI

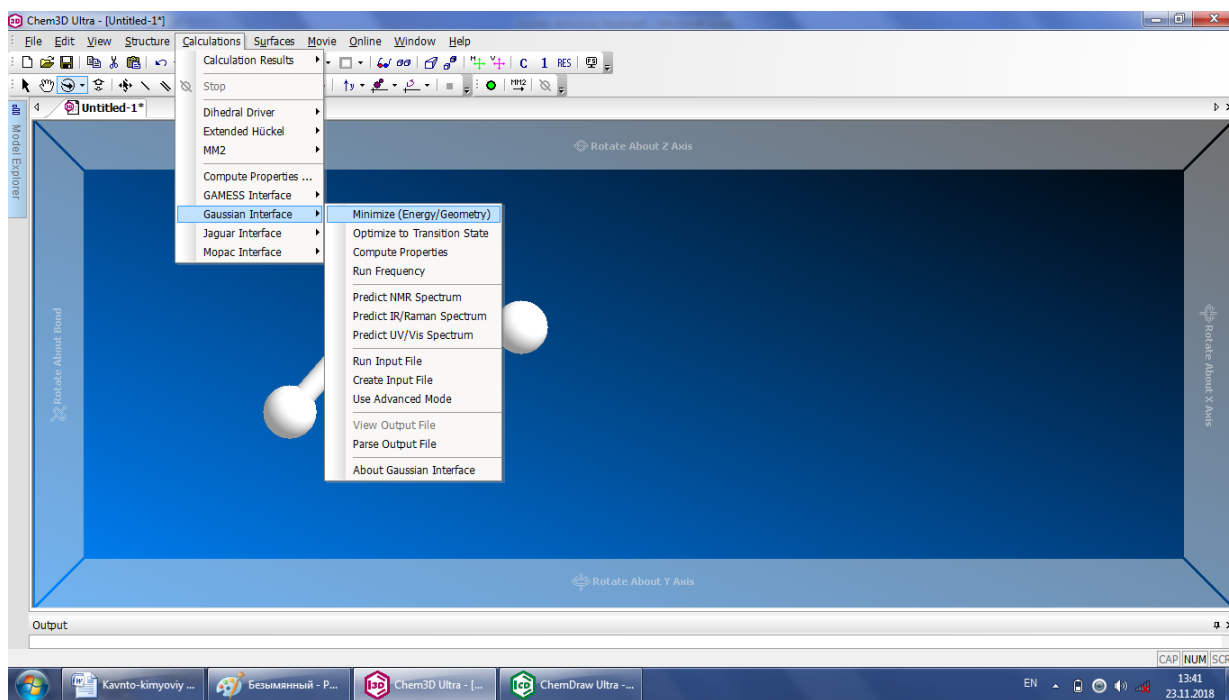
12. Benzol molekulasi uchun Gaussian dasturida hisoblashlarni amalga oshirishdan avval uning Z-matrisani aniqlash uchun Chem&Bio Office dasturidan foydalanasiz. Buning uchun dastlab Chem&Bio Office dasturlar paketidan ChemDraw Ultra 10.0 dasturini ishga tushurasiz.
13. Dasturning ishchi oynasining chap tomonidagi uskunalar paneli yordamida molekulaning kimyoviy strukturasi chizasiz. Molekula strukturasi chizishda quyidagi rasmdagi ketma-ketlikdagi sichqoncha chap tugmasini bosgan holda amallarni bajarasiz.



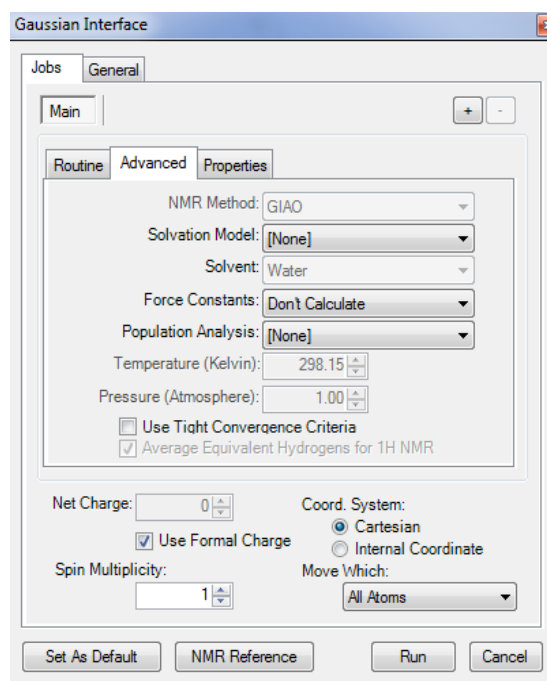
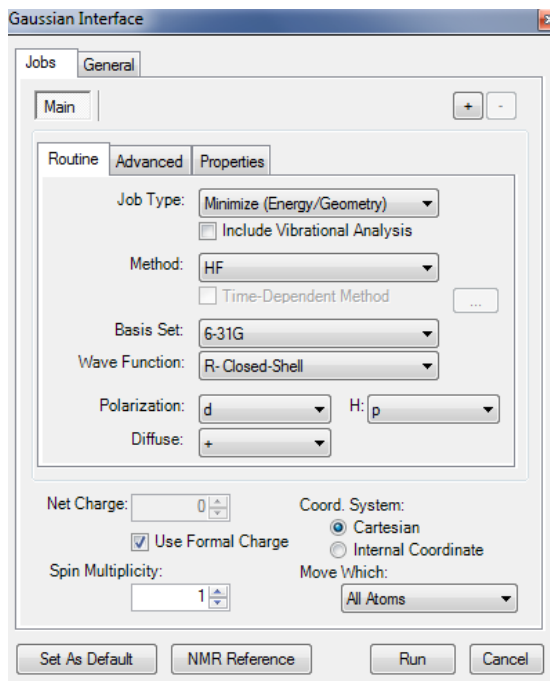
14. Chizilgan molekula strukturasi belgilab, klaviaturani **Ctrl+C** tugmalarini birgalikda bosib nusxa olasiz va Chem3D Ultra 10.0 dasturini ishga tushirasiz hamda uning ishchi oynasiga **Ctrl+V** tugmalari orqali molekulaning kimyoviy strukturasi joylashtirasiz hamda ChemDraw Ultra 10.0 ishchi oynasini yopasiz.

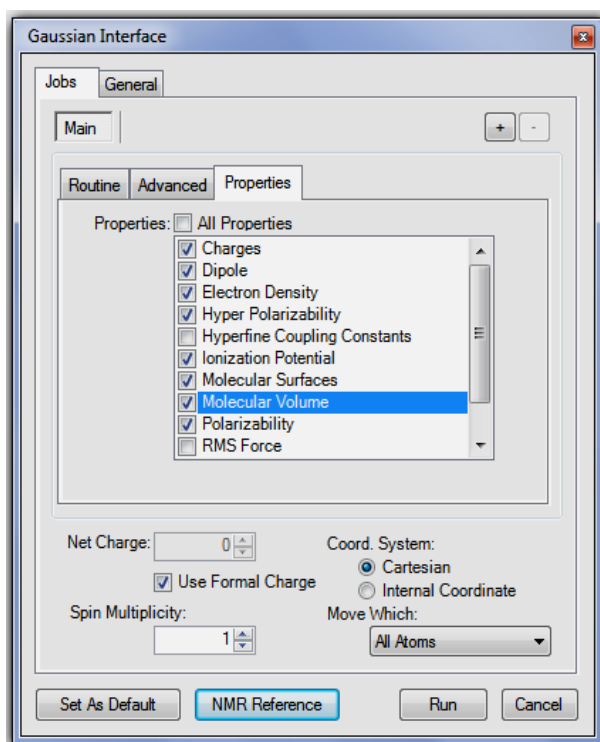


15. Chem3D Ultra 10.0 dasturi ishchi oynasining menyular satridagi *Calculations* menyusini tanlaymiz va quyidagi rasmdagi ketma-ketlikni bajarasiz:

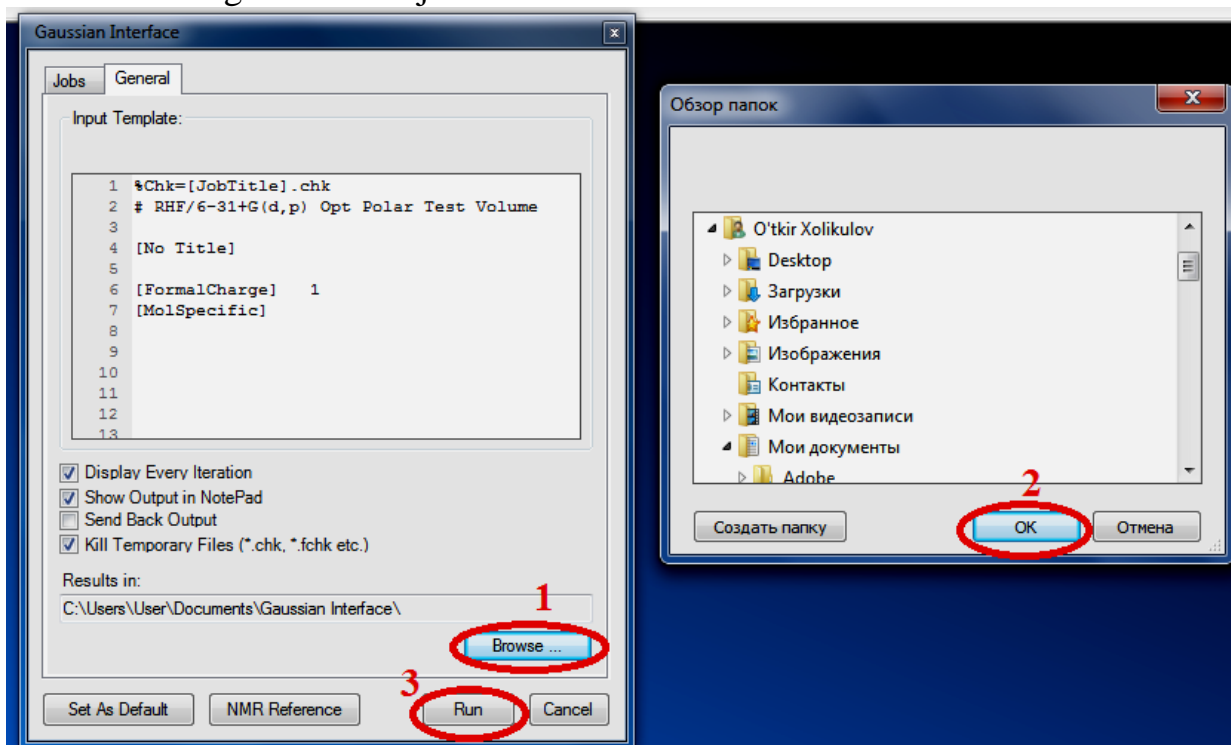


16. Soʻngra Minimize/Geometry menusi orqali quyidagi amallarni bajarasiz:

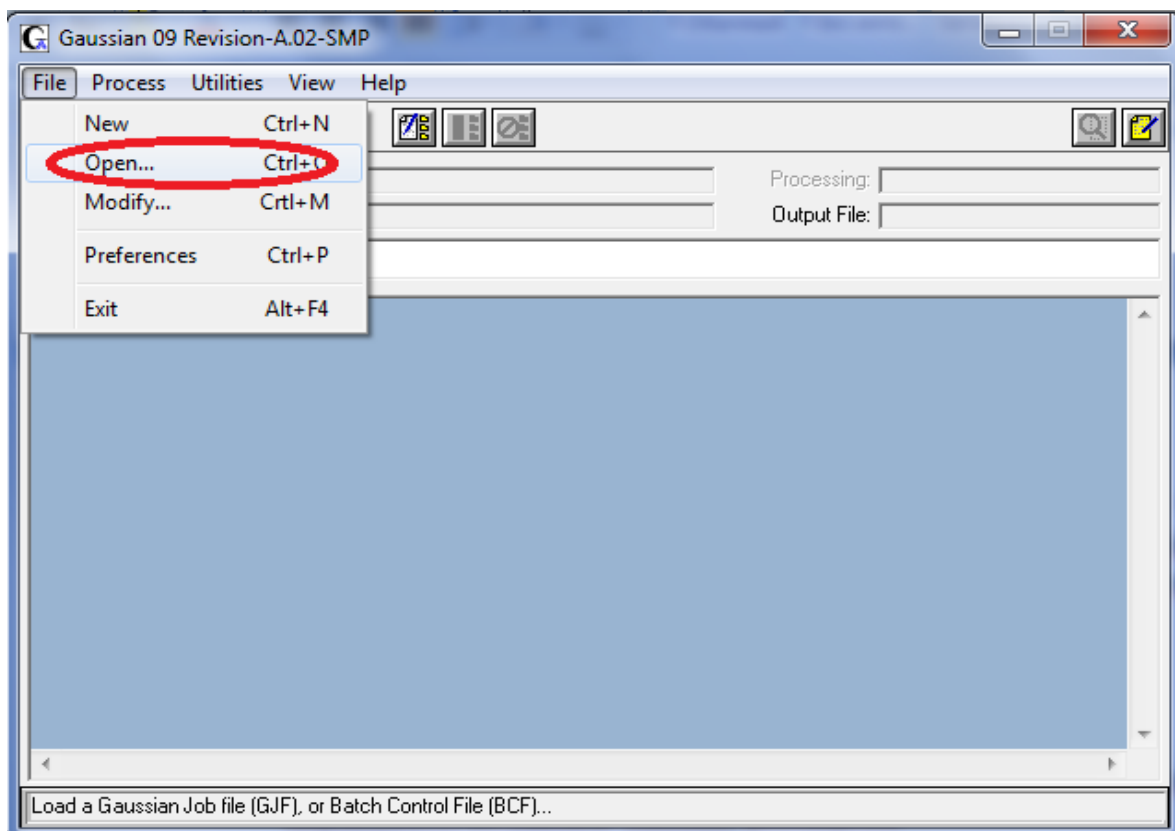




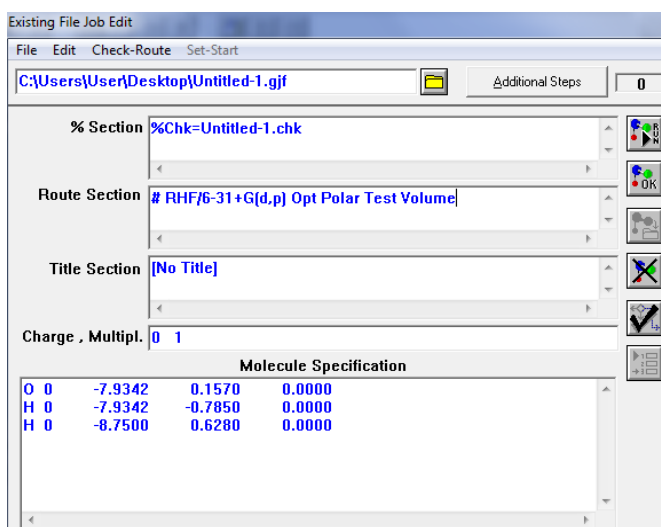
Soʻngra hisoblashni boshlash va uni hisoblangan faylni saqlash uchun quyidagi ketma-ketlikdagi amallar bajariladi:



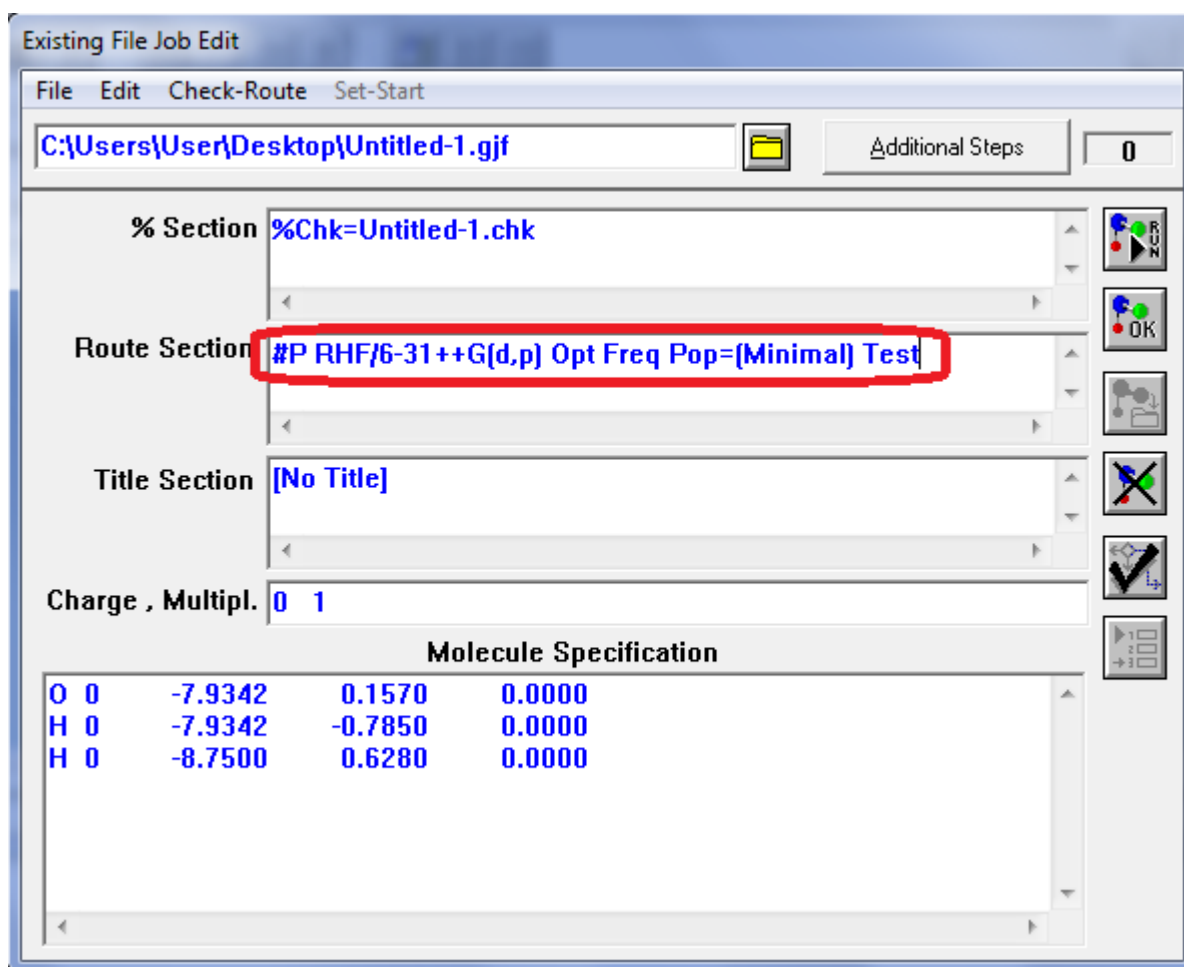
17. Hisoblab boʻlingandan soʻng, ushbu dasturdan chiqib, Gaussian 03W dasturini ishga tushurasiz. Dastur ishga tushgandan soʻng, Chem&Bio Office dasturi hisoblagan natijadagi molekulaning Z-matrissadan foydalanish maqsadida quyidagi ketma-ketlikdagi amallarni bajarasiz:



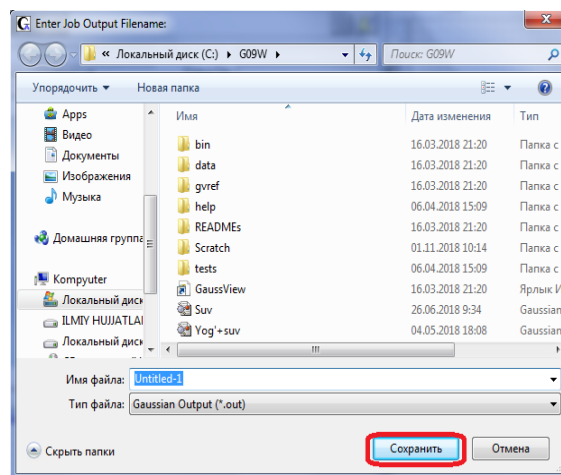
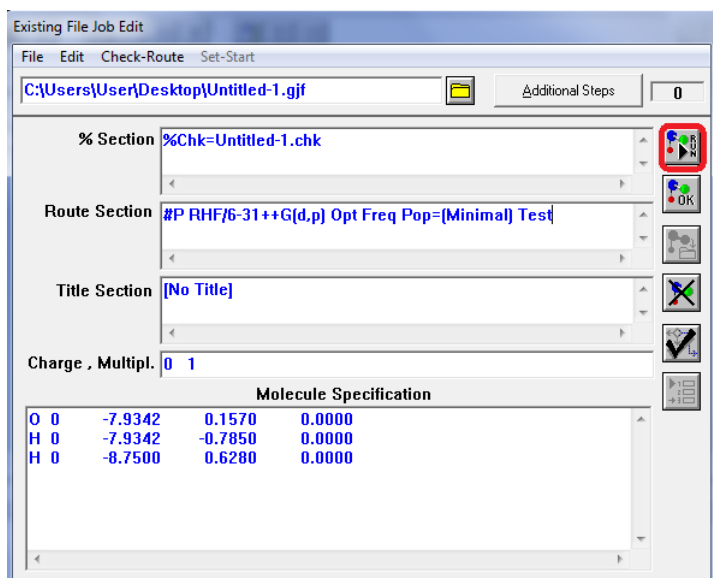
Open buyrug'i berilganda so'ng, Chem&Bio Office dasturi hisoblagan faylni (GJF tipdagi fayl) belgilaysiz. So'ngra quyidagi ko'rinishdagi oyna hosil bo'ladi.



Bunda yuqoridagi oynaning ikkinchi satriga quyidagicha o'zgarish kiritasiz:

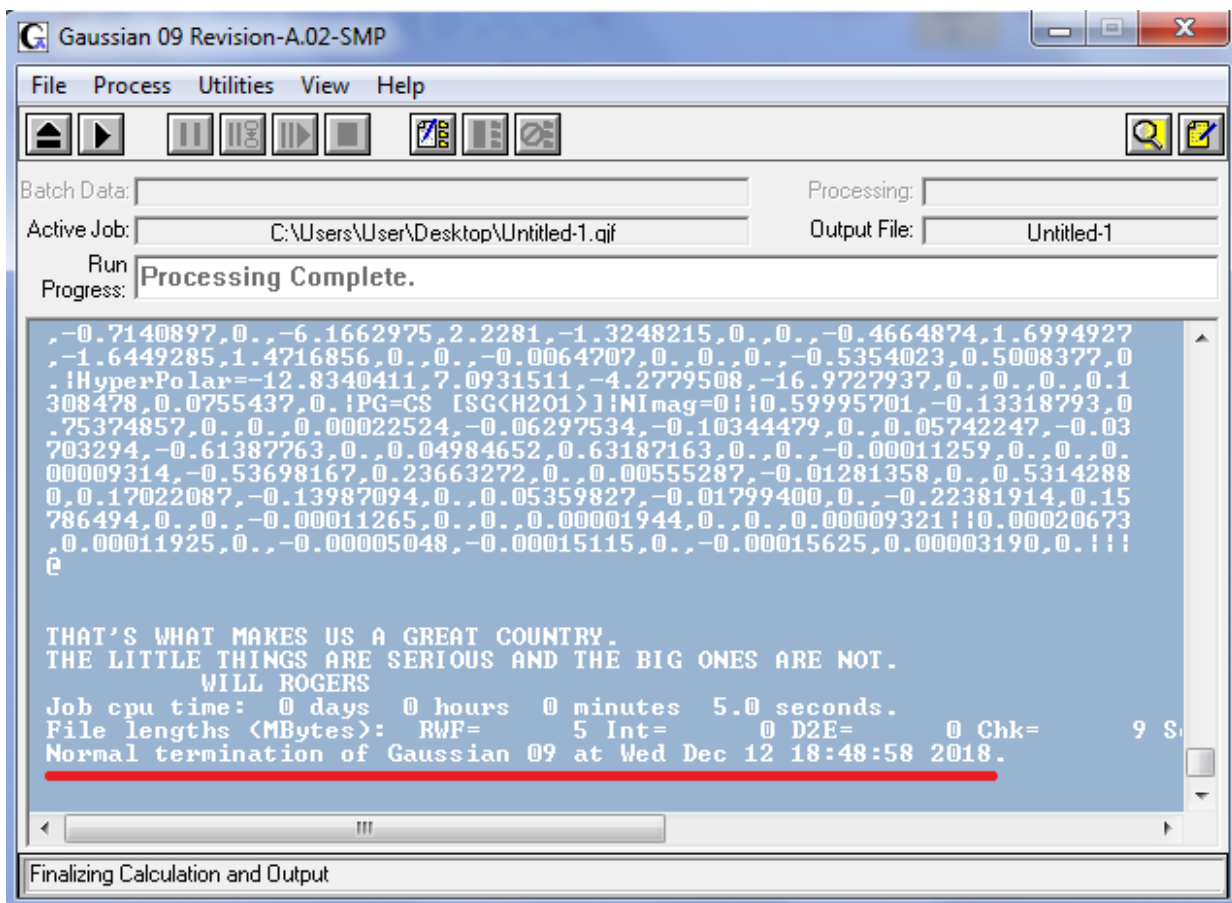


Soʻngra yana quyidagi ketma-ketlikdagi amallarni bajarasiz:

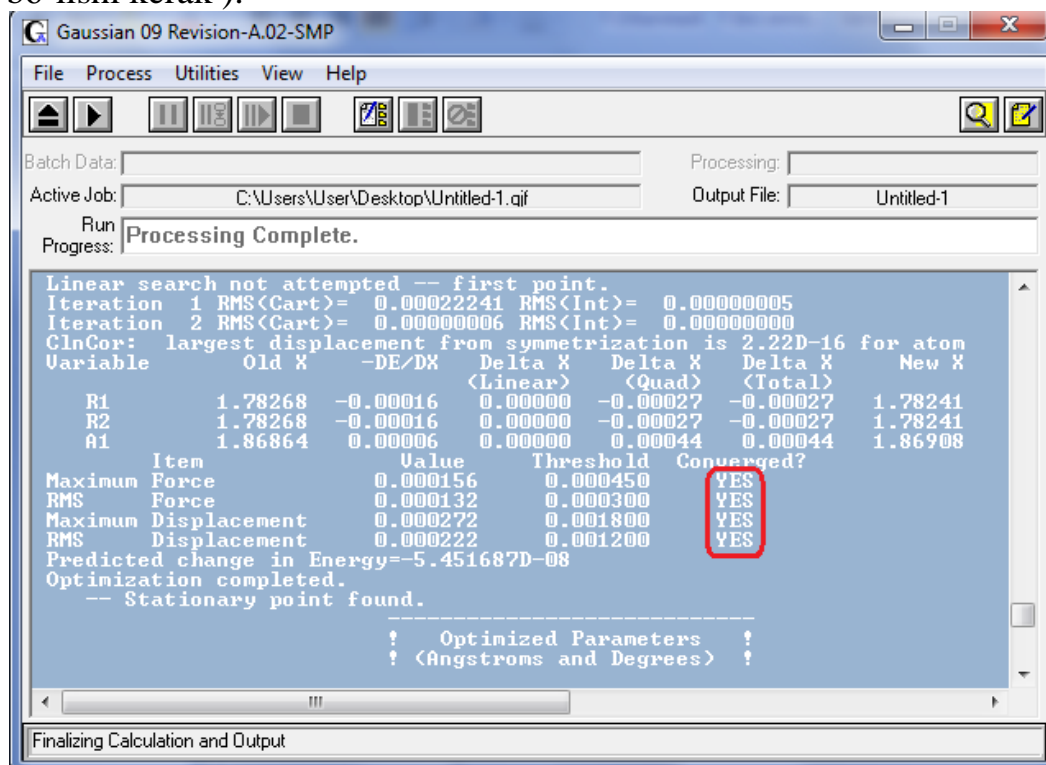


Va nihoyat dastur hisoblashlarni boshlaydi.

18.Dastur hisoblashlarni quyidagi koʻrinishda tamomlaydi.

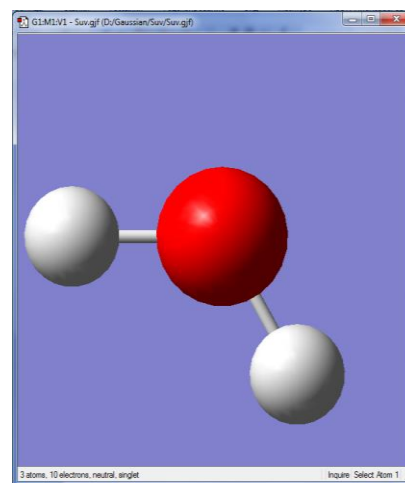
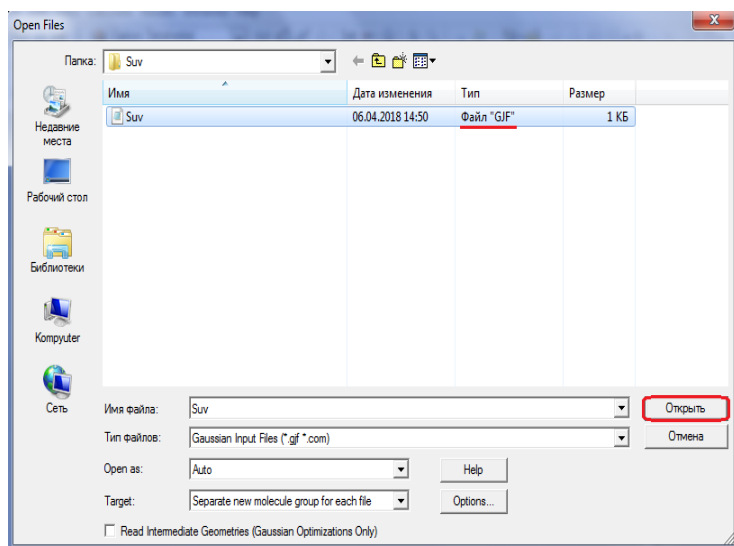
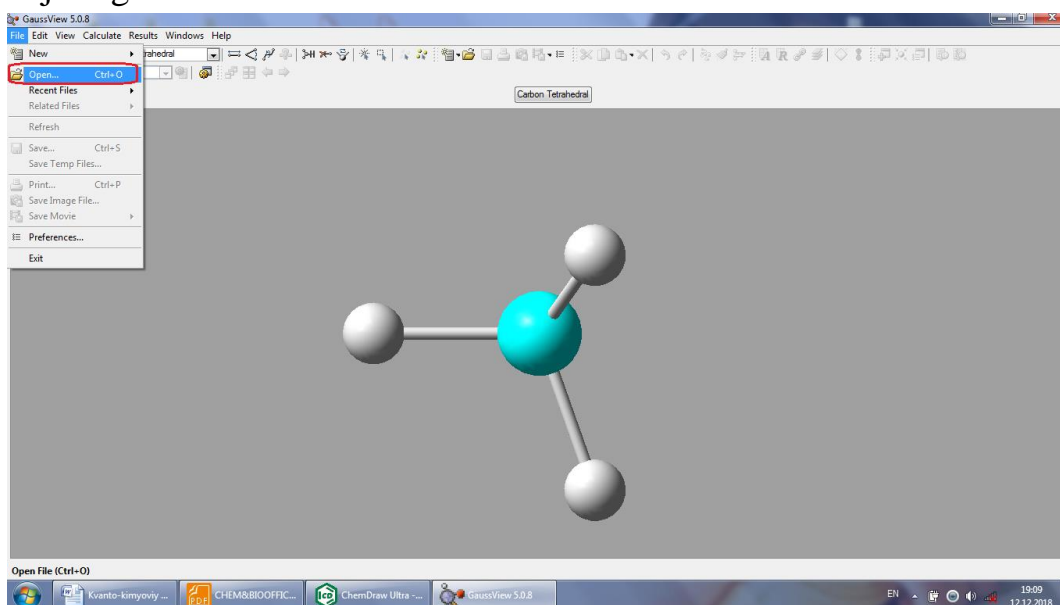


E'tibor bering! Hisoblashlar to'g'riligini tekshiring. Natijalar quyidagi ko'rinishda ekanligini tekshiring (ya'ni, YES, YES,YES,YES shaklida bo'lishi kerak).

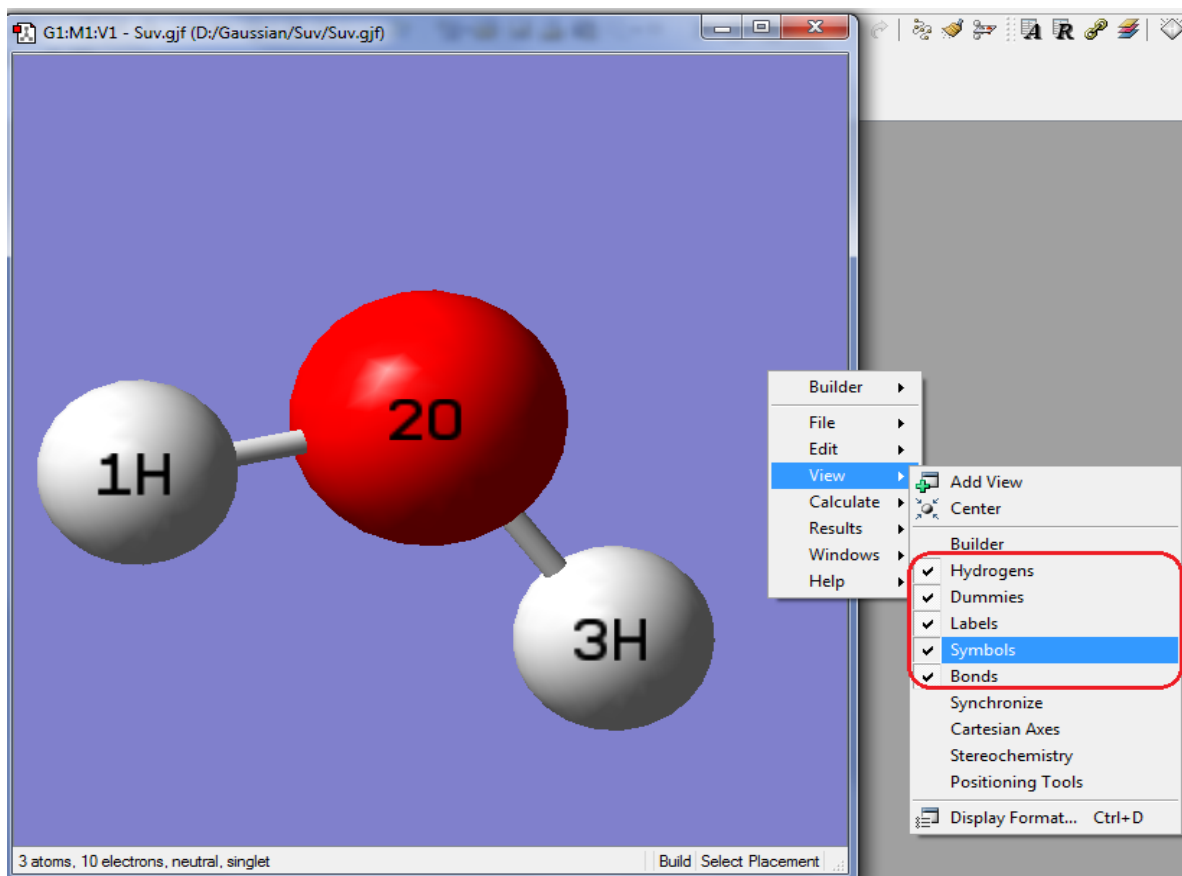


Agar yuqori ko'rinishdagidek bo'lmasa, hisoblashlar xato ekanligini bildiradi

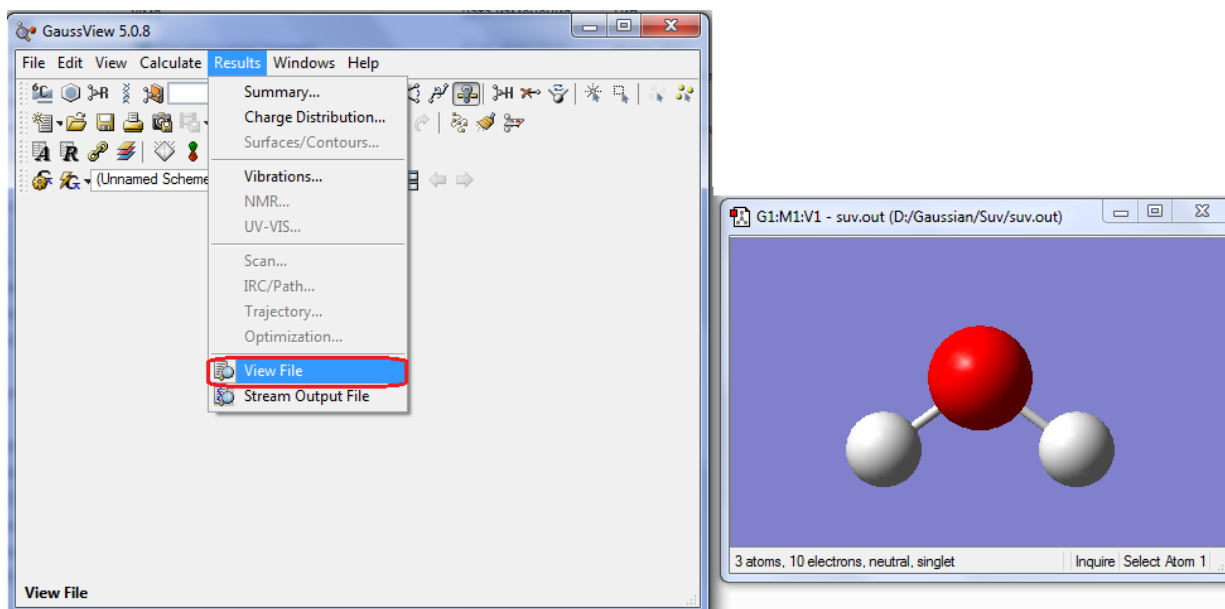
19. Olingan natijalarni ko‘rish uchun GaussView dasturidan foydalaniladi. GaussView dasturi ishga tushiring va quyidagi ketma-ketlikdagi amallar bajaring.



Molekuladagi atomlarning kimyoviy belgilari, tartib raqamlari va ular orasidagi bog‘lanishlar berilgan bo‘lmasa, ishchi oynaga sichqoncha kursorini olib borib, o‘ng tugmasi bosib va quyidagi amallarni bajaring.



20. Hisoblangan barcha natijalarni text formatida ko‘rish uchun quyidagilar amalga oshiriladi.



21. Bu hisoblash natijalari orasidan atomlar orasidagi masofa va zaryad taqsimotini quyidagi ko‘rinishda ajratib olamiz.

- Atomlardagi zaryad taqsimoti:

```

-----
Alpha virt. eigenvalues --   1.83603   1.92309   2.56940
2.60064   2.90921
Alpha virt. eigenvalues --   2.98906   2.99927   3.41017
3.78621   3.97772
Alpha virt. eigenvalues --   4.45121
Condensed to atoms (all electrons):
      1      2      3
  1 H   0.372768  0.303564 -0.034623
  2 O   0.303564  8.109454  0.303564
  3 H  -0.034623  0.303564  0.372768
Mulliken atomic charges:
      1
  1 H   0.358291
  2 O  -0.716582
  3 H   0.358291
Sum of Mulliken charges=  0.00000
Atomic charges with hydrogens summed into heavy atoms:
      1
  1 H   0.000000
  2 O   0.000000
  3 H   0.000000
Sum of Mulliken charges=  0.00000
APT atomic charges:
      1
  1 H   0.318925
  2 O  -0.637849
  3 H   0.318925
Sum of APT charges=  0.00000

```

- Atomlar orasidagi masofa:

```

-----
Distance matrix (angstroms):
      1      2      3
  1 H   0.000000
  2 O   0.943354  0.000000
  3 H   1.517283  0.943354  0.000000

```

Stoichiometry H2O

Framework group CS[SG(H2O)]

Deg. of freedom 3

Full point group CS NOp 2

Largest Abelian subgroup CS NOp 2

Largest concise Abelian subgroup C1 NOp 1

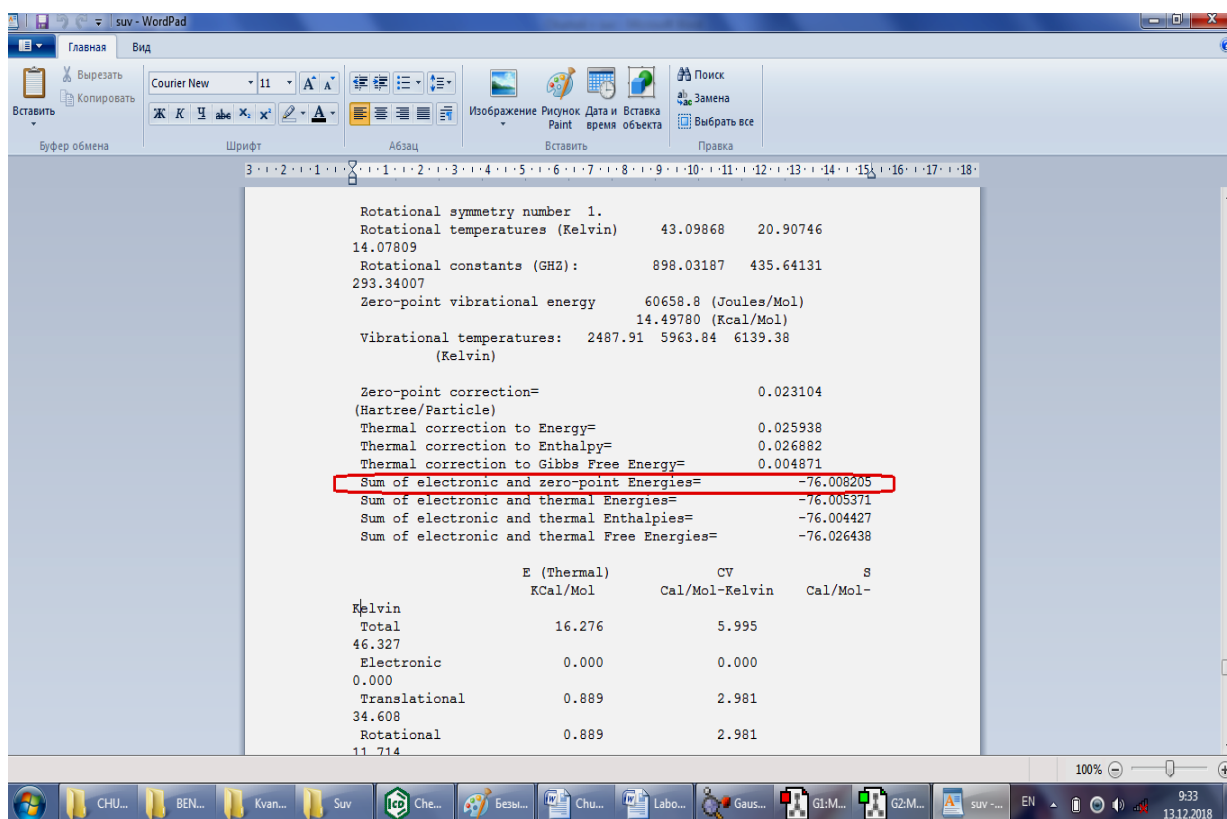
Standard orientation:

```

-----
Center Atomic Atomic Coordinates
(Angstroms)|
Number Number Type X Y
Z

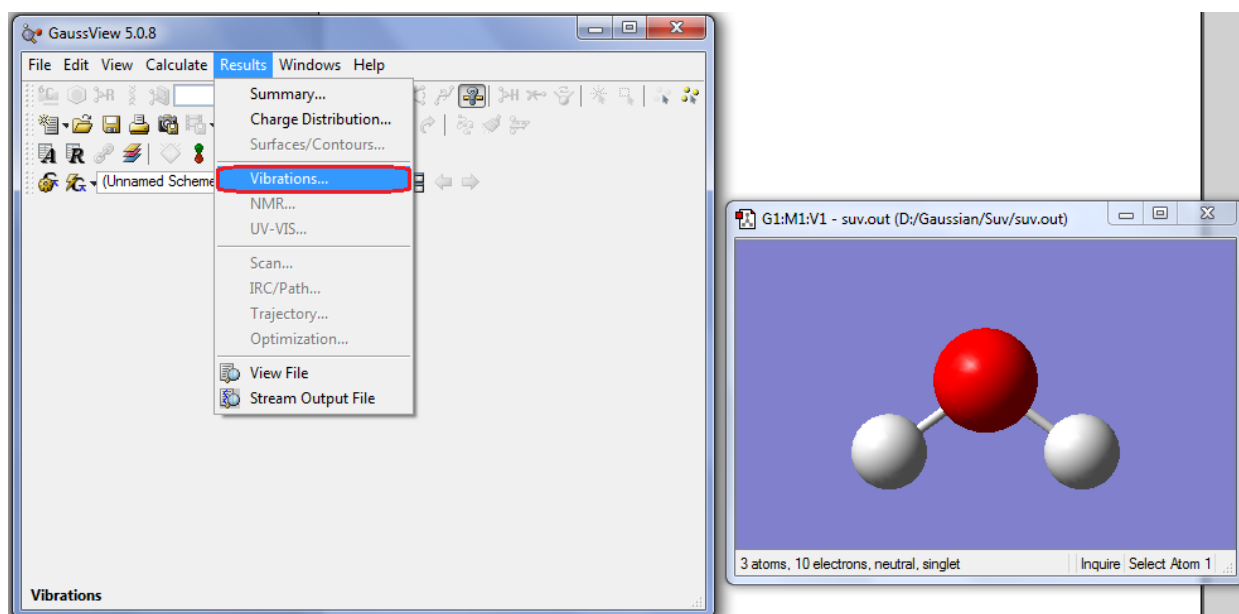
```

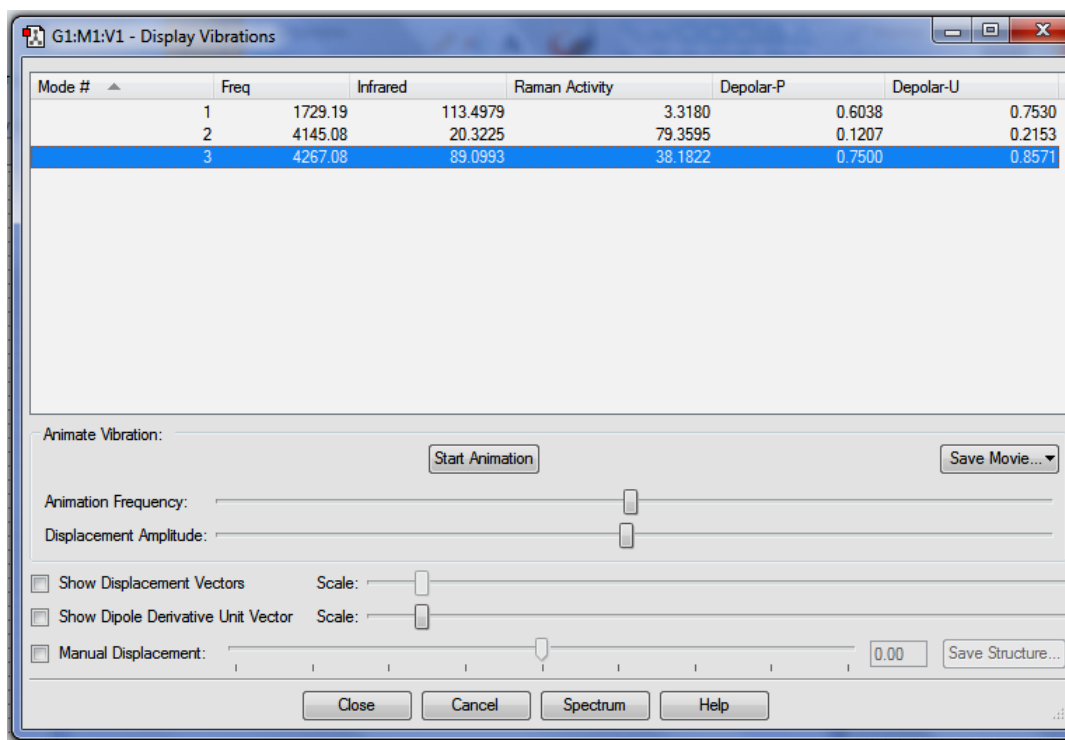
- Energiya quyidagicha aniqlanadi:



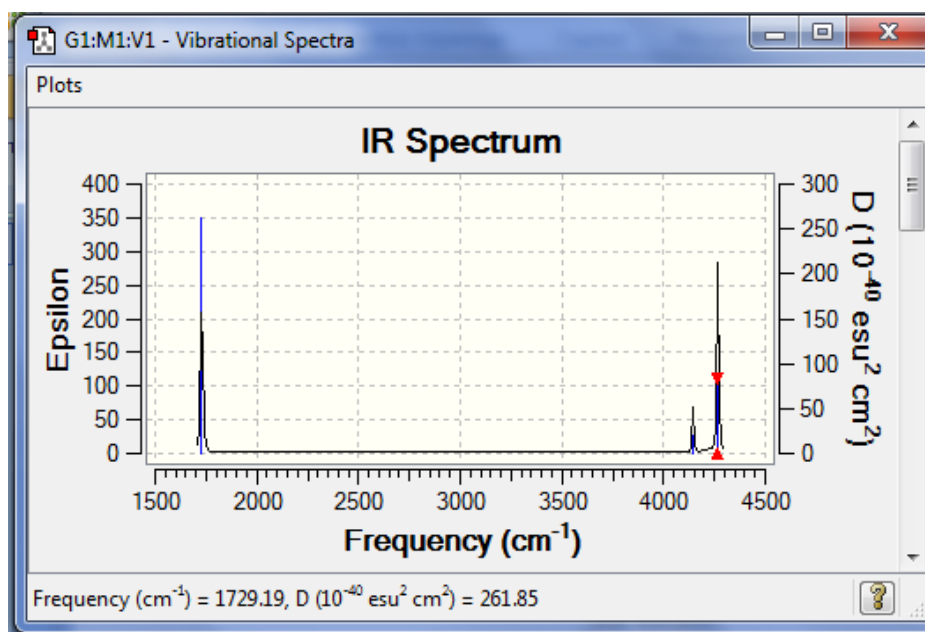
Bu energiya *Hartree* o'lchov birligida bo'lib, 1 *Hartree* = 627.5 *kcal/mol* ga tengdir.

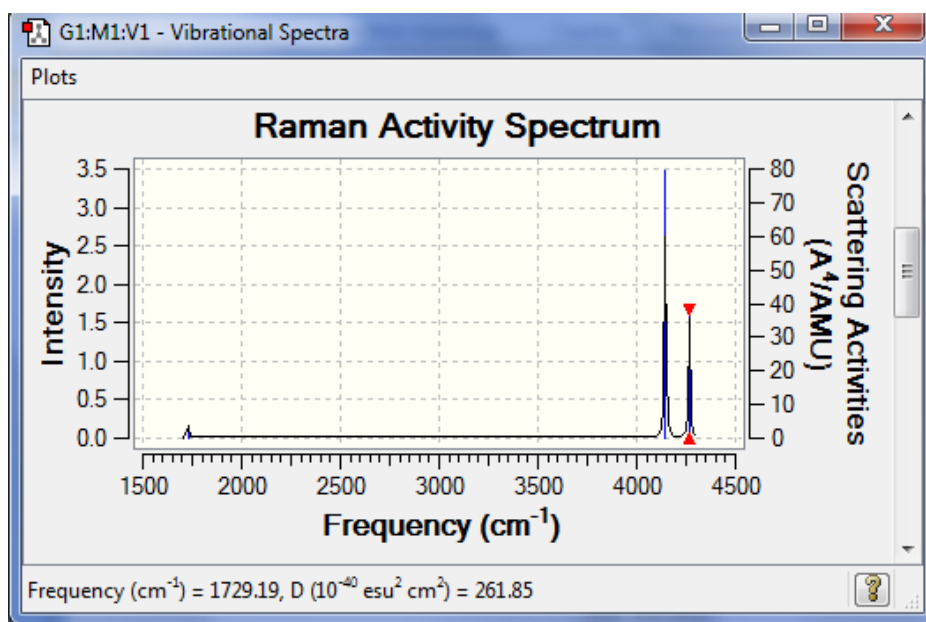
- Atomlarning tebranish chastotasi va kombinatsion sochilish hamda infraqizil yutilish spektrlarini ko'rish uchun quyidagi amallar bajariladi:



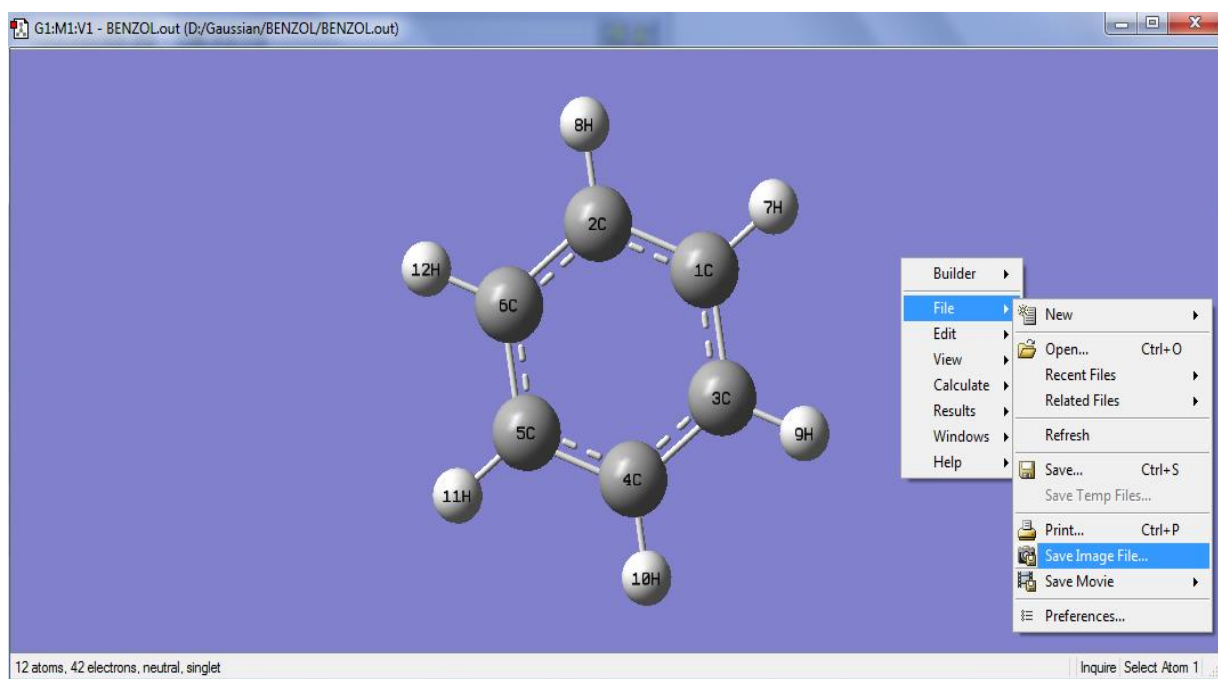


- Tebranish chastotalari molekuladagi qaysi atomlarga tegishli ekanligini animatsiya shaklida ko‘rish uchun ko‘rish uchun yuqoridagi oynadagi **Start animation**, spektrlarni ko‘rish uchun esa **Spectrum** burug‘i beriladi.





22. Molekulaning geometrik strukturasi, atomlari orasidagi masofa va zaryad taqsimotini rasm shaklida tasvirlash uchun Gauss View dasturining ishchi oynasida quyidagi amallar bajariladi hamda Paint yoki Corel Draw grafik muharrirlari yordamida atomlari orasidagi masofa va zaryad taqsimoti joylashtiriladi.



Eslatma: yuqoridagi ba'zi hisoblash va amallar suv molekulasida misolida ko'rsatilgan.

Nazorat savollari

1. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.
2. Kvanto-kimyoviy hisoblashlar qanday qonuniyatlarga asoslanadi?
3. Gaussian dasturining kamchilik va xatoliklari.
4. Shredinger tenglamasi va uning mohiyati.
5. Gaus View dasturining imkoniyatlari.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Р. Драго. Физические методы в химии. – Москва: МИР. 1981. – 197с.
2. Давыдов.А.С. Квантовая механика. Физматгиз, М. 748 с. (1963).
3. Т.Кларк “Компьютерная химия”. - Москва. Изд. “МИР” 1990. -269 с.
4. В.И.Минкин, Б.Я.Симкин, Р.М.Миняев “Теория строения молекул”.- Москва. ВШ. 1979. -359 с.
5. G‘.Murodov, H.Xushvaqtoy, “Spektroskopiya asoslari”. Samarqand 2014.
6. www.google.com.
7. www.wikipediya.ru
8. www.ziyonet.uz

LABORATORIYA ISHI №4

Kislotalarning optik parametrlarini nazariy hisoblashlar yordamida o‘rganish

Ishning maqsadi: Kvanto-kimyoviy hisoblashlar yordamida chumoli kislotasi molekulasiining geometrik strukturasi, tebranish chastotalari, atomlari orasidagi bog‘ uzunliklari hamda zaryad taqsimotini aniqlash.

Kerakli jihozlar: Gaussian-03W, Chem&Bio Office va GausView dasturlari o‘rnatilgan kompyuter.

NAZARIY QISM

Noempirik hisoblashlarning asosiy maqsadi molekula tuzilishi va energiyasini bashorat qilishdan iboratdir. Hisoblash usulini tanlash qo‘yidagilarni aniqlashga qaratilgan bo‘ladi: teng og‘irlikdagi geometrik tuzilish, to‘liq elektron energiya, potensial sirdagi lokal minimumga to‘g‘ri keluvchi garmonik chastotalar to‘plami.

Hisoblash natijalarini tajriba natijalari bilan taqqoslash jarayonida xatoliklar va yuqorida aytib o'tganimizdek, turli xil ko'paytuvchilarni bilish muhim ahamiyatga ega. Noempirik hisoblashlarda Xartri-Fok usulida organik molekularlar uchun kichik bo'lmagan bazislar to'plamida natijalar bog'lanish uzunliklari uchun 0,01 – 0,02 Å, elektron zichlik uchun 10%, valent burchaklarni aniqlashda ~1 %, konfarmatsion o'tishlar (aylanish) energiyasida < 2 kkal/mol, tebranish chastotlarida 10-12 % gacha aniqlikda xatoliklar uchraydi.

Zarracha holatini aniqlashda, zarrachaning har bir ondagi fazodagi (x, y, z) koordinatalarining aniq qiymati va impulsning o'qlar bo'yicha tashkil etuvchilarining aniq qiymatlarini aniqlash tamoyilidan kelib chiqiladi. Molekulaning elektron holati tahlili uchun Born-Oppenheimer yaqinlashishida tanlangan yadro konfiguratsiyasi uchun Shredingerning quyidagi elektron tenglamasini qarash yetarli bo'ladi.

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\psi = 0 \quad (1)$$

Ko'p elektronli sistema uchun ushbu tenglama yechimi kvant kimyosida Xartri-Fok tomonidan kiritilgan yaqinlashish asosida topiladi. Xartri-Fok umumiy energiyasi quyidagi tenglik bilan aniqlanadi:

$$E = 2 \sum_1^N \varepsilon_i - \sum_i^N \sum_{j=1}^N [2J_{ij} - K_{ij}] + \frac{Z_a Z_b}{R_{ab}} \quad (2)$$

Oxirgi had yadrolar itarishining elektrostatik energiyasini beradi. Qolgan hadlar ham atom nazariyasida ko'rsatilgandek ma'noga ega bo'ladi. Energiyaning minimizatsiyasida elektronlar bilan to'ldirilgan molekulyar orbitallar ishtirok etadi. Xartri-Fok usulida yadrolar garmonik tebranishlar chastotalari yadro koordinatalariga nisbatan umumiy energiyadan birinchi va ikkinchi tartibli hosila olish yordamida topiladi. Bu usulning umumiy analitik formulalari yechimini T.Klark, V.I.Minkin, B.Ya.Simkin, R.M.Minayayev, N.G.Baxshiyev va boshqa mualliflar kitoblaridan topish mumkin.

Gaussian dasturi va uning imkoniyatlari

Noempirik hisoblashlar taklif qilingan modelning o'lchangan natijalar bilan adekvatligini ta'minlash uchun molekulyar sistemalarda ma'lum bir yaqinlashishlar orqali Shredinger tenglamasining yechimini topish jarayoni deb qarash mumkin. Tajriba orqali olish mumkin bo'lmagan, murakkab molekulyar tuzilmalarning va effektlarning xossalarini hisoblash uchun ko'pincha noempirik hisoblashlar – «ab initio» (lotinchadan «Boshlang'ich») qo'llaniladi [23].

Bugungi kunda amaliyotda noempirik hisoblashlar uchun zamonaviy Gaussian dasturlarini qo'llab yuqori darajadagi aniqlikka erishish mumkin. **Gaussian** (*gaussian*) – molekulyar modellashtirishning turli-tuman usullarini o'zida mujassamlashtirgan molekulyar sistemalarning tuzilishi va xossalarini hisoblashga qaratilgan kompyuter dasturi. Bu dastur nobel mukofoti laureati Djon Poplo va uning tadqiqot guruhi tomonidan yaratilgan bo'lib, bugungi kunda ham yangilanib kelinmoqda. Dasturning Gaussian-2003 (G03) versiyasi Gaussian-98 (G98) versiyasidan farq qiladi. Dasturning foydalanishdagi eng so'nggisi Gaussian-09 hisoblanadi.

Kvant mexanikasining fundamental qonunlariga (bu qonunlar to'g'risida yuqoridagi bo'limlarda ma'lumotlarni qisman keltirib o'tdik) asoslangan holda Gaussian molekulyar sistemaning gaz va kompleks holatlarida ham assosiy, ham uyg'ongan holatlarida energiyasi, molekulyar tuzilishi va tebranish chastotlari, hamda bir qator molekula xossalari to'g'risida ma'lumot beradi. Bu dastur molekulani o'rganishda bir qancha sharoitlarni, qisqa vaqt yashovchi birikmalar va o'tuvchi tuzilmalarni, tajribalarda kuzatish mumkin bo'lmagan holatlarni hisobga olishi bilan bugungi kunda noempirik hisoblashlarda eng ko'p qo'llanilayotgan dastur hisoblanadi. Bundan tashqari, dastur foydalanuvchi uchun ham qulay interfeysga va yuqori samaradorlikka egaligi bilan farq qiladi.

G98 va G03 dasturiy majmuaning asosiy imkoniyatlari quyidagilardan iborat:

- Tadqiq qilinayotgan sistemaning molekulyar mexanika usullari, yarimempirik yaqinlashishlar, chegaralangan va chegaralanmagan Xartri – Fok usuli yordamida tuzilishini optimizatsiya qilish va energiyasini hisoblash;
- Korrelyasion energiyani hisobga olish imkoniyatiga ega bo'lib, analitik gradiyentlar yordamida g'alayonlanish nazariyasi, bog'langan klasterlar, konfigurasion o'z'aro ta'sir va boshqalar uchun enegiyani hisoblash;
- Yuqori molekulyar sistemalarni modellashtirish;
- Kuch doimiylarini RHF, UHF, DFT, RMP2, UMP2 va CASSCF usullar yordamida analitik hisoblash;
- Molekulaning spektral xossalarni hisoblash;
- Tadqiq qilinayotgan sistema uchun eritmaning ta'sirini hisobga olish imkoniyati va hokazo.

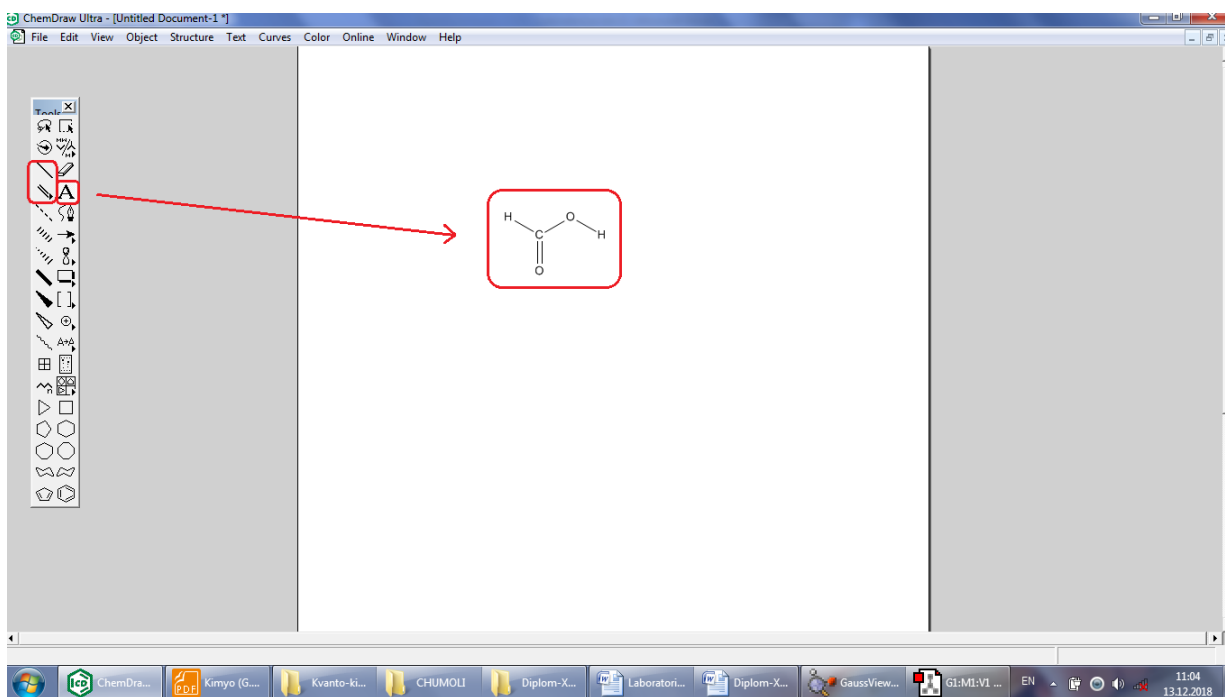
Gaussian dasturiy majmuasining kamchiligi sifatida hisoblash vaqtining kattaligi va hisoblash apparatlariga bo'lgan talabning yuqoriligini keltirish mumkin. Hisoblashlar natijalari tadqiq qilinayotgan molekulalar (fazodagi yadrolar joylashishi) tuzilishi, elektron zichligi, molekula va uning tashkil etuvchilarining umumiy energiyasi va hokazolar to'g'risida juda keng sonli ma'lumotlar to'plangan fayl ko'rinishida bo'ladi. Shuning uchun Gaussian dasturiy majmuasining hisoblash natijalarini tahlil qilish, o'rganish uchun maxsus dasturlar qo'llaniladi.

To'lqin funksiyasi xususiy vektorlarning matrisasi ko'rinishida beriladi. Bundan tashqari, o'rganilayotgan molekulalarning boshqa fizik-ximik xarakteristikalar ham energiyaning har yadro koordinatalari bo'yicha n-tartibli hosila orqali aniqlangan bo'lib, jadval va matrisalar ko'rinishida beriladi. Shuning uchun ham hisoblashlar natijalarini tahlil qilish va ulardan foydalanish juda murakkab jaaryon bo'lib, juda qiyin masala hisoblanadi. Katta massiv ko'rinishidagi natija fayllar bilan ishlash uchun maxsus interpretator-dasturlar ishlatiladi. Bu dasturlar natijalarni birinchi darajada tahlil qilish va natijalarni uch o'lchamli fazoda grafik ko'rinishida olish imkonini beradi. Bundan tashqari, keyingi hisoblashlar uchun kirish fayllarini tayyorlash mumkin.

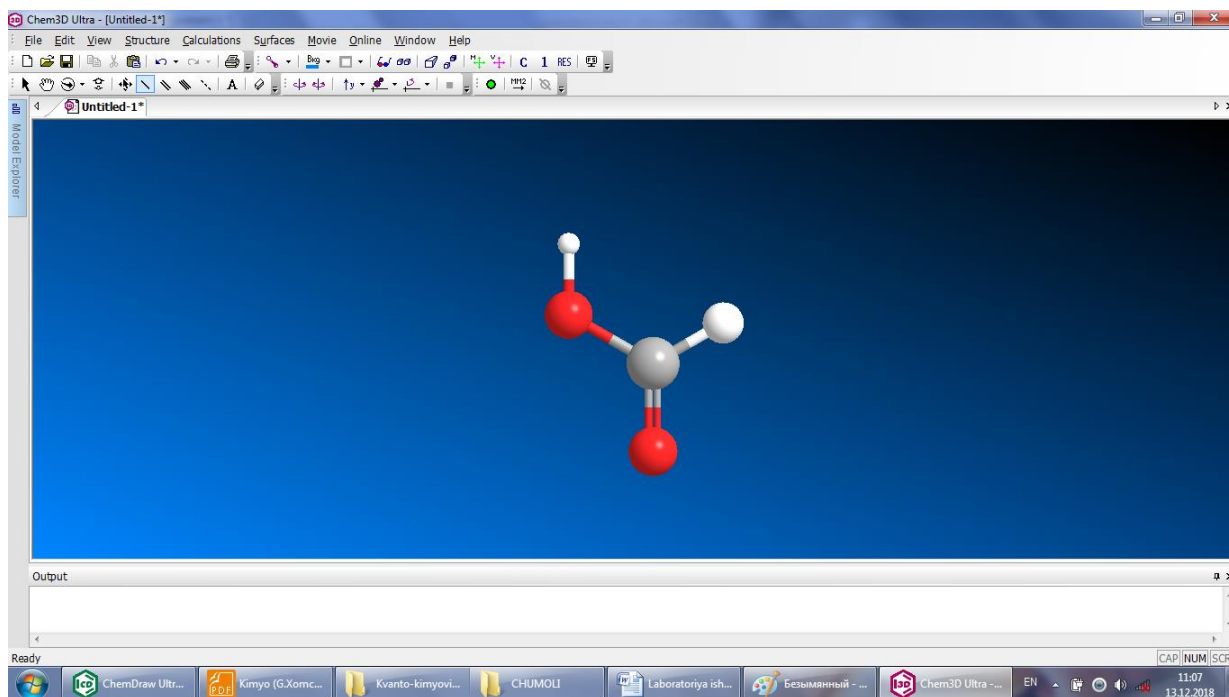
Xuddi shunday dasturlardan eng ko‘p ishlatiladiganlaridan biri GaussView – dasturi imkoniyatlariga qisqacha to‘xtalib o‘tmoqchimiz. GaussView (<http://www.gaussian.com/>) dasturi Gaussian dasturiy majmuasi yordamida amalga oshirilgan kvanto-ximik hisoblash natijalarini interpretasiya qiladi. Bu dasturning imkoniyatlaridan biri hisoblanayotgan brikmaning boshlang‘ich geometriyasini ineraktiv rejimda tayyorlash imkoniyatini berib, kirish faylini (Gauss Job File) hosil qilish va hisoblashlarni kuzatib borish imkoniyatini beradi.

ISHNING BAJARILISH TARTIBI

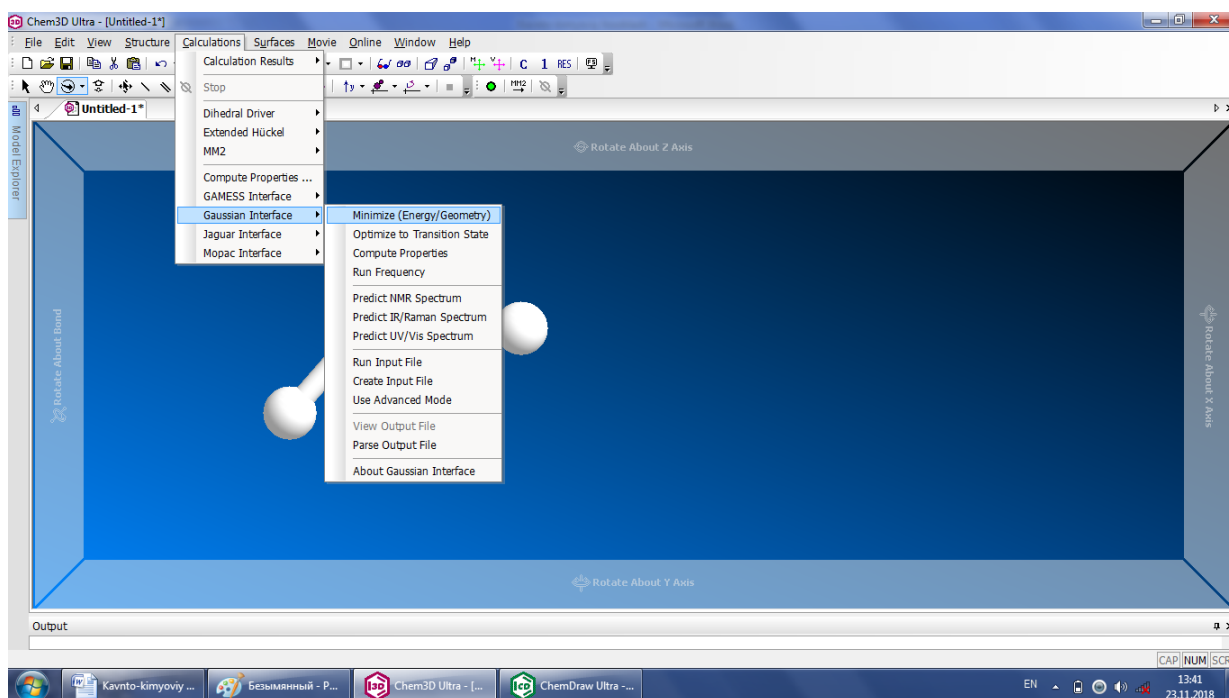
6. Kislota molekulari ustida kvanto-kimyoviy hisoblashlarni amalga oshirishdan avval uning Z-matrissani aniqlash uchun Chem&Bio Office dasturidan foydalanasiz. Buning uchun dastlab Chem&Bio Office dasturlar paketidan ChemDraw Ultra 10.0 dasturini ishga tushurasiz.
7. Dasturning ishchi oynasining chap tomonidagi uskunalar paneli yordamida molekulaning kimyoviy strukturasi chizasiz. Molekula strukturasi chizishda quyidagi rasmdagi ketma-ketlikdagi sichqoncha chap tugmasini bosgan holda amallarni bajarasiz.



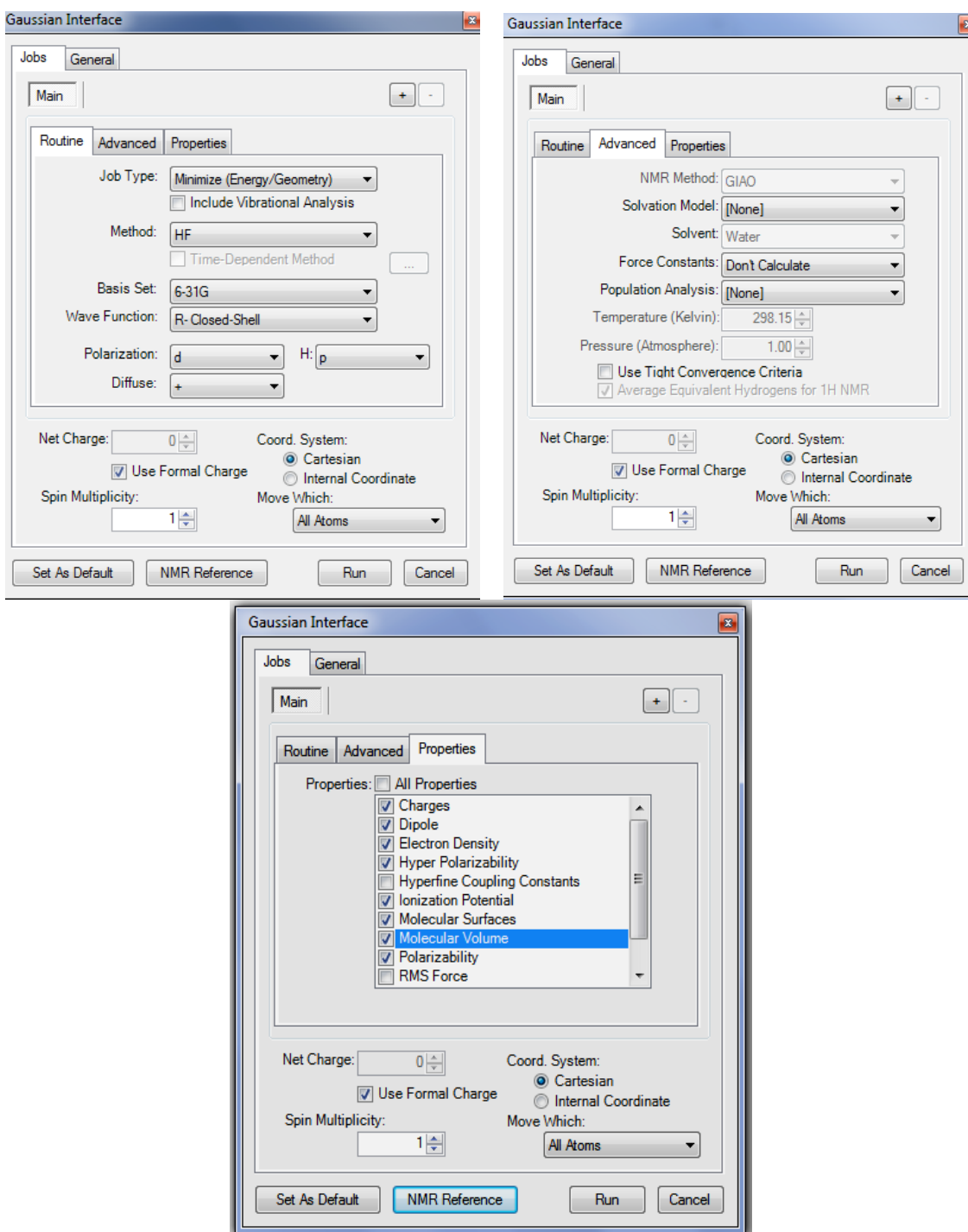
8. Chizilgan molekula strukturasi belgilab, klaviaturani **Ctrl+C** tugmalarini birgalikda bosib nusxa olamiz va Chem3D Ultra 10.0 dasturini ishga tushirasiz hamda uning ishchi oynasiga **Ctrl+V** tugmalari orqali molekulaning kimyoviy strukturasi joylashtirasiz hamda ChemDraw Ultra 10.0 ishchi oynasini yopasiz.



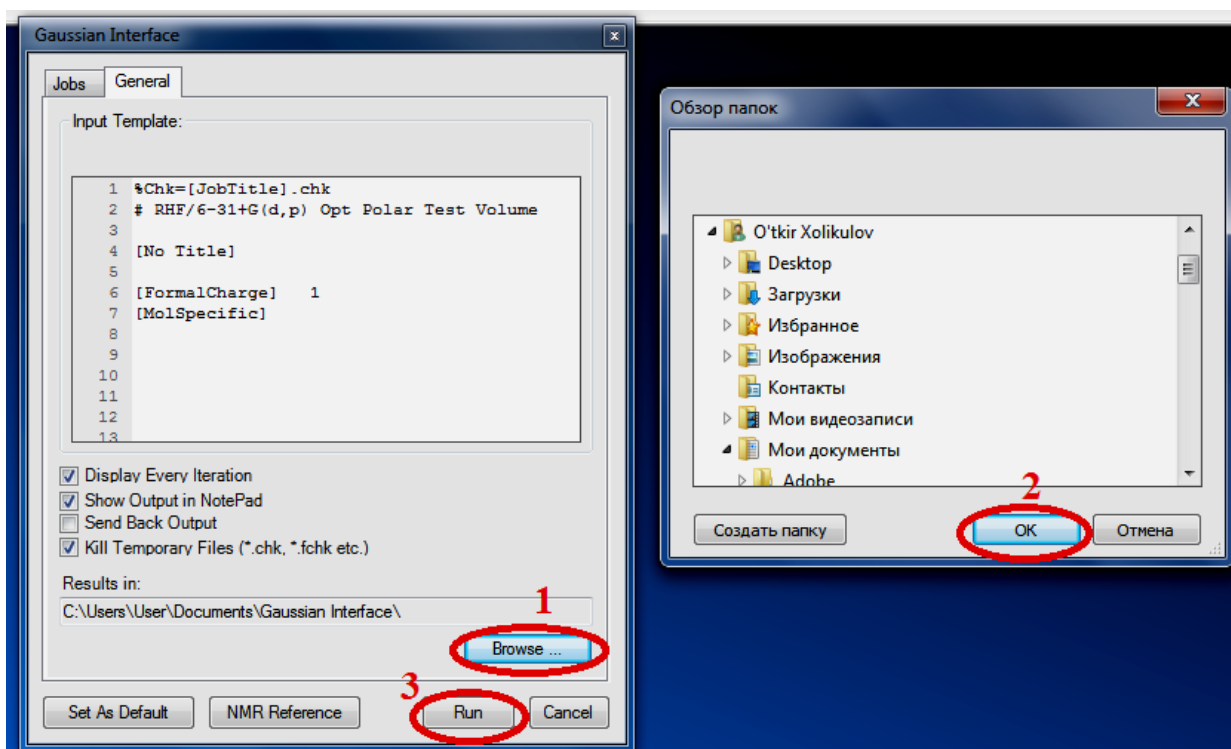
9. Chem3D Ultra 10.0 dasturi ishchi oynasining menyular satridagi *Calculations* menyusini tanlaymiz va quyidagi rasmdagi ketma-ketlikni bajarasiz:



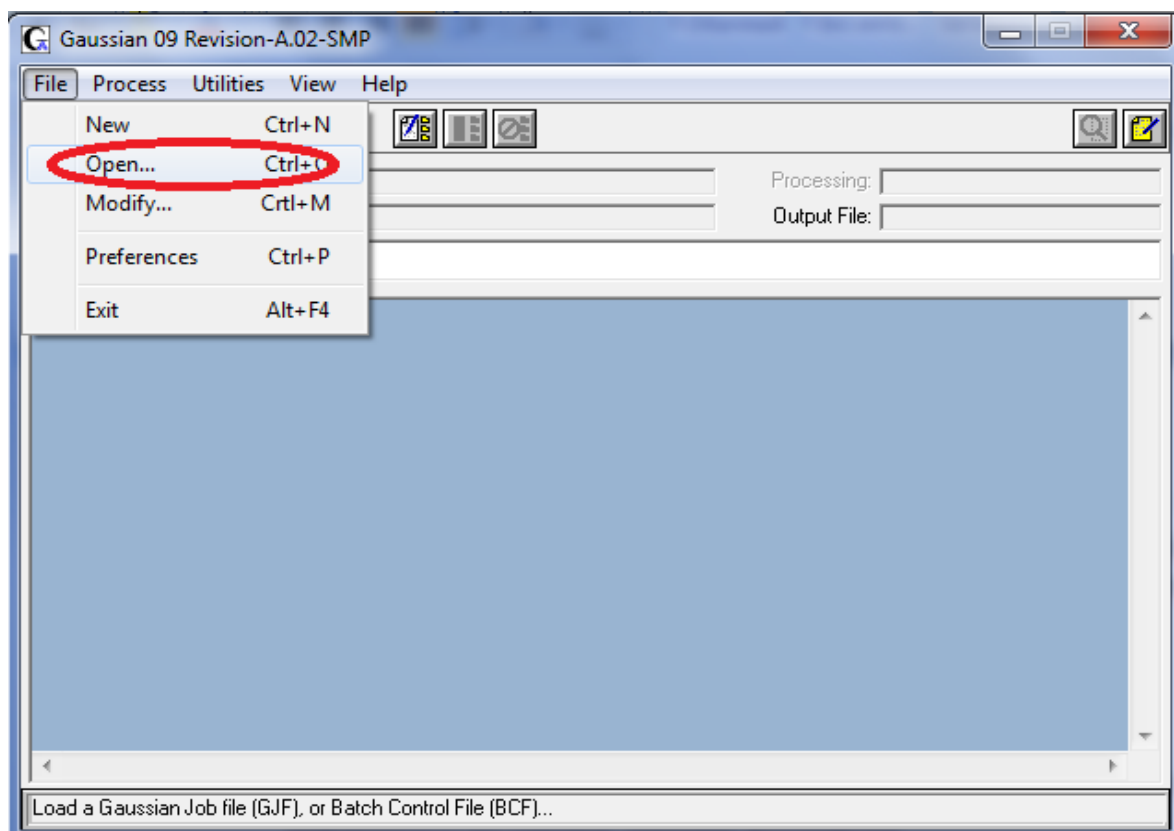
10. Soʻngra Minimize/Geometry menusi orqali quyidagi amallarni bajarasiz:



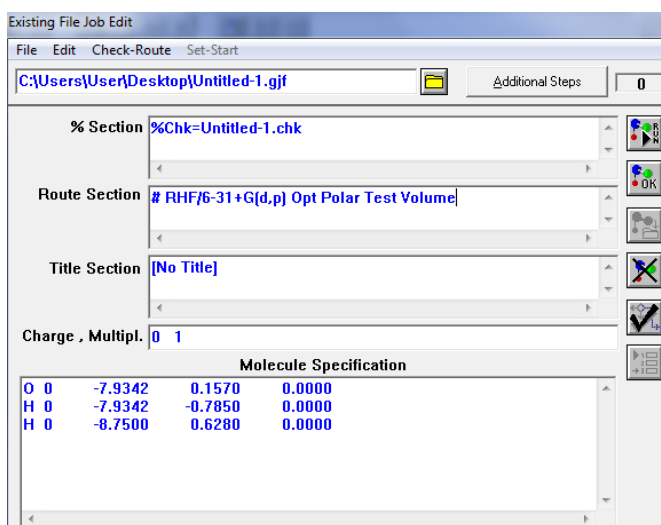
Soʻngra hisoblashni boshlash va uni hisoblangan faylini saqlash uchun quyidagi ketma-ketlikdagi amallar bajariladi:



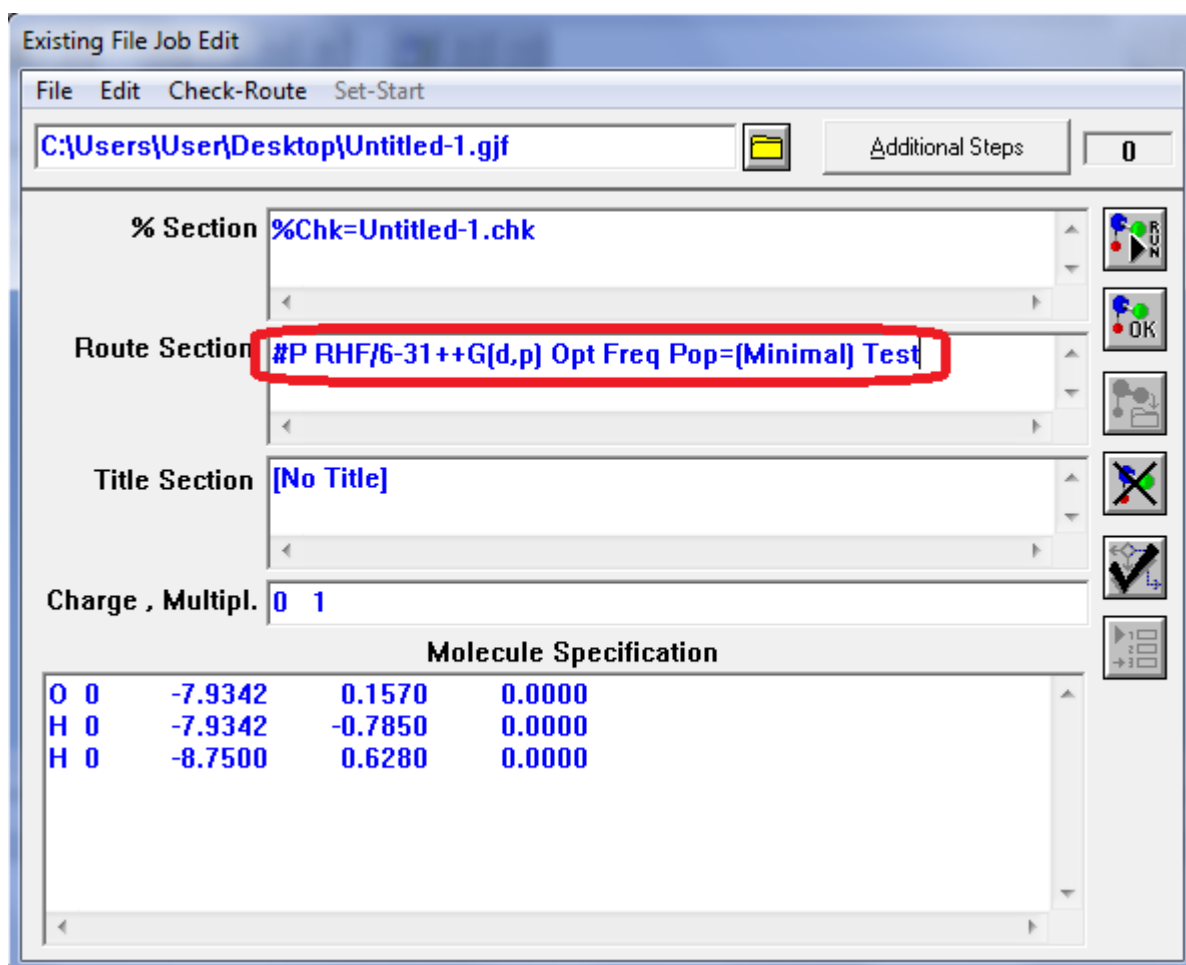
11. Hisoblab bo'lingandan so'ng, ushbu dasturdan chiqib, Gaussian 09W dasturini ishga tushurasiz. Dastur ishga tushgandan so'ng, Chem&Bio Office dasturi hisoblagan natijadagi molekulaning Z-matrissadan foydalanish maqsadida quyidagi ketma-ketlikdagi amallarni bajarasiz:



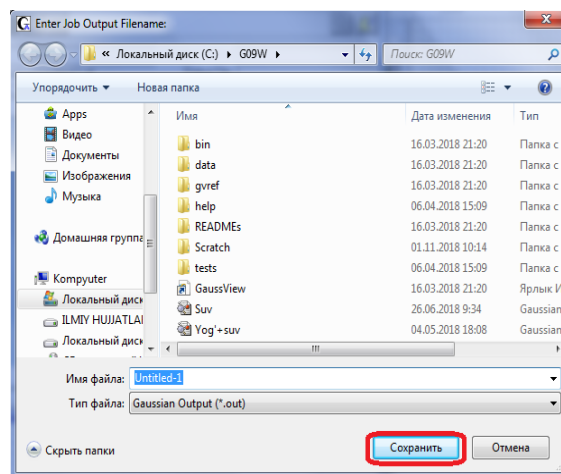
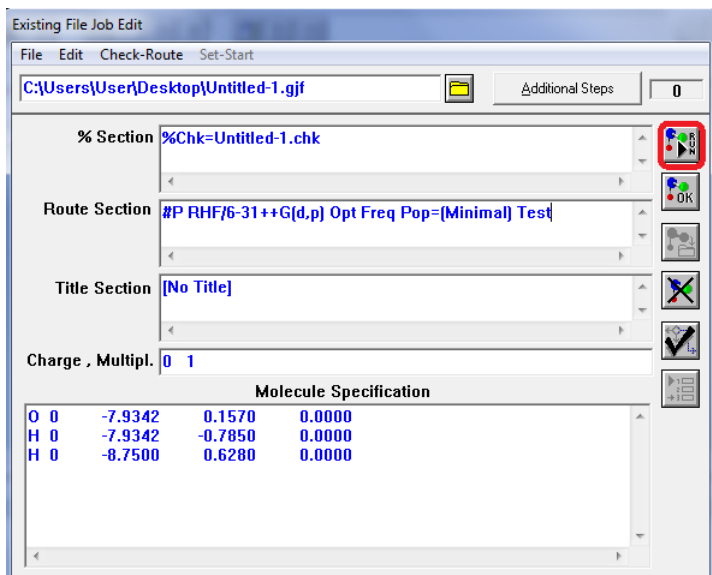
Open buyrug'i berilganda so'ng, Chem&Bio Office dasturi hisoblagan faylni (GJF tipdagi fayl) belgilaysiz. So'ngra quyidagi ko'rinishdagi oyna hosil bo'ladi.



Bunda yuqoridagi oynaning ikkinchi satriga quyidagicha o'zgarish kiritasiz:

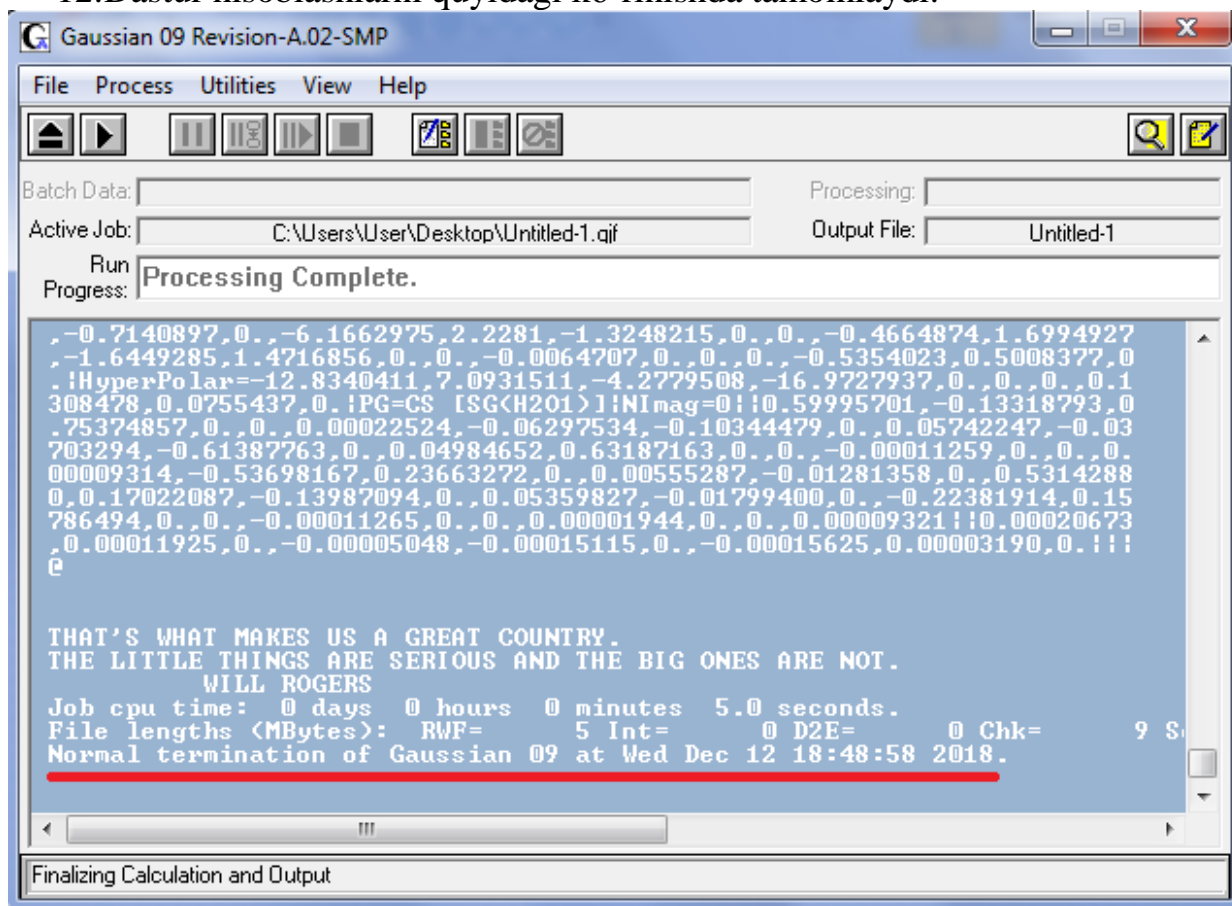


So'ngra yana quyidagi ketma-ketlikdagi amallarni bajarasiz:

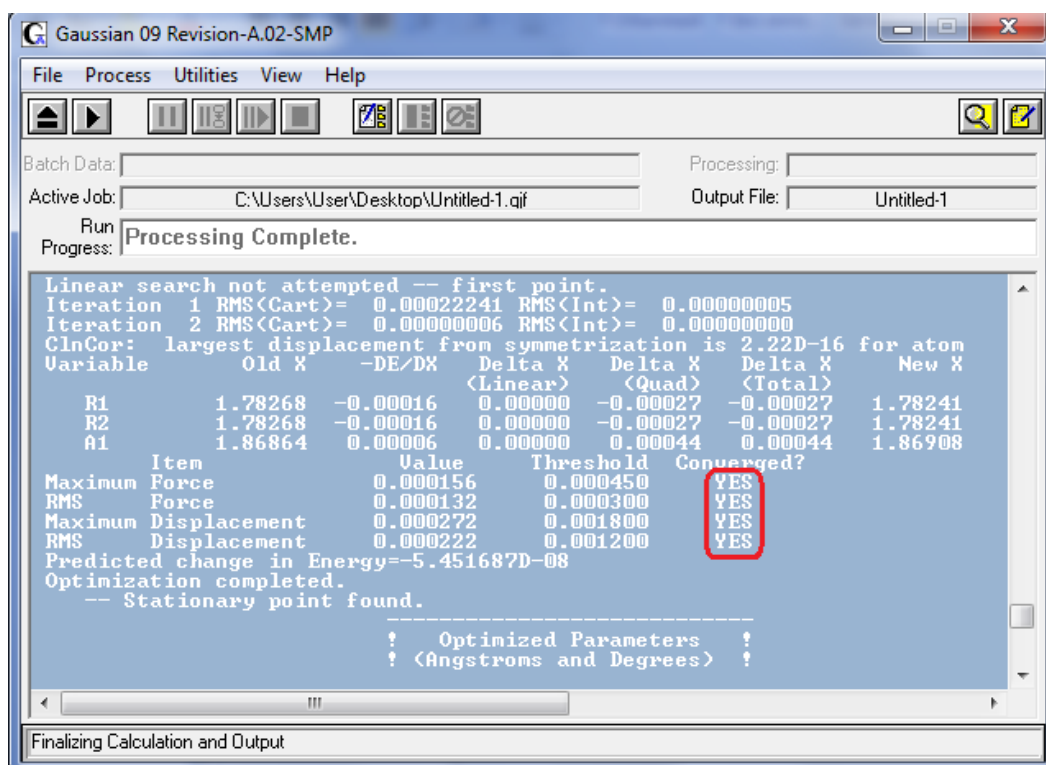


Va nihoyat dastur hisoblashlarni boshlaydi.

12.Dastur hisoblashlarni quyidagi ko‘rinishda tamomlaydi.

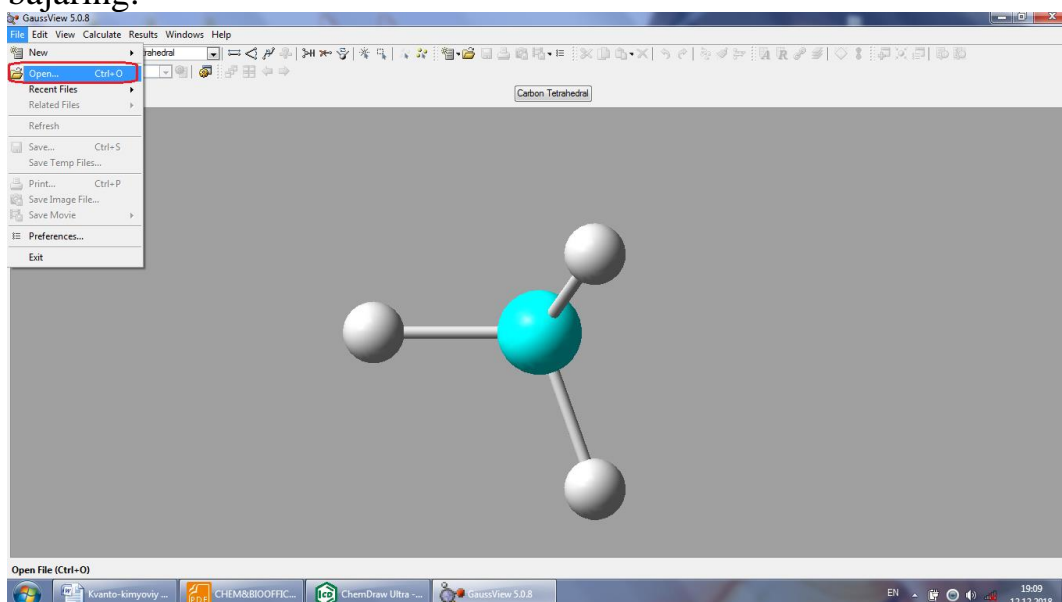


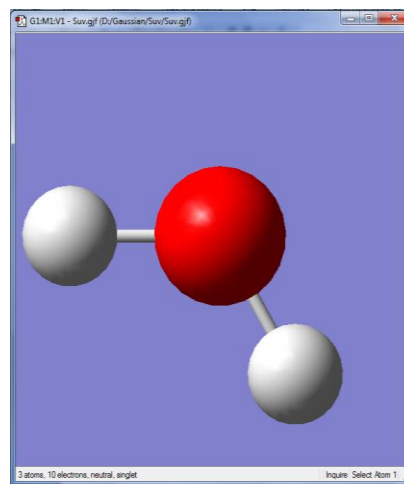
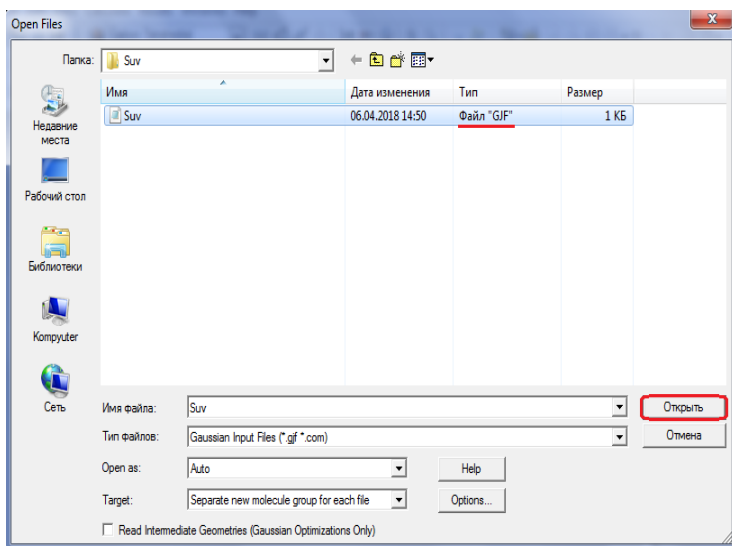
E'tibor bering! Hisoblashlar to'g'riligini tekshiring. Natijalar quyidagi ko'rinishda ekanligini tekshiring (ya'ni, YES, YES,YES,YES shaklida bo'lishi kerak).



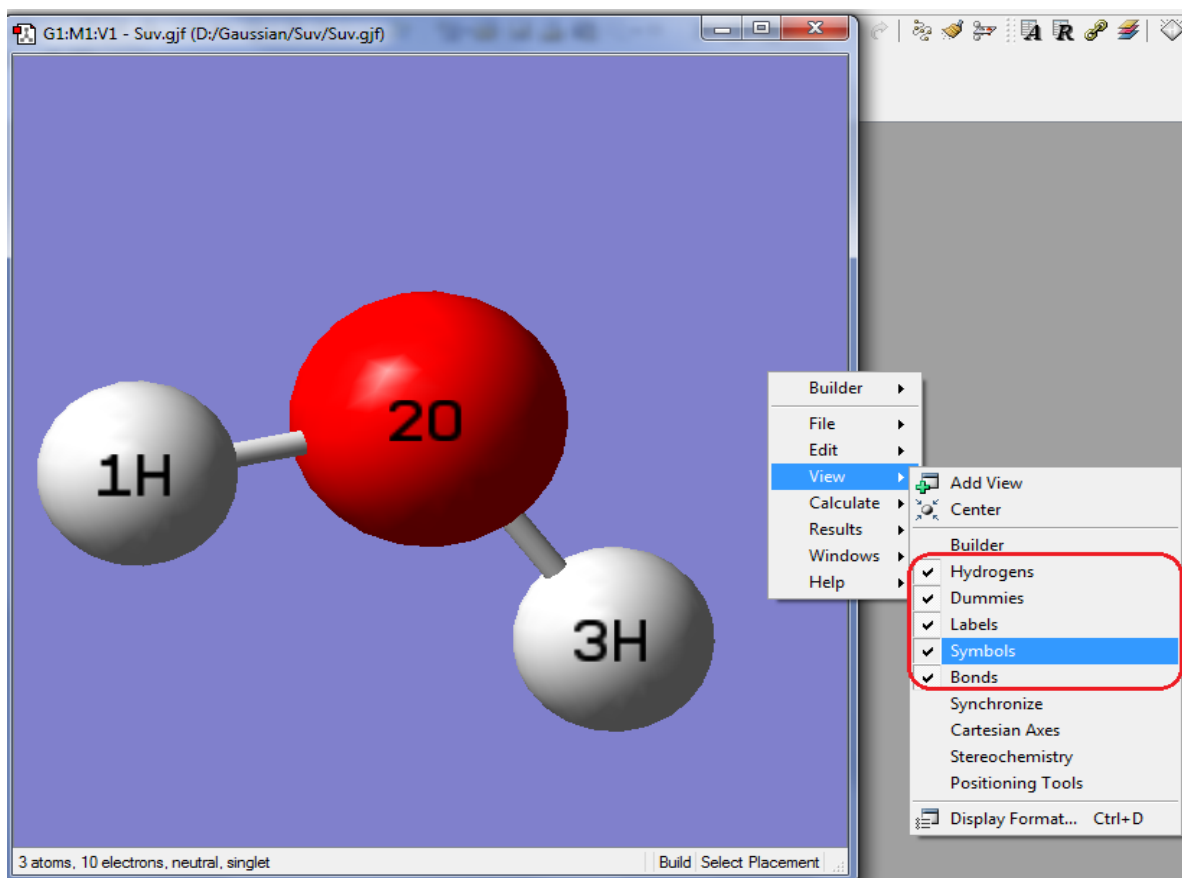
Agar yuqoridagidek ko‘rinishda bo‘lmasa, hisoblashlar xato ekanligini bildiradi.

13. Olingan natijalarni ko‘rish uchun GaussView dasturidan foydalaniladi. GaussView dasturini ishga tushiring va quyidagi ketma-ketlikdagi amallarni bajaring:

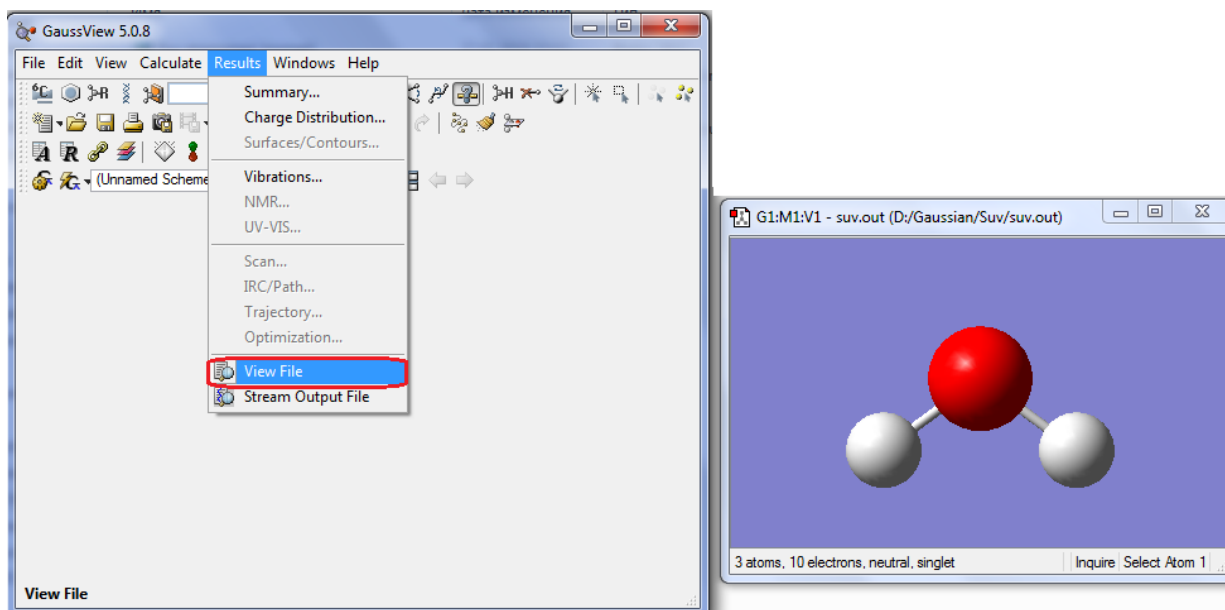




Molekuladagi atomlarning kimyoviy belgilari, tartib raqamlari va ular orasidagi bogʻlanishlar berilgan boʻlmasa, ishchi oynaga sichqoncha kursorini olib borib, oʻng tugmasini bosib va quyidagi amallarni bajaring:



14. Hisoblangan barcha natijalarni text formatida koʻrish uchun quyidagilar amalga oshiriladi.



15. Bu hisoblash natijalari orasidan atomlar orasidagi masofa va zaryad taqsimotini quyidagi ko‘rinishda ajratib olasiz.

- Atomlardagi zaryad taqsimoti:

```

-----
Alpha virt. eigenvalues -- 1.83603 1.92309 2.56940
2.60064 2.90921
Alpha virt. eigenvalues -- 2.98906 2.99927 3.41017
3.78621 3.97772
Alpha virt. eigenvalues -- 4.45121
Condensed to atoms (all electrons):
      1      2      3
  1 H  0.372768  0.303564 -0.034623
  2 O  0.303564  8.109454  0.303564
  3 H -0.034623  0.303564  0.372768
Mulliken atomic charges:
      1
  1 H  0.358291
  2 O -0.716582
  3 H  0.358291
Sum of Mulliken charges= 0.00000
Atomic charges with hydrogens summed into heavy atoms:
      1
  1 H  0.000000
  2 O  0.000000
  3 H  0.000000
Sum of Mulliken charges= 0.00000
APT atomic charges:
      1
  1 H  0.318925
  2 O -0.637849
  3 H  0.318925
Sum of APT charges= 0.00000

```

- Atomlar orasidagi masofa:

```

-----
                        Distance matrix (angstroms):
                        1         2         3
1 H      0.000000
2 O      0.943354   0.000000
3 H      1.517283   0.943354   0.000000
-----

```

```

Stoichiometry      H2O
Framework group   CS[SG(H2O)]
Deg. of freedom   3
Full point group   CS      NOp   2
Largest Abelian subgroup   CS      NOp   2
Largest concise Abelian subgroup C1      NOp   1
-----
                        Standard orientation:
-----

```

```

Center      Atomic      Atomic      Coordinates
(Angstroms)|
Number      Number      Type          X          Y
Z

```

- Energiya quyidagicha aniqlanadi:

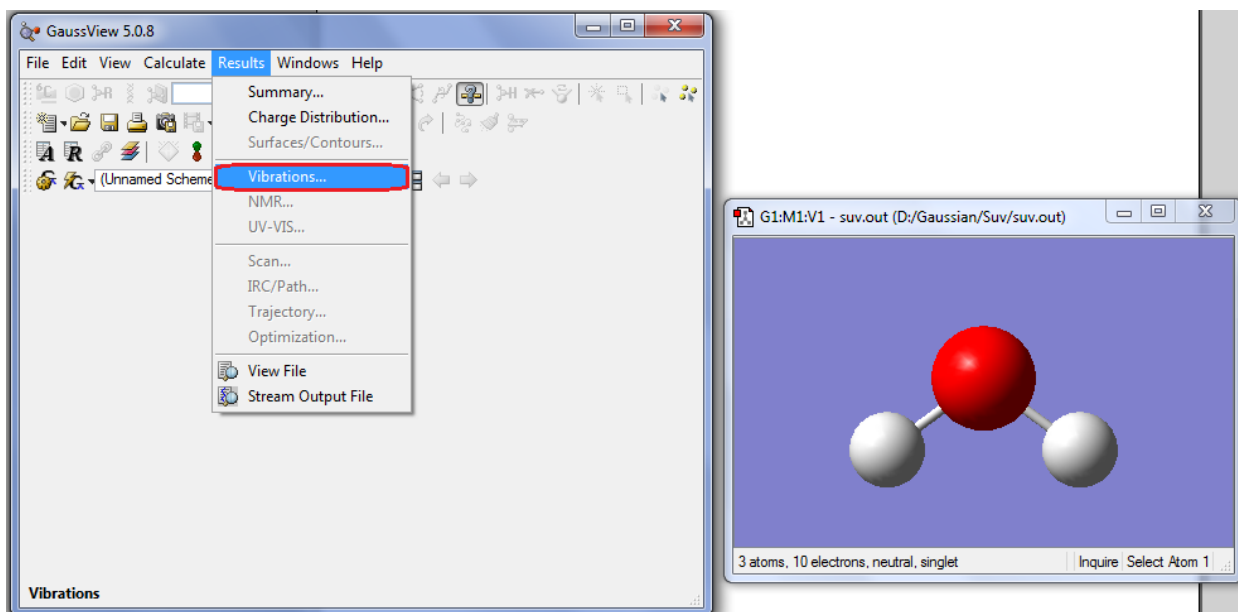
Rotational symmetry number 1.
 Rotational temperatures (Kelvin) 43.09868 20.90746
 14.07809
 Rotational constants (GHZ): 898.03187 435.64131
 293.34007
 Zero-point vibrational energy 60658.8 (Joules/Mol)
 14.49780 (Kcal/Mol)
 Vibrational temperatures: 2487.91 5963.84 6139.38
 (Kelvin)

Zero-point correction= 0.023104
 (Hartree/Particle)
 Thermal correction to Energy= 0.025938
 Thermal correction to Enthalpy= 0.026882
 Thermal correction to Gibbs Free Energy= 0.004871
Sum of electronic and zero-point Energies= -76.008205
 Sum of electronic and thermal Energies= -76.005371
 Sum of electronic and thermal Enthalpies= -76.004427
 Sum of electronic and thermal Free Energies= -76.026438

	E (Thermal) KCal/Mol	CV Cal/Mol-Kelvin	S Cal/Mol-
Kelvin			
Total	16.276	5.995	
46.327			
Electronic	0.000	0.000	
0.000			
Translational	0.889	2.981	
34.608			
Rotational	0.889	2.981	
11.714			

Bu energiya *Hartree* o'lchov birligida bo'lib, 1 *Hartree* = 627.5 kkal/mol ga tengdir.

- Atomlarning tebranish chastotasi va kombinatsion sochilish hamda infraqizil yutilish spektrlarini ko'rish uchun quyidagi amallar bajariladi:



G1:M1:V1 - Display Vibrations

Mode #	Freq	Infrared	Raman Activity	Depolar-P	Depolar-U
1	1729.19	113.4979	3.3180	0.6038	0.7530
2	4145.08	20.3225	79.3595	0.1207	0.2153
3	4267.08	89.0993	38.1822	0.7500	0.8571

Animate Vibration:

Animation Frequency:

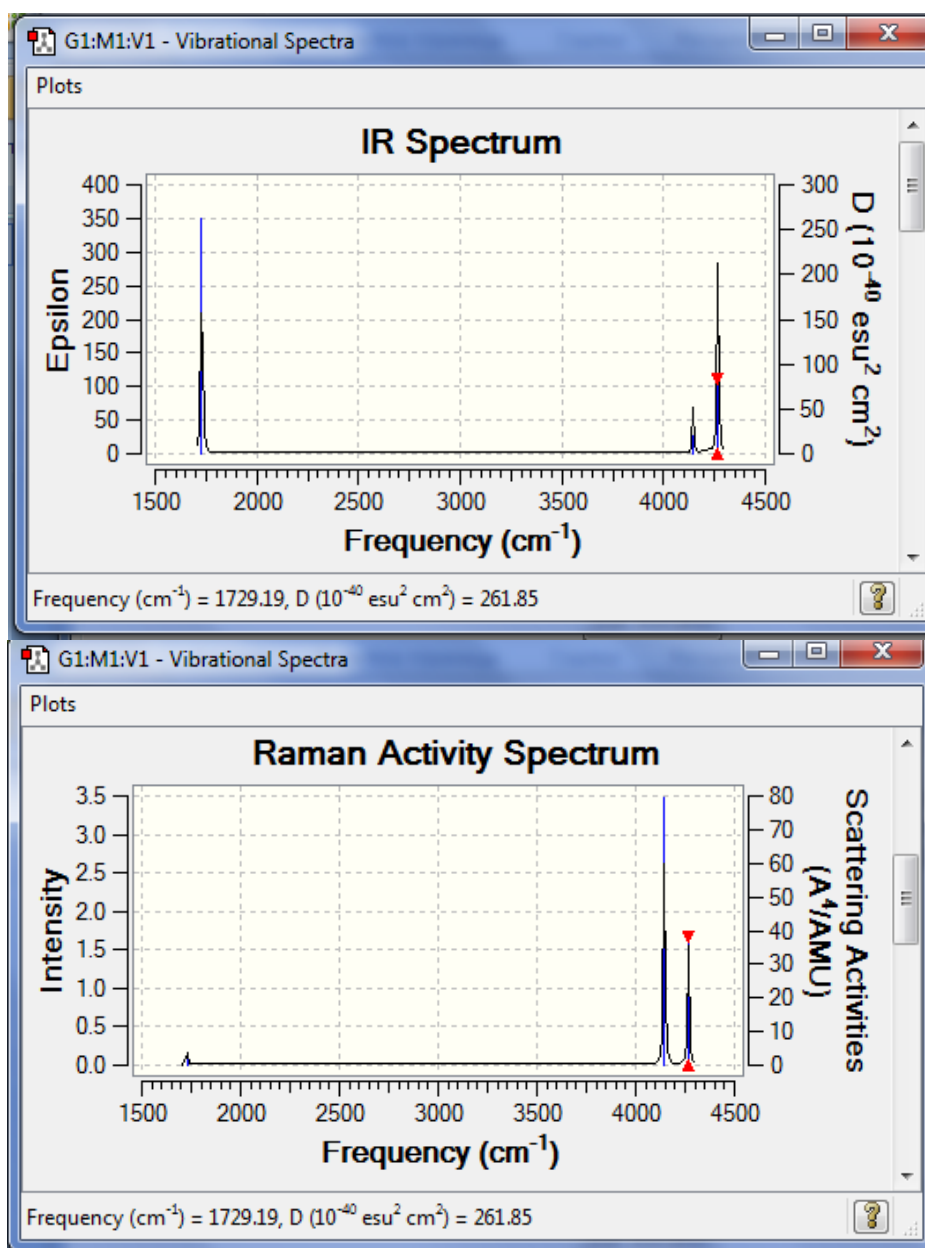
Displacement Amplitude:

Show Displacement Vectors Scale:

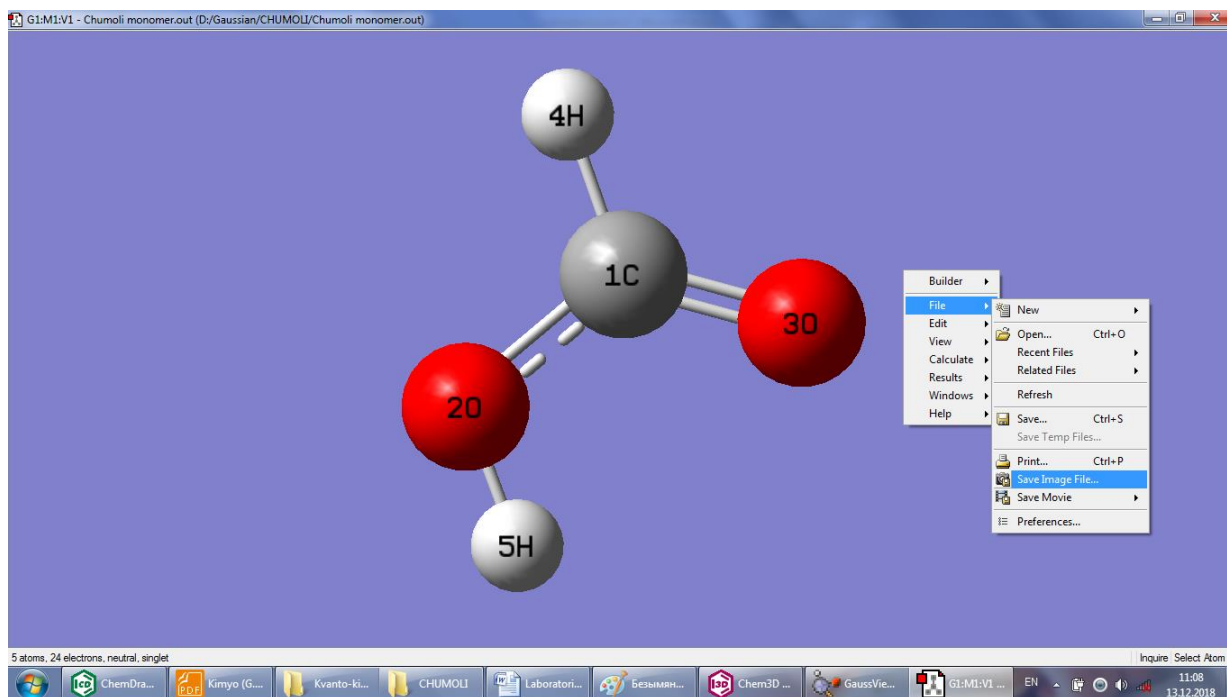
Show Dipole Derivative Unit Vector Scale:

Manual Displacement:

- Tebranish chastotalari molekuladagi qaysi atomlarga tegishli ekanligini animatsiya shaklida ko'rish uchun yuqoridagi oynada **Start animation**, spektrlarni ko'rish uchun esa **Spectrum** burug'i beriladi.



16. Kislota molekulasining geometrik strukturasi, atomlari orasidagi masofa va zaryad taqsimotini rasm shaklida tasvirlash uchun Gauss View dasturining ishchi oynasida quyidagi amallar bajariladi hamda Paint yoki Corel Draw grafik muharrirlari yordamida atomlari orasidagi masofa va zaryad taqsimoti joylashtiriladi.



Eslatma: yuqoridagi ba'zi hisoblash va amallar suv molekulasida ko'rsatilgan.

Nazorat savollari

1. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.
2. Kvanto-kimyoviy hisoblashlar olib boruvchi qanday dasturlar mavjud?
3. Gaussian dasturida kvanto-kimyoviy hisoblashlar o'tkazishda qanday usullardan foydalanish mumkin?
4. Gaus View dasturining imkoniyatlari.
5. Molekulalararo o'zaro ta'sirni aniqlashda kvanto-kimyoviy hisoblash usullarining ahamiyati.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Р. Драго. Физические методы в химии. – Москва: МИР. 1981. – 197с.
2. Давыдов.А.С. Квантовая механика. Физматгиз, М. 748 с. (1963).
3. Т.Кларк “Компьютерная химия”. - Москва. Изд. “МИР” 1990. -269 с.
4. В.И.Минкин, Б.Я.Симкин, Р.М.Миняев “Теория строения молекул”.- Москва. ВШ. 1979. -359 с.
5. G'.Murodov, H.Xushvaqto'v, “Spektroskopiya asoslari”. Samarqand 2014.
6. www.google.com.
7. www.wikpediya.ru
8. www.ziyonet.uz

**7. QO‘SHIMCHA MATERIALLAR
(VIDEO, KEYS-STADI VA BOSHQALAR)
(elektron shaklda)**

Oraliq nazorat savollari

1. Molekulyar optika fani va uning asosiy vazifalari.
2. Molekulyar optika hodisalari.
3. Zichlik fluktuasiyasining ikki turi.
4. Landau-plachek formulasi.
5. Yorug'likni elastik tovush to'liqlarida sochilishi.
6. Mandelshtam-Bryullen nazariyasi.
7. Spektral asbobning ajratish funksiyasi.
8. Reley chizig'ining nozik strukturasi asosiy parametrlarini aniqlashning zamonaviy fotografik usuli.
9. Turg'un to'liqlarda difraksiya.
10. Reley chizig'ining nozik strukturasi aniqlash.
11. Kritik nuqta yaqinida yorug'likning sochilishi.
12. Landau-plachek tenglamasi.
13. Xira muhitlarda yorug'likni sochilishi.
14. Ramanaton va Anselmning molekulyar nazariyalari.
15. Tendal hodisasi.
16. Reley konstantasini tajribada o'lchash va Avagadro sonini aniqlash.
17. Yorug'likni to'liq uzunligiga nisbatan kichik bo'lgan sferik zarralarda sochilishi.
18. Yorug'lik sochilishi konstantasi va xiralik koeffitsiyenti.
19. Yorug'likning toza moddada molekulyar sochilishi.
20. Yorug'likning gazlarda sochilishi.
21. Ramanaton va Anselmning molekulyar nazariyalari.
22. Yorug'lik sochilishi konstantasi va xiralik koeffitsiyenti.
23. Yorug'likning gazlarda sochilishi.
24. Tendal hodisasi.
25. Reley konstantasini tajribada o'lchash va Avagadro sonini aniqlash.
26. Ramanaton va Anselmning molekulyar nazariyalari.
27. Landau-plachek tenglamasi.
28. Xira muhitlarda yorug'likni sochilishi.
29. Kritik nuqta yaqinida yorug'likning sochilishi.
30. Yorug'lik sochilishi konstantasi va xiralik koeffitsiyenti.

Test savollari

1. Izotrop muhit uchun sindirish ko'rsatkichi bilan dielektrik sindiruvchanligi orasida qanday bog'lanish bor?

$$1) \varepsilon = n^2; \quad 2) n = \frac{n^2}{n}; \quad 3) n = \frac{c}{v}; \quad 4) \varepsilon = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

2. Molekulyar optikaning asosiy vazifasi.

- 1) muhitning sinish ko'rsatkichi bilan molekula doimiysi qutublanuvchanlik α bilan bog'lashdan iborat.
- 2) $I \sim \lambda$ bilan bog'lashdan.
- 3) $I \sim \lambda^4$ bilan bog'lashdan.
- 4) $n \sim c$ bilan bog'lashdan.

3. Dipolli molekularlar uchun Debay formulasini yozing?

$$1) \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4\pi}{3} N_1 \left(\alpha + \frac{\mu^2}{3KT} \right); \quad 2) \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4\pi}{3} N_1 \alpha; \quad 3) \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{4\pi}{3} N_1 \alpha;$$

4. Lorens-Lorens formulasini yozing.

$$1) \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{4\pi}{3} N_1 \alpha; \quad 2) \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4\pi}{3} N_1 \left(\alpha + \frac{\mu^2}{3KT} \right) \quad 3) P = \alpha \cdot E$$

5. Refraksiya so'zi qanday ma'no anglatadi.

- 1) yorug'likni sinishi.
- 2) yorug'likning qaytishi.
- 3) yorug'likning to'laligicha qaytishi.

6. Yorug'lik nima sababdan muhitda sochiladi.

- 1) muhitning 1jinsligining buzilishi.

7. Fluktuasiya nima?

- 1) modda xossalari o'rtacha qiymatidan chetlanishi.
- 2) yorug'likning muhit sirtidan qaytishi.
- 3) yorug'likning moddada tushib yutilishi.

8. Sochilgan yorug'lik uchun Reley formulasini yozing?

$$1) I = I_0 \frac{16\pi^4}{\lambda^4 r^2} \alpha^2 N_1 v \sin^2 \theta; \quad 2) I_0 = E_0^2 \sin^2 \omega t; \quad 3) I = I_0 \frac{2\pi^2}{\lambda^4 r^2} \frac{(n-1)^2}{N_1} v(1 + \cos^2 \varphi).$$

9. Reley qonunini ta'riflang?

10. Reley qonuniga asosan sochilgan intensivligi m-n uzunligiga qanday bog'langan.

$$1) I = \frac{1}{\lambda^4}; \quad 2) I \sim \lambda; \quad 3) I = \frac{1}{\lambda^2};$$

11. Releyning ikkinchi qonuni formulasini yozing.

$$1) I = I_0 \frac{2\pi^2}{\lambda^4 r^2} \frac{(n-1)^2}{N_1} v(1 + \cos^2 \varphi); \quad 2) I' = I \frac{8\pi^4}{\lambda^4 r^2} \alpha^2 N_1 v;$$

$$3) I'' = I_0 \frac{8\pi^4}{\lambda^4 r^2} \alpha^2 N_1 v \cos^2 \varphi;$$

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 1

1. Molekulyar optika va uning asosiy vazifalari.
Tayanch so‘zlar: molekula, optika, vazifalari
2. Romanaton va Anselmning molekulyar nazariyalari.
Tayanch so‘zlar: Romanaton, Anselm, molekula.
3. Gans formulasi.
Tayanch so‘zlar: sochilishi, formula, yorug‘lik.
4. Yorug‘likni yelastik tovush to‘lqinlarida sochilishi. Mandelshtam-Bryullyuyen nazariyasi.
Tayanch so‘zlar: yelastik, tovush, to‘lqin.
5. Yorug‘likning gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: sochilish, yorug‘lik, gaz.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 2

1. Yorug‘likni yelastik tovush to‘lqinlarida sochilishi. Mandelshtam-Bryullyuyen nazariyasi.
Tayanch so‘zlar: yelastik, tovush, to‘lqin.
2. Yorug‘likning gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: sochilish, yorug‘lik, gaz.
3. Molekulyar optik hodisalar.
Tayanch so‘zlar: optik, molekulyar.
4. Molekulyar optika va uning asosiy vazifalari.
Tayanch so‘zlar: molekula, optika, vazifalari
5. Romanaton va Anselmning molekulyar nazariyalari.
Tayanch so‘zlar: Romanaton, Anselm, molekula.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 3

1. Reley chizig‘ining nozik strukturasi tajribada aniqlash.
Tayanch so‘zlar: reley chizig‘i, struktura.
2. Xira muhitlarda yorug‘likni sochilishi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, sochilish.
3. Rokar va Kaban formulasi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, sochilish, muhit.
4. Yorug‘likni toza moddada molekulyar sochilishi.
Tayanch so‘zlar: modda, molekulyar, yorug‘lik.
5. Yorug‘likni to‘lqin uzunligiga nisbatan kichik bo‘lgan sferik zarralarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: sferik, yorug‘lik, to‘lqin, sochilish.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Bilet 4

1. Yorug‘likni toza moddada molekulyar sochilishi.
Tayanch so‘zlar: modda, molekulyar, yorug‘lik.
2. Yorug‘likni to‘lqin uzunligiga nisbatan kichik bo‘lgan sferik zarralarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: sferik, yorug‘lik, to‘lqin, sochilish.
3. Enshteyn formulasini turli ko‘rinishlari.
Tayanch so‘zlar: muhit, intensivlik, yorug‘lik, sochilish.
4. Xira muhitlarda yorug‘likni sochilishi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, sochilish.
5. Rokar va Kaban formulasi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, sochilish, muhit

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 5

1. Yorug‘likni zichlik fluktuasiyasi natijasida gazlarda sochilishi.
Eynshteyn fomulasi.
Tayanch so‘zlar: fluktuasiya, gaz, sochilish, yorug‘lik.
2. Turg‘un to‘lqinlarda difraksiya.
Tayanch so‘zlar: to‘lqin, turg‘un, difraksiya.
3. Tindal hodisasi.
Tayanch so‘zlar: xira muhit, sochilish, fluktuasiya.
4. Reley chizig‘ining nozik strukturasiidagi komponentalar intensivliklarining munosabati.
Tayanch so‘zlar: komponenta, struktura, intensivlik.
5. Mandelshtam-Bryullyuyen nazariyasi.
Tayanch so‘zlar: tovush, to‘lqin, yelastik, sochilish.

Tuzuvchi: dots. A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 6

1. Molekulyar suyuqliklarda yorug‘likning sochilishi.
Tayanch so‘zlar: suyuqlik, sochilish, yorug‘lik.
2. Reley chizig‘ining nozik strukturasiidagi komponentalar intensivliklarining munosabati.
Tayanch so‘zlar: komponenta, struktura, intensivlik.
3. Mandelshtam-Bryullyuyen nazariyasi.
Tayanch so‘zlar: tovush, to‘lqin, yelastik, sochilish.
4. Turg‘un to‘lqinlarda difraksiya.
Tayanch so‘zlar: to‘lqin, turg‘un, difraksiya.
5. Tindal hodisasi.
Tayanch so‘zlar: xira muhit, sochilish, fluktuasiya.

Tuzuvchi: dots. A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 7

1. Tabiiy yorug‘likning gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: gaz, yorug‘lik, sochilish.
2. Yorug‘likni gazlarda sochilishi. Reley formulasi.
Tayanch so‘zlar: gaz, sochilish, yorug‘lik.
3. Xira muhitlarda yorug‘likni sochilishi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, sochilish, xira muhit.
4. Romanaton va Anselmning molekulyar nazariyalari.
Tayanch so‘zlar: Romanaton, Anselm, molekula.
5. Molekulyar optik hodisalar.
Tayanch so‘zlar: optik, molekulyar.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 8

1. Romanaton va Anselmning molekulyar nazariyalari.
Tayanch so‘zlar: Romanaton, Anselm, molekula.
2. Molekulyar optik hodisalar.
Tayanch so‘zlar: optik, molekulyar.
3. Rokar va Kaban formulasi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, sochilish, muhit.
4. Tabiiy yorug‘likning gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: gaz, yorug‘lik, sochilish.
5. Yorug‘likni gazlarda sochilishi. Reley formulasi.
Tayanch so‘zlar: gaz, sochilish, yorug‘lik.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 9

1. Yorug‘likni to‘lqin uzunligiga nisbatan kichik bo‘lgan sferik zarralarda sochilishi.
2. Yorug‘likning gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: sochilish, yorug‘lik, gaz.
3. Gans formulasi.
Tayanch so‘zlar: sochilishi, formula, yorug‘lik.
4. Turg‘un to‘lqinlarda difraksiya.
Tayanch so‘zlar: to‘lqin, turg‘un, difraksiya.
5. Reley chizig‘ining nozik strukturasiidagi komponentalar intensivliklarining munosabati.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 10

1. Reley chizig‘ining nozik strukturasiini tajribada aniqlash.
Tayanch so‘zlar: reley chizig‘i, struktura.
2. Turg‘un to‘lqinlarda difraksiya.
Tayanch so‘zlar: to‘lqin, turg‘un, difraksiya.
3. Reley chizig‘ining nozik strukturasiidagi komponentalar intensivliklarining munosabati.
4. Yorug‘likning gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: sochilish, yorug‘lik, gaz.
5. Gans formulasi.
Tayanch so‘zlar: sochilishi, formula, yorug‘lik.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 11

1. Yorug‘likning anizotrop moddalar gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, anizotrop, gaz.
2. Tabiiy yorug‘likning gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: gaz, yorug‘lik, sochilish.
3. Tindal hodisasi.
Tayanch so‘zlar: xira muhit, sochilish, fluktuasiya.
4. Eynshteyn formulasini turli ko‘rinishlari.
Tayanch so‘zlar: muhit, intensivlik, yorug‘lik, sochilish.
5. Gans formulasi.
Tayanch so‘zlar: sochilishi, formula, yorug‘lik.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 12

1. Yorug‘likni gazlarda sochilishi. Reley formulasi.
Tayanch so‘zlar: gaz, sochilish, yorug‘lik.
2. Eynshteyn formulasini turli ko‘rinishlari.
Tayanch so‘zlar: muhit, intensivlik, yorug‘lik, sochilish.
3. Gans formulasi.
Tayanch so‘zlar: sochilishi, formula, yorug‘lik.
4. Yorug‘likning anizotrop moddalar gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, anizotrop, gaz.
5. Tabiiy yorug‘likning gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: gaz, yorug‘lik, sochilish.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 13

1. Yorug‘likni zichlik fluktuasiyasi natijasida gazlarda sochilishi.
Eynshteyn fomulasi.
Tayanch so‘zlar: fluktuasiya, gaz, sochilish, yorug‘lik.
2. Yorug‘likni toza moddada molekulyar sochilishi.
Tayanch so‘zlar: modda, molekulyar, yorug‘lik.
3. Mandelshtam-Bryullyuyen nazariyasi.
Tayanch so‘zlar: tovush, to‘lqin, yelastik, sochilish.
4. Yorug‘likning anizotrop moddalar gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, anizotrop, gaz.
5. Turg‘un to‘lqinlarda difraksiya.
Tayanch so‘zlar: to‘lqin, turg‘un, difraksiya.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 14

1. Yorug‘likni yelastik tovush to‘lqinlarida sochilishi. Mandelshtam-Bryullyuyen nazariyasi.
Tayanch so‘zlar: yelastik, tovush, to‘lqin.
2. Yorug‘likning anizotrop moddalar gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, anizotrop, gaz.
3. Turg‘un to‘lqinlarda difraksiya.
Tayanch so‘zlar: to‘lqin, turg‘un, difraksiya.
4. Yorug‘likni zichlik fluktuasiyasi natijasida gazlarda sochilishi.
Eynshteyn fomulasi.
Tayanch so‘zlar: fluktuasiya, gaz, sochilish, yorug‘lik.
5. Yorug‘likni toza moddada molekulyar sochilishi.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 15

1. Molekulyar optika va uning asosiy vazifalari.
Tayanch so‘zlar: molekula, optika, vazifalari
2. Romanaton va Anselmning molekulyar nazariyalari.
Tayanch so‘zlar: Romanaton, Anselm, molekula.
3. Gans formulasi.
Tayanch so‘zlar: sochilishi, formula, yorug‘lik.
4. Yorug‘likni yelastik tovush to‘lqinlarida sochilishi. Mandelshtam-Bryullyuyen nazariyasi.
Tayanch so‘zlar: yelastik, tovush, to‘lqin.
5. Yorug‘likning gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: sochilish, yorug‘lik, gaz.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 16

1. Yorug‘likni yelastik tovush to‘lqinlarida sochilishi. Mandelshtam-Bryullyuyen nazariyasi.
Tayanch so‘zlar: yelastik, tovush, to‘lqin.
2. Yorug‘likning gazlarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: sochilish, yorug‘lik, gaz.
3. Molekulyar optik hodisalar.
Tayanch so‘zlar: optik, molekulyar.
4. Romanaton va Anselmning molekulyar nazariyalari.
Tayanch so‘zlar: Romanaton, Anselm, molekula.
5. Gans formulasi.
Tayanch so‘zlar: sochilishi, formula, yorug‘lik.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 17

1. Reley chizig‘ining nozik strukturasi tajribada aniqlash.
Tayanch so‘zlar: reley chizig‘i, struktura.
2. Xira muhitlarda yorug‘likni sochilishi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, sochilish.
3. Rokar va Kaban formulasi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, sochilish, muhit.
4. Yorug‘likni toza moddada molekulyar sochilishi.
Tayanch so‘zlar: modda, molekulyar, yorug‘lik.
5. Yorug‘likni to‘lqin uzunligiga nisbatan kichik bo‘lgan sferik zarralarda sochilishi.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 18

1. Yorug‘likni toza moddada molekulyar sochilishi.
Tayanch so‘zlar: modda, molekulyar, yorug‘lik.
2. Yorug‘likni to‘lqin uzunligiga nisbatan kichik bo‘lgan sferik zarralarda sochilishi.
Tayanch so‘zlar: sferik, yorug‘lik, to‘lqin, sochilish.
3. Yeynshteyn formulasini turli ko‘rinishlari.
Tayanch so‘zlar: muhit, intensivlik, yorug‘lik, sochilish.
4. Reley chizig‘ining nozik strukturasi tajribada aniqlash.
Tayanch so‘zlar: reley chizig‘i, struktura.
5. Xira muhitlarda yorug‘likni sochilishi.
Tayanch so‘zlar: yorug‘lik, sochilish.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 19

1. Yorug‘likni zichlik fluktuasiyasi natijasida gazlarda sochilishi.
Eynshteyn fomulasi.
Tayanch so‘zlar: fluktuasiya, gaz, sochilish, yorug‘lik.
2. Turg‘un to‘lqinlarda difraksiya.
Tayanch so‘zlar: to‘lqin, turg‘un, difraksiya.
3. Tindal hodisasi.
Tayanch so‘zlar: xira muhit, sochilish, fluktuasiya.
4. Reley chizig‘ining nozik strukturadagi komponentalar intensivliklarining munosabati.
Tayanch so‘zlar: komponenta, struktura, intensivlik.
5. Mandelshtam-Bryullyuyen nazariyasi.
Tayanch so‘zlar: tovush, to‘lqin, yelastik, sochilish.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev

O‘zbekiston respublikasi oliy va o‘rta ta’lim vazirligi
Guliston davlat universiteti
Fakultet: Axborot texnologiyalari **Yo‘nalish: “Fizika”**
Kurs:2

Fan: Molekulyar optika
Variant 20

1. Molekulyar suyuqliklarda yorug‘likning sochilishi.
Tayanch so‘zlar: suyuqlik, sochilish, yorug‘lik.
2. Reley chizig‘ining nozik strukturadagi komponentalar intensivliklarining munosabati.
Tayanch so‘zlar: komponenta, struktura, intensivlik.
3. Mandelshtam-Bryullien nazariyasi.
Tayanch so‘zlar: tovush, to‘lqin, elastik, sochilish.
4. Turg‘un to‘lqinlarda difraksiya.
Tayanch so‘zlar: to‘lqin, turg‘un, difraksiya.
5. Tindal hodisasi.
Tayanch so‘zlar: xira muhit, sochilish, fluktuasiya.

Tuzuvchi: dots.A.Abdullayev