

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA  
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**A. QUVATOV**

**FIZIKAVIY TADQIQOT USULLARI**  
**(LABORATORIYA ISHLARI UCHUN QO'LLANMA)**

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi  
tomonidan o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan

**TOSHKENT – 2006**

A.Quvatov. Fizikaviy tadqiqot usullari (laboratoriya ishlari uchun qo'llanma). T., «Fan va texnologiya», 2006, 208-bet.

Ushbu o'quv qo'llanma atomlarning chiqarish, molekulalarning elektron, infraqizil, yadro magnit rezonansi spektrlarini o'rganish bo'yicha amaliy mashg'ulotlar bayonini, shu usulning asosini tashkil etuvchi fizikaviy hodisaning qisqacha nazariyasini hamda bu ishlarni bajarishda ishlatiladigan spektr asboblarning tuzilishi, ishlash prinsipi va o'lchash tartibi kabi mavzularni o'z ichiga oladi.

Qo'llanmada, tegishli spektrlarni olish, ularni ishlash hamda ulardan sifat, miqdor va molekula tuzilishini o'rganishda hamda boshqa kimyoviy masalalarni yechishda foydalanish yoritilgan.

Ushbu qo'llanma universitetlarning kimyo fakultetlari yuqori kurs talabalariga mo'ljallangan bo'lib, undan fizika fakultetlarining talabalari, oliy o'quv yurtining o'qituvchilari, akademik litsey va kollejlarning o'qituvchilari, ilmiy tadqiqot institutlari hamda zavod-fabrika laboratoriyalarining xodimlari foydalanishi mumkin.

**Taqrizchilar:**

**M. Davronov** – kimyo fanlari  
doktori, professor;

**Ya. To'raqulov** – Samarqand  
Davlat universiteti fizika  
fakulteti dotsenti;

**O. Fayzullayev** – Samarqand Davlat  
universiteti, kimyo fakulteti analitik  
kimyo kafedrasining mudiri.

ISBN 978-9943-10-004-6

© «Fan va texnologiya» nashriyoti 2006 y.

## SO'Z BOSHI

Hozirgi vaqtda kimyoning turli sohalarida sifat va miqdoriy tahlillarni o'tkazishda spektroskopik usullarning ahamiyati ortib bormoqda. Chunki bu usullar o'zining unumiyligi, sezgirligi, alohida moddalarning spektrlarini bir-biridan farq qilishi, tahlil o'tkazish vaqtining qisqaligi va o'lchash jarayonini ma'lum etaplarini yoki to'lasincha avtomatlashtirish mumkinligi bilan ajralib turadi.

Kimyo fanining asosiy masalalaridan biri, ya'ni modda molekulasining tuzilishini o'rganishni spektral usullarsiz amalga oshirib bo'lmaydi.

Shuning uchun, davlat universitetlarining o'quv dasturiga «Fizikaviy tadqiqot usullari» fani kiritilgan. Ushbu qo'llanmaga kirgan laboratoriya ishlari-ning mavzulari bu dasturga mos keladi.

Taqdim qilinayotgan laboratoriya ishlarining bayoni shunga o'xshash ruscha kitoblardagi bayonidan farq qiladi. Rus tilidagi kitoblarda asosan laboratoriya ishini bajarish usuli batafsil bayon qililib uni qaysi asboblarda bajarish mumkinligi qisqacha aytib o'tiladi xolos. Aniq bir asbobning tuzilishi, ishlash printsipti, o'lchash ishlarini bajarish tartibi kabi ma'lumotlar tushirib qoldiriladi, chunki bu ma'lumotlar asbobni o'ziga tegishli alohida kitobchalarda bayon qilinadi. Asboblarga tegishli kitoblar birinchidan, faqat rus, ingliz va boshqa xorijiy tillarda yozilgan ikkinchidan ular asbob bilan birga bir nusxada beriladi xolos.

Qo'llanmaga, sifat va miqdoriy analizda hamda modda molekulasining tuzilishini o'rganishda eng ko'p ishlatiladigan spektroskopik usullarning deyarli barchasi kirgan. Har bir bob, tegishli spektroskopik usulning asosini tashkil etuvchi fizikaviy hodisaning qisqacha nazariyasini, shu sohaga doir amaliy ishlarning bayonini hamda ularni bajarish uchun ishlatiladigan asboblarning tuzilishi, ishlash qoidalari (printsipti) va o'lchash ishlarini bajarish tartibi kabi bo'limlarni o'z ichiga oladi.

Ushbu o'quv qo'llanmasi Respublikamiz oliy o'quv yurtlarida mavjud bo'lgan asbob uskunalarini hisobga olgan holda yozilgan. Qo'llanmada Samarqand davlat universiteti kimyo fakultetining analitik kimyo kafedrasida mavjud bo'lgan asboblarning rasmlari keltirilgan.

Bundan tashqari qo'llanmaga Respublikamiz akademik litseyleri va kollejlarga Janubiy Koreyadan keltirilgan shaffof moddalarning elektron yutilish

### *Fizikaviy tadqiqot usullari*

---

spektrlarini olishga mo'ljallangan OPTIZEN III' spektrofotometrining tuzilishi va ishlash printsipti to'g'risidagi ma'lumotlar ham kiritilgan. Shuni hisobga olib, bu sohaga tegishli amaliy ishlar hajmi kengaytirilgan.

Ushbu qo'llanma universitetlarning kimyo fakultetlari yuqori kurs talabalariga mo'ljallangan bo'lib undan fizika fakultetlarining talabalari, oliy o'quv yurtining o'qituvchilari, akademik litsey va kollejlarning o'qituvchilari, ilmiy tadqiqot institutlari hamda zavod-fabrika laboratoriyalarining xodimlari foydalanishi mumkin.

Muallif ushbu kitobni o'qib chiqib, qimmatli maslahatlarini bergan taqrizchi dotsent T. K. Yunusovga, OPTIZEN III spektrofotometrining rasmlarini tayyorlagani va kitobchasini tarjima qilishda yordam bergani uchun M. Quvatrovga va kafedradagi asbob – uskunalarning rasmlarini tayyorlashdagi yordami uchun jurnalist T. Raxmatullaevga minnatdorchilik bildiradi.

Muallif talaba va hamkasblarining kitobni yaxshilashga qaratilgan fikr va takliflarini minatdorchilik bilan qabul qiladi

## KIRISH

Kimyodagi asosiy masalalardan biri moddaning nima ekanligini va uning tuzilishini aniqlashdan iborat. Bu ish ilgari kimyoviy usullar bilan hal qilingan bo'lsa, hozirgi vaqtda asosan fizikaviy usullar orqali yechiladi. Odatda, kimyogar, moddani o'rganishni uni qaysi elementlardan tashkil topganini aniqlashdan boshlaydi va brutto formulasini topadi. Shundan keyingina uning molekulasini tuzilishini aniqlashga harakat qiladi. Agar, kimyoviy jarayon o'rganilayotgan bo'lsa u holda, shu jarayonni ma'lum bir bosqichida reaksiya natijasida hosil bo'lgan aralashmani tarkibiy qismlarini nimaligini hamda ularni miqdoriy xarakteristikalarini aniqlash masalasi ham kelib chiqadi.

Uslubiy nuqtai nazardan modda va molekulaning fizikaviy xossalarini o'rganish, fanning, o'rganilayotgan modda bilan unga ta'sir qilayotgan fizikaviy maydon (elektr, magnit, elektromagnit...), kelib tushayotgan turli chastotali «nur»lar (rentgen, ultrabinafsha, ko'rinuvchi, infraqizil, radio-to'lqinlar..) yoki zarrachalar dastasi (elektron, neytron) bilan o'zaro ta'sirini o'rganuvchi nazariyaga asoslangan maxsus bo'limini tashkil etadi. Bunday ta'sir natijasida modda va uning molekulasini u yoki bu xossalari namoyon bo'ladi.

Moddaga kelib tushayotgan nurning, zarrachalar dastasining va unga ta'sir qilayotgan turli xil fizik maydonlarning modda bilan o'zaro ta'siridan keyingi o'zgarishini aniqlash fizikaviy usulning to'g'ridan-to'g'ri vazifasi deyiladi. Modda bilan har xil chastotali elektromagnit nurlarning, zarralarning va fizikaviy maydonlarning o'zaro ta'sirini o'rganish orqali ya'ni, tajribaning natijalariga ko'ra moddaning fizik xossalarini aniqlash hamda molekulaning fizik kattaliklarini topish qo'yilgan masalani teskari tomondan echishga kiradi va fizikaviy usulning teskari vazifasi deb ataladi.

Masalan, ajratib ko'rsatishi yuqori bo'lgan yadro magnit rezonansi (YaMR) spektrlarini tahlil qilishda bu usulning to'g'ri va teskari vazifalarini farq qilish qiyin emas. To'g'ri vazifasi. Tegishli moddani kimyoviy siljishlari va spin-spin ta'sir doimiylklarini qiymatlari berilgan, uni YaMR spektrini hisoblash talab qilinadi. Teskari vazifasi. Moddani tajribada olingan YaMR spektri berilgan undan tegishli yadroning kimyoviy siljishlarini va spin-spin ta'sir doimiylklarini aniqlash talab qilinadi. Odatda, teskari vazifani yechish amaliy ahamiyatga egadir.

## **Fizikaviy tadqiqot usullari**

Hozirgi vaqtda kimyoda fizikaviy tadqiqot usullari ichida spektroskopik usullar keng ishlatiladi. Bu usullar yordamida modda tomonidan chiqarilgan yoki yutilgan elektromagnit nurlar intensivligini ularning chastotasiga yoki to'liqin uzunligiga bog'liqligi o'rganiladi. Spektroskopik usullar atom va molekularning elektron, tebranish, aylanish va magnit energetik sathlari orasidagi farqni topish, spektr polosasining intensivligi orqali energetik sathlar orasidagi o'tish ehtimoliyatini katta yoki kichikligini baholash imkoniyatini beradi. Bularni o'rganish esa o'z navbatida molekularning simmetriyasini, geometriyasini, qaysi atomlardan tashkil topganligini, elektrik xossalarini va boshqa kattaliklarini topish imkoniyatini beradi. Energetik sathlar orasidagi  $\Delta E_{ij}$  farqning katta kichikligiga qarab spektral usullar quyidagilarga bo'linadi (1-jadval).

### **Spektroskopik usullar ishlatadigan elektromagnit nurlarning chastotasi va to'liqin uzunligi**

*1 - jadval.*

Spektrning turi	Chastotalar oralig'i, Gts	To'liqin uzunligi
Rentgen spektri	$10^{17} - 10^{18}$	3 nanometr - 3 pm
Fotoelektron spektri	$10^{14} - 10^{16}$	3 - 700 nm
Elektron spektri	$10^{14} - 10^{16}$	3 - 700 nm
Tebranish spektri	$10^{12} - 10^{14}$	3 mkm - 3 mm
Aylanish spektri	$10^{10} - 10^{12}$	3 sm ~0.03 mm
Elektron paramagnit rezonansi (EPR) spektri	$10^9 - 10^{11}$	~3 sm
Yadro magnit rezonansi (YaMR) spektri	$10^7 - 10^8$	~5 m

Tajribada olish shartlariga ko'ra bu spektrlar quyidagilarga bo'linadi: chiqarish, yutilish va sochilish spektrlari

Spektr chiziqlarini (chiqarish spektrlarida) yoki polosalarini (yutilish spektrlarida) intensivligi birinchi navbatda, boshlang'ich sathdagi (chiqarish spektrlarida) energiyasi yuqori, yutilish spektrlarida esa energiyasi past bo'lgan sathlar) molekular (atomlar) soniga to'g'ri proporsionaldir. Issiqlik muvozanati sharoitida molekularning energetik sathlar bo'yicha taqsimlanishi Boltsman taqsimotiga ko'ra aniqlanadi.

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{g_2}{g_1} e^{-\frac{\Delta E_{21}}{kT}}$$

Bu yerda,  $N_2$  va  $N_1$  lar mos ravishda yuqori va quyi energetik sathlardagi molekularning soni,  $g_2$  va  $g_1$  lar yuqori va quyi energetik sathlarning

vazniy ko'paytuvchilari,  $\Delta E_{21}$  – energetik sathlar orasidagi farq,  $k$  - Boltsman doimiysi,  $T$  - absolut temperatura.

Spektr polosasini chastotasi, intensivligi, kengligi va shakli moddani xossalari, molekulani ko'pgina kattaliklari bilan bog'liqdir. Bu masalalarni spektral usullarni teskari vazifasini echish orqali tadqiq qilish mumkin.

Fizikaviy usullardan foydalanish kimyoviy tuzilish nazariyasining asosiy masalalarini tadqiq qilish imkoniyatini beradi. Bularga quyidagilar kiradi: kimyoviy bog'larning ketma-ketligi va karraliligi, optik va konformatsion izomeriya, atomlarni koordinatsiya soni, molekulalardagi atomlar va atom gruppalarining o'zaro ta'siri, molekuladagi ichki aylanishlar va katta amplituda bilan bo'ladigan harakatning boshqa turlari, molekulalarning energetik, elektrik va boshqa xarakteristikalari, reaksiya natijasida hosil bo'ladigan oraliq mahsulotlar va reaksiyalarning mexanizmlari va hokazo.

Umuman olganda, zamonaviy kvant va nazariy kimyo uchun asos bo'ladigan miqdoriy ma'lumotlar asosan fizikaviy tadqiqot usullari yordamida olinadi.

Fizikaviy tadqiqot usullarini ichida kimyoviy masalalarni yechishda eng ko'p ishlatiladiganlariga quyidagilar kiradi: yadro magnit rezonansi (YaMR) spektroskopiyasi, infraqizil nurlarni yutilish (IQ) spektroskopiyasi, mass-spektrometriya va elektron yutilish spektroskopiyasi.

Fizika va kimyoda bilim olish jarayoni fizikaviy va kimyoviy hodisalarni tabiiy sharoitlarda kuzatish orqali yoki maxsus tajribalar o'tkazish yo'li bilan amalga oshadi. Umuman tajriba bilish jarayonining muhim qismi hisoblanadi. Fizika va kimyo tajribaga asoslangan fanlar bo'lganligi uchun laboratoriya ishlarining roli juda muhimdir.

Ushbu o'quv qo'llanmasi kimyoviy masalalarni yechish uchun fizikaviy tadqiqot usullarini amaliyotga qo'llashga bag'ishlangan. Hozirgi vaqtda bu usullar moddani sifat va miqdoriy analiz qilishda, molekulani tuzilishini aniqlashda keng qo'llaniladi.

O'quv qo'llanma 5 ta bo'lim va zarur yordamchi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan ilovadan iboratdir. O'z navbatida har bir bo'lim uch qismdan iborat bo'lib nazariy, amaliy va ishlatiladigan asoblarining tuzilishi va ishlash prinsiplarini o'z ichiga oladi.

Nazariy qismda usulning asosini tashkil etgan fizikaviy hodisaning mohiyati va uning qonunlari, sifat va miqdoriy analiz o'tkazish, molekula tuzilishini o'rganishning asoslari qisqacha yoritiladi.

Amaliy qismda tegishli usulni qo'llab bajariladigan laboratoriya ishlari bayon qilinadi. Laboratoriya ishining bayonida ishning mohiyati va uni bajar-

## *Fizikaviy tadqiqot usullari*

---

ish tartibi yoritilgan. Amaliy ishlarni tanlashda oliy o'quv yurtlarining hozirgi vaqtdagi imkoniyatlari hisobga olingan.

Tegishli usulda ishlatiladigan asboblarga bag'ishlangan oxirgi qismda asbobning tuzilishi, ishlash qoidasi, optik chizmasi, texnik ko'rsatgichlari kabi masalalar bayon qilingan.

Birinchi bo'lim atomlarning chiqarish spektrlariga, ikkinchi bo'lim - elektron yutilish spektroskopiyasiga, uchinchi bo'lim - infraqizil yutilish spektroskopiyasiga, to'rtinchi bo'lim - yadro magnit rezonansi spektroskopiyasiga, beshinchi bo'lim - molekulyar refraktsiyaga bag'ishlangan.



## 1. ATOMLARNING CHIQRISH SPEKTRLARI

### 1.1. ATOMLAR NUR CHIQRISHINING NAZARIY ASOSLARI

#### 1.1.1. ATOM SPEKTRLARI

Atom optik spektroskopiyasi usullari valent elektronlarni bir stasionar holatdan boshqasiga o'tishiga asoslangan.

Atom spektrlarining ajoyib xususiyatlaridan biri ularning chiziqli tuzilishidir. Shu sababga ko'ra, atom spektrlari ko'p ma'lumotga ega. Chiziqning spektrdagi joyi har bir element uchun xususiydir va uning bu xossasini sifat tahlili uchun ishlatish mumkin. Miqdoriy analiz esa spektr chiziq intensivligini namunadagi elementning miqdoriga bog'liqligiga asoslangan. Atom spektr chiziqklarining kengligi juda kichik bo'lganligi uchun turli elementlarga tegishli chiziqklarning bir-birini qoplash (ustma-ust tushish) ehtimoliyati ham nisbatan kichikdir. Shuning uchun, atom spektroskopiyasi usullarining ko'pchiligini bir vaqtda bir nechta elementni topish va aniqlash uchun ya'ni, ko'p elementli analiz uchun ishlatish mumkin.

Elektromagnit nurlar to'liq uzunligining ishlatiladigan oraliq'iga va tegishli o'tishlarning tabiatiga qarab atom spektroskopiyasi usullari optik va rentgen spektroskopiyalariga bo'linadi. Optik spektroskopiya usullarida elektromagnit nurlanishning ultrabinafsha va ko'zga ko'rinuvchi nurlar sohalari ishlatiladi. U valent elektronlar energiyasining o'zgarishiga mos keladi. Atomlarning optik spektrlarini olish uchun namunani oldin atomlashtirish ya'ni, uni gaz ko'rinishidagi atom holatiga o'tkazish kerak. Bu ish atomlashtirgichlar, ya'ni har xil tuzilishga ega bo'lgan yuqori temperatura manbalari orqali amalga oshiriladi.

Elektromagnit nurlarning modda bilan o'zaro ta'sir jarayonini fizikaviy tabiatiga qarab atom spektroskopiyasi usullari chiqarish va yutilish usullariga bo'linadi.

Optik emissiya usullarida chiqarilayotgan nurlarning spektrini olish uchun atomlarni qo'zg'algan holatga o'tkazish kerak. Atomlarni qo'zg'atish, yuqori temperatura ta'sirida bo'ladigan emissiya optik usullariga atom-emissiya spektroskopiya usullari deyiladi. Bu usullarda moddani atomlarga aylantirish va ularni qo'zg'atish uchun bitta qurilma, qo'zg'atish manbai ishlatiladi.

Atomlar qo'zg'atilganda odatda, ularning tashqi elektronlaridan bittasi yuqori elektron sathga o'tadi. Ichki elektron orbitalarida joylashgan elektronlarni qaramasa ham bo'laveradi. Masalan, litiy atomini qo'zg'atishda 2s (1.1 - rasm) sathda joylashgan elektrondan tashqari boshqa elektronlarni qarashni hojati yo'q. Atom qo'zg'atilganda bu elektron 2s sathdan yuqorida joylashgan ixtiyoriy sathga o'tadi. Bunday elektronga optik elektron deyiladi.

Elektronni yuqori sathga o'tkazish uchun unga ma'lum bir aniq energiya berish lozim. Bu energiyaga qo'zg'atish potentsiali deyiladi va u ananaga ko'ra elektronvoltlarda (eV) o'lchaniladi. Litiy atomining spektri qanday hosil bo'lishini qaraymiz. Asosiy holatga eng yaqin joylashgan qo'zg'algan holat 2p. Elektronni u yerga o'tkazish uchun unga 1,9 eV energiya berish kerak. Bu sathdan elektron, qaytib 2s sathga o'tganda o'zidan to'liq uzunligi 6708 Å bo'lgan elektromagnit nur (yorug'lik) chiqaradi.

Bu spektr chizig'ini qo'zg'atish potentsiali 1,9 eV ga tengdir. Agar litiyning hamma atomlariga shunday energiya berilganda edi bu holda, uning chiqarish spektrida faqat shu chiziq bo'lardi xolos. Litiy spektridagi boshqa hamma chiziq 1,9 eV dan katta qo'zg'atish potentsialiga ega.

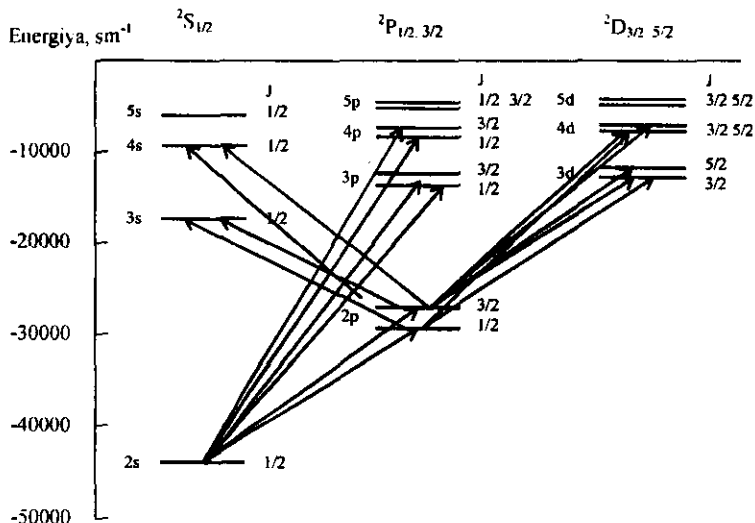
Kvant mexanikasiga ko'ra, faqat ba'zi sathlar orasida o'tishlar amalga oshadi, ba'zilar orasida esa o'tish mumkin emas. O'tishlar, tanlash qoidasiga bo'ysinadi. Unga ko'ra, o'tish bo'layotgan sathlarga tegishli bosh kvant sonlarining farqi  $\Delta n$  ( $\Delta n = n_2 - n_1$ ) ixtiyoriy butun songa, azimutal kvant sonlarining farqi  $\Delta l$  esa  $\pm 1$  bo'lishi mumkin. Bu qoidaga ko'ra, vodorod atomining elektroni 1s asosiy holatdan faqat istalgan p holatga o'tishi mumkin, ya'ni  $1s \rightarrow np$  ( $n \geq 2$ ), 2p - elektron esa ixtiyoriy s yoki d holatlarga o'tishi mumkin. Lekin u 1s dan 2s ga (yoki aksincha) o'ta olmaydi.

**Spektr chiziqlarining tabiiy kengligi.** Atomlarning chiqarish spektrlari alohida chiziqlardan iborat bo'ladi. Spektr chizig'ining muhim xarakteristikalaridan biri uning tabiiy kengligidir. Agar, chiziqning shakli, faqat uning tabiiy kengligi sababli bo'lsa u spektral asbobning ajratib ko'rsata olish kuchini oshirgan bilan bir nechta alohida chiziq 1.1 garga ajralmaydi. Chiziqning tabiiy kengligi atomning ma'lum energetik holatda (sathda) yashash vaqti bilan aniqlanadi. Geyzenbergning noaniqliklar munosabatidan

$$\Delta E \Delta t \geq h$$

ma'lum holatdagi zarracha yashash vaqtini kamayishi (ya'ni  $\Delta t$  ni kamayishi) natijasida holat energiyasi noaniqligini ya'ni,  $\Delta E$  ni ko'payishi kelib chiqadi. Bu erda,  $h$  - Plank doimiysi. Erkin atomlarning qo'zg'algan holatda yashash vaqti  $10^{-8}$  s bo'lgan holda molekula uchun bu vaqt bor yo'g'i  $10^{-13}$  s ni tashkil

qiladi. Bunga sabab, molekulani qo'zg'algan holatdan asosiy holatga qaytishida o'z energiyasini nur chiqarmaydigan yo'llar orqali kamaytirish ehtimo



1.1 - rasm. Lity atomining elektron energetik sathlari va ular orasidagi o'tishlar

liyatini ko'pligidir. Yashash vaqtini besh tartibga kamayishi yutilish polosasi tabiiy kengligini shuncha marta ko'payishiga olib keladi. Xuddi shu narsa, atom spektrlarini chiziqli, molekula spektrini esa yo'l-yo'l (polosa) bo'lishiga sabab bo'ladi.

### 1.1.2. SIFAT ANALIZI

Atom emissiya usuli (Atom emission spektroskopiya, qisqacha-AES) erkin atomlar va bir atomli ionlar tomonidan chiqarilgan juda ko'p spektr chiziqlarini bir vaqtda qayd qilish imkoniyatini beradi. Shuning uchun, ham AES ko'p elementli analiz usuli hisoblanadi. Usulning bu muhim afzalligi uni, namunaning tarkibida qanday elementlar borligini aniqlash uchun ya'ni, sifat analizi uchun qo'llashga imkon beradi.

Ananaviy atomlash manbalari ichida sifat analizi o'tkazish uchun eng ma'quli yoy razryadi hisoblanadi. Birinchidan, yoy temperaturasi ko'pchilik elementlarni atomlash va qo'zg'atish uchun etarli, ikkinchidan, yoyning temperaturasi uchqun razryadi va induktiv bog'langan plazmanikiga qaraganda past bo'lganligi uchun bunday qo'zg'atish usuli bilan olingan spektrda chi-

ziqlar soni oz bo'ladi, bu esa o'z navbatida, chiziqlarni qaysi elementlar chiqarayotganini topishni osonlashtiradi. Yoy razryadining asosiy kamchiligi, uning turg'un emasligi esa, sifat analizi o'tkazishda katta rol o'ynamaydi, chunki, sifat analizida chiziqlarning intensivligi emas, balki uning to'lqin uzunligi (chiziqning spektrdagi o'rni) ishlatiladi.

Spektr chiziqlarini qaysi elementlarga tegishli ekanligini aniqlash uchun birinchi navbatda, intensiv «oxirgi» chiziqlar ishlatiladi (chiziqlarni bunday nomlanishining sababi namunadagi elementning konsentratsiyasi kamayishi bilan bu chiziqlarning eng oxirda yo'qolishidir). Namunada elementning borligi juda ishonchli bo'lishi uchun spektrda unga tegishli bir nechta chiziqni topish kerak.

### **1.1.3. MIQDORIY ANALIZ**

AES usuli bilan miqdoriy analiz qilganda tashqi standart (darajalash grafigi), ichki standart va qo'shimcha kiritish kabi asosiy darajalash usullarining hammasini ishlatish mumkin. Qaysi usul tanlanishining maqbul bo'lishi, ehtimoli bo'lgan xalaqitlarning xarakteriga va analiz qilinayotgan namunaning tabiatiga bog'liqdir. Namunaga qo'shimcha qo'shish usuli asosan fizik-kimyoviy xalaqit tug'dirayotgan bevosita multiplikativ xatoliklarni yo'qotishga imkon beradi. Lekin, bu usul spektr chiziqlarining ustma-ust tushishi kabi additiv spektral xalaqitga qarshi kurashda kuchsizdir. Shuni ham hisobga olish kerakki, qo'shimcha qo'shish usulini texnik nuqtai-nazardan faqat eritmalarni analiz qilgandagina amalga oshirish mumkin (demak, alanga va induktiv bog'langan plazma atomizatorlarida), lekin, qattiq namunalar bilan ishlaganda (yoy va uchqun razryadlarida) uni amalga oshirib bo'lmaydi. Darajalash egriligini qurishda foydalaniladigan hamma standart namunalar analiz qilinuvchi namuna bilan o'zining fizikaviy holati va kimyoviy tarkibiga ko'ra yaqin bo'lishi kerak.

Natijalarning takrorlanishini yaxshilash uchun AES da ichki etalon usuli keng qo'llaniladi. AES da ichki standart sifatida namunaning shunday komponenti olinadiki uning miqdori, darajalash grafigini chizish uchun o'lchanadigan hamma standart va analiz qilinayotgan namunalarda bir xil bo'lsin. Ko'pincha, bu komponent, namuna asosini tashkil etuvchi elementning o'zidir (asosning miqdorini hamma namunalarda taqriban 100 % deb olish mumkin, masalan, po'latni analiz qilganda, ichki etalon sifatida uning asosini tashkil qiluvchi temir olinadi). Namunalarda ichki etalon sifatida ishlatishga bop komponenta bo'lmaganda u, hamma namunalarga maxsus kiritiladi. Ichki standart usulining mohiyati shundan iboratki bunda analitik signal si-

fatida aniqlanayotgan element chizig'ining absolyut intensivligi o'rniga, bir vaqtda o'lchanadigan aniqlanadigan element (I) va ichki standartga tegishli ( $I_0$ ) chiziqlar intensivliklarining nisbati  $I/I_0$  ishlatiladi. Bunday chiziqlar juftiga gomologik juft chiziqlar deyiladi. Agar, temperaturaning tebranishi (shuningdek, analizning boshqa shart-sharoitlari) I va  $I_0$  larga bir xil darajada ta'sir qilsa  $I/I_0$  nisbat hisoblanganda bu ta'sirlar o'zaro yo'qotiladi (kompensatsiyalanadi), va o'lchash natijalarining takrorlanishi ancha yaxshilanadi.

Gomologik chiziqlar juftini tanlashda ular energiya bo'yicha (to'lqin uzunliklarining farqi  $\Delta\lambda \leq 10$  nm) va intensivligi bo'yicha bir-biriga yaqin (farqi 10 martadan ko'p bo'lmasligi kerak) bo'lishi juda muhimdir. Energiyasi bo'yicha yaqin bo'lishining sababi, temperatura tebranishining ta'siri ikkalasining intensivligiga bir xil bo'lishini ta'minlashdan kelib chiqadi (ya'ni,  $I/I_0$  nisbat temperaturaga kam bog'liq bo'lsin).

#### 1.1.4. ALANGA FOTOMETRIYASI USULI

Alanga fotometriyasi usuli alangada atomlar chiqarayotgan yorug'lik intensivligini o'lchashga asoslangan. Turli namunalarning tarkibidagi kaliy va natriy elementlarini tezkor aniqlashda bu usul ayniqsa katta ustunliklarga ega.

Bu usulda analiz qilinayotgan eritma alangaga purkaladi, u erda esa modda atom bug'iga aylanadi. Alangada atomlar bir-biri bilan to'qnashishda olgan energiya hisobiga qo'zg'algan holatga o'tadi so'ngra asosiy holatga qaytib o'zidan nur chiqaradi. Bu nur fotoelement yordamida analitik signalga aylantiriladi va o'lchanadi. Analitik signalning kattaligi ma'lum shart-sharoitda eritmadagi elementning konsentratsiyasi bilan chiziqli bog'langan.

Alanga fotometriyasi usuli qo'zg'atish potentsiali past bo'lgan sathlarga ega elementlar uchun ayniqsa unumdordir. Bularga asosan birinchi va ikkinchi grupp elementlari kiradi. Ayniqsa natriy, kaliy, strontsiy va bariyani aniqlashda bu usul yaxshi natijalar beradi. Hozirgi vaqtda alanga fotometriyasi usuli bilan 40 ga yaqin elementlarni aniqlash mumkin.

Alanga fotometriyasi usuli tibbiyot, biologiya, geoximiya, geologiya va ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilishda shuningdek, fan va texnikaning turli sohalarida keng qo'llaniladi.

Alanga fotometriyasi signalni fotometrik yo'l bilan qayd qiluvchi unumdorligi yuqori bo'lgan usul hisoblanadi. Natijalarning takrorlanishi yuqori  $S_r = 0,005 - 0,05$  (nisbiy standart chetlanish) kattalik bilan xarakterlanadi. Bu usul bilan elementni aniqlash chegarasi  $0,1 - 0,001$  mkg/ml gacha boradi.

Alanga fotometriyasi atom-emission analizning bir ko'rinishi bo'lib unga ham Lomakin - Sheybening empirik formulasini qo'llash mumkin. Element

chiqarayotgan yorug'lik nuri bilan uning eritmadagi miqdori orasidagi bog'lanish, kontsentratsiyaning nisbatan qisqa oralig'ida to'g'ri chiziqli bo'lishi tajribada tasdiqlangan. Bu oraliq aniqlanayotgan elementga, asbobga, tajribaning shart-sharoitiga va namunaning tarkibiga bog'liq bo'lib standart eritmalar yordamida tajribada aniqlanadi.

## **1.2. ATOMLARNING CHIQRISH SPEKTRLARI BO'YICHA AMALIY ISHLAR**

### **1.2.1. ATOMLARNING CHIQRISH SPEKTRLARI BO'YICHA SIFAT ANALIZI O'TKAZISH**

Chiqarish spektriga qarab namunani tarkibida qanday elementlar borligini sifatiy tahlil qilish uchun spektrda bu elementga tegishli chiziqlarni bor yo'qligini aniqlash etarlidir. Boshqacha qilib aytganda, spektr chiziqlarining to'lqin uzunligini o'lchash shart emas. Bu ish namunaning spektrini spektr chiziqlarining to'lqin uzunligi ma'lum bo'lgan biror element spektri bilan taqqoslash orqali amalga oshiriladi.

Sifatiy tahlilning muvaffaqiyati ko'p jihatdan spektrning qanday olinganligiga bog'liq. Bunda yorug'lik manbaini tanlash, namunani yorug'lik manbaiga kiritish usuli, spektr oluvchi asbobni va tahlil qilish uchun tegishli spektr chiziqlarini tanlash muhim ahamiyatga ega. Namunaning tarkibini aniqlashda quyidagi aqidani nazarda tutmoq kerak. Biror elementga tegishli spektr chiziqni namunaning spektrida bo'lmasligi, uning mutlaqo yo'qligidan emas balki uning namunadagi miqdori usulning sezgirlik darajasidan past ekanligidan dalolat beradi. Shuning uchun, sifatiy tahlilda talabga javob beradigan usulni tanlash kerak. Tanlangan usulning sezgirligini tarkibi aniq bo'lgan namunalarni tahlil qilish orqali aniqlash mumkin.

#### **Spektrlarni «o'qish» (spektr chiziqlarning to'lqin uzunligini topish va ularning qaysi elementga tegishligini aniqlash) usuli**

Sifat tahlilidagi eng qiyin ish namunaning spektrini «o'qish» dir. Bu ishni spektroprojektor yordamida amalga oshirish juda qulay. Spektrni «o'qish»ni asosiy usullari to'lqin uzunliklarining shkalasi sifatida xizmat qiladigan temir spektri bilan namuna spektrini taqqoslashga asoslangandir, chunki temirning chiqarish spektri juda yaxshi o'rganilgan. Buning uchun, bitta fotografik plastinkaga Gartman diafragmasi yordamida o'rganilayotgan namunaning va temirning spektrlari ostin-ustun qilib tushiriladi. Fotografik plastinkadagi va atlasdagi [1] (atlas to'g'risidagi ma'lumot 1.2.2 ishda berilgan) temir spektrlarini

o'xshashligini topish quyidagicha amalga oshiriladi. Oldin noma'lum spektrning o'rganilayotgan qismiga yaqin bo'lgan temir spektridagi xarakterli guruhlar axtariladi. Keyin, shu guruh chiziqlarining surati tushirilgan atlasning varag'i (temir spektrini ma'lum qismini surati tushirilgan fotografik qog'oz) topiladi. Fotoplastinkaga tushirilgan temir spektrining spektroprojektor ekrani-dagi tasviri ustiga atlas varag'idagi spektr qo'yiladi. Temirning ekrandagi va varaqdagi spektrlari ustma-ust tushguncha varaq siljitib to'g'rilanadi.

Shuning uchun ham, temir spektrini yaxshi bilish va undagi chiziqlarni chaqqon, tez va aniq topishni o'rganish kerak. Bu masalani osonlashtirish uchun temir spektrining turli qismlarida joylashgan ba'zi xarakterli, ajralib turadigan chiziqlar guruhini eslab qolish foydalidir.

Temir spektrining xarakterli chiziqlarini o'z ichiga olgan guruhlarini 1.1 - jadvaldan topish mumkin.

### Temir spektridagi ajralib turadigan, xarakterli chiziqlarning guruhlari

*1.1 - jadval.*

Ra-qamli	Atlasning raqami	Spektrning qismi A larda	Izoh
1	5-6	2259,3 – 2260,9	uch chiziqdan iborat guruh
2	7	2343,5 – 2344,3	uchta intensiv chiziqdan iborat guruh
3	8	2410,5; 2411,1	intensivligi teng bo'lgan ikkita chiziq
4	10	2562,5; 2563,5	ikkita intensiv chiziq
5	11	2598,4; 2599,6	intensivligi taxminan teng bo'lgan ikkita sezgir (konsentratsiyaga) chiziq
6	13	2866,6 – 2869,3	to'rtta chiziqdan iborat guruh
7	15	3016,2 – 3021,1	to'rtta chiziqdan iborat guruh
8	15	3057,5 – 3100,7	oltitasining orasidagi masofa bir-biriga teng bo'lgan yettita intensiv chiziqdan iborat guruh
9	16	3219,9 – 3225,8	uchta intensiv chiziq
10	17	3366,8 – 3384,0	o'rtacha intensivlikdagi uchtadan chiziqqa ega bo'lgan ikki guruh
11	20	4045,8 – 4071,8	uchta intensiv chiziq
12	21	4873,0 – 4959,0	to'rtta intensiv chiziq
13	23	6393,5 – 6430,9	bir-biridan teng masofada joylashgan beshta chiziq

### Noma'lum moddaning tarkibini uning chiqarish spektri orqali aniqlash

Noma'lum moddada qaysi elementlar borligini aniqlash uchun, uning spektridagi chiziqlarning to'lqin uzunligini topish kerak. Bu ish, spektral atlas

## *Fizikaviy tadqiqot usullari*

---

orqali amalga oshiriladi. Namunaning aniqlanayotgan chizig'i bilan atlasning ustma-ust tushgan chizig'i topiladi va shu chiziqning to'lqin uzunligi hamda qaysi elementga tegishli ekanligi yozib olinadi.

Ishning bu bosqichida noma'lum moddaning spektridagi chiziq atlasdagi ustma-ust tushgan chiziqni chiqarayotgan kimyoviy elementga tegishli ekanligiga to'liq ishonib bo'lmaydi. Chunki, atlasda chizig'ining intensivligi katta bo'lgan elementlar belgilangan xolos. Shuning uchun, atlasda belgilangan chiziq ustiga boshqa kimyoviy elementning intensivligi past bo'lgan (shuning uchun atlasda belgilanmagan) spektr chizig'ini ustma-ust tushib qolish ehtimoliyati yo'q emas. Yuqorida bayon qilingan noma'lum spektrni "o'qish"ning birinchi bosqichi spektr chiziqning to'lqin uzunligini topishni (spektrografning chiziqli dispersiyasiga bog'liq bo'lgan aniqlikda) va u chiziq atlasda ko'rsatilgan kimyoviy elementga tegishli bo'lishi mumkinligini (ehtimol shu elementga tegishli) ko'rsatadi. Endi spektrni «o'qish»ning eng qiyin va mas'uliyatli qismi boshlanadi, ya'ni shu chiziq qaysi elementga tegishli ekanligini aniq topish kerak. Buning uchun atlasda ko'rsatilgan elementdan tashqari qaysi elementlarning to'lqin uzunliklari yaqin bo'lgan chiziqlari borligini va ularning ustma-ust tushish ehtimoliyatini tadqiq qilish kerak. Buni aniq tadqiq qilish uchun, spektr chiziqlarning jadvaliga [2] murojaat qilmoq kerak. Jadvaldan to'lqin uzunligi aniqlanayotgan chiziqqa mos tushuvchi yoki yaqin bo'lgan hamma kimyoviy elementlarni yozib olish kerak. Jadvaldan shu narsa ko'rinadiki to'lqin uzunliklarining ixtiyoriy olingan kichkina oralig'ida har xil elementlarning to'lqin uzunliklari bir-biriga juda yaqin bo'lgan ko'p chiziqlari yotadi. Bu spektr chiziqlarning to'lqin uzunliklari angstromning o'ndan bir, hatto yuzdan bir, ulushiga farq qiladi xolos. Odatda tahlil uchun qo'llaniladigan spektral asboblar bu chiziqlarni alohida-alohida ajratib ko'rish imkoniyatini bermaydi. Jadvaldan elementlarning nomini yozib olishda aniqlanayotgan chiziq atrofidagi to'lqin uzunliklarining qanday oralig'ini qamrab olish kerak degan savol tug'iladi. Bu savolga javob berish uchun spektrlarning surati tushirilgan asbobning ajratib ko'rsata olish qobiliyatini bilish kerak. Buning uchun, temir spektridagi intensivligi past bo'lgan va bir-biriga juda yaqin turgan (orasidagi masofa bundan kam bo'lsa ularni ajratish qiyin bo'lsin) ikkita chiziq olinadi. Bu chiziqlar to'lqin uzunligi aniqlanayotgan chiziqqa yaqin joyda joylashgan bo'lishi kerak. Bu holda ularning to'lqin uzunliklari orasidagi  $\Delta\lambda$  farq spektrning shu qismi uchun spektral asbobning ajratib ko'rsata olish kuchini xarakterlaydi.

Demak, jadvaldan to'lqin uzunliklari o'rganilayotgan chiziqning ikkala tomonida  $\pm \Delta\lambda$  oraliqda joylashgan elementlarning nomlarini yozib olish kerak. Endi bu ro'yxatdan, spektr olishda ishlatilgan yorug'lik manbaida



qo'zg'almaydigan elementlarni hamda, namuna tarkibida bo'lish ehtimoliyati kam bo'lgan (masalan, nodir va kam uchraydigan metallar) elementlarni ro'yxatdan o'chirish kerak.

To'lqin uzunligi aniqlanayotgan spektr chiziqni ma'lum elementga tegishlilikini aytish uchun quyidagicha fikr yuritiladi. Agar, shu chiziq ro'yxatdagi elementlardan biriga tegishli bo'lsa spektrda shu elementning, intensivligi bundan kattaroq bo'lgan boshqa chiziqlari, hech bo'lmaganda esa uning «oxirgi» chiziqlari albatta bo'ladi hamda ular intensivliklarining nisbati jadvalda ko'rsatilganiday bo'lishi kerak.

Shuni nazarda tutmoq kerakki bu elementlarning spektr chiziqlari ichida albatta uning «oxirgi» chiziqlari bo'lmog'i kerak. Hatto, shu aniqlanayotgan chiziq «oxirgi» chiziqlardan biri bo'lganda ham spektrda albatta intensivligi bundan kam bo'lmagan boshqa «oxirgi» chiziqlar bo'ladi.

Bundan ko'rinib turibdiki, qo'yilgan masalani yechish uchun, spektr chiziqlar jadvalidan namunada borligi gumon qilinayotgan elementning ishlatilgan yorug'lik manbayeda uyg'onadigan 2 - 3 ta «oxirgi» chizig'ining to'lqin uzunligini yozib olish va ularni shu spektrdan axtarib topishga harakat qilish kerak.

To'lqin uzunligi aniqlanayotgan chiziq tegishlilikini gumon qilinayotgan elementlarning qaysi birini (yoki qaysilarini) «oxirgi» chiziqlari spektrda bo'lsa o'shasiga (yoki o'shalariga) tegishli bo'ladi.

Yanayam aniq tasavvurga ega bo'lish uchun, spektrlarni atlas yordamida «o'qish»ga oid bir nechta misolni qaraymiz.

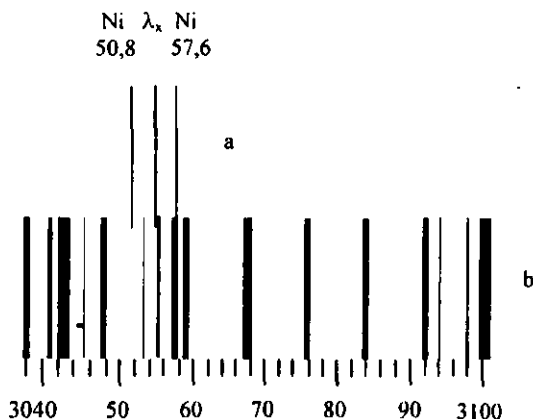
**BIRINCHI MISOL.** Faraz qilaylikki, bir qismi 1.2 - rasmda keltirilgan spektrni «o'qish» kerak bo'lsin.

Spektrda  $\lambda_x$  harfi bilan belgilangan chiziq qaysi elementga tegishli ekanligini topishga harakat qilamiz. Bu spektr ISP-28 spektrografi yordamida o'zgaruvchan tok generatori hosil qilgan yoy manbayiga kiritilgan namunaga tegishli bo'lsin. U holda, spektrni «o'qish» uchun, spektr chiziqlar atlasidan [1] foydalanamiz. Birinchi navbatda, namunaning to'lqin uzunligi aniqlanishi kerak bo'lgan chizig'iga yaqin joyda temir spektrining qaysi xarakterli guruhi (1.2 - jadvalda ko'rsatilgan) joylashganini aniqlaymiz. Bu chiziqning yaqinida to'lqin uzunliklari 3057,5 A dan 3100,7 A gacha oraliqda yettita intensiv chiziqdan iborat xarakterli guruh joylashgan. Demak, spektrni «o'qish» uchun, atlasdan shu chiziqlarni o'z ichiga olgan №15 varaqni tanlaymiz (2990 A dan 3140 A gacha).

Spektroproektor ekraniga tushayotgan temir spektrining tasviri bilan atlasdagi spektr surati ustma-ust tushsin. Bu holda noma'lum chiziq atlasda



ko'rsatilgan to'liqin uzunligi 3054,3 A ga teng bo'lgan nikel elementining spektr chizig'i bilan mos tushadi.



1.2 - rasm. Birinchi misolga tegishli temir spektrining bir qismi.  
a - namunaning va b - temirning spektrlari

Shu yo'l bilan, noma'lum chiziqning to'liqin uzunligi birdaniga topiladi, u 3054,3 A ga yoki undan bir nechta o'ndan bir ulushga farq qiluvchi songa teng. Bu chiziq qaysi elementning chiqarish spektriga to'g'ri kelishini topamiz. Quyidagicha fikr yuritish tabiiydir.

1.  $\lambda_x$  chiziq nikel elementiga qarashli.
2.  $\lambda_x$  chiziq intensivligi past bo'lgani uchun atlasda belgilanmagan boshqa elementga tegishli.
3.  $\lambda_x$  chiziq nikel va boshqa elementning ustma-ust tushayotgan chizig'i bo'lishi mumkin.

Juda oddiy bo'lgan birinchi taxminning to'g'ri noto'g'riligini tekshiramiz, ya'ni noma'lum chiziq nikelga tegishlimi yo tegishli emasmi. Agar, shu chiziq nikelga tegishli bo'lsa, u holda, spektrda nikelning boshqa intensiv chiziqlari ham bo'lishi kerak. Spekrdan shunday chiziqlarni axtaramiz.

Bunday chiziqlarning to'liqin uzunliklarini topish uchun [2] dan foydalaniladi. Bu jadvaldan nikelga tegishli ekanligi taxmin qilinayotgan 3054,3 A chiziqning ikkala tomonida to'liqin uzunliklari 3057,6 A va 3050,8 A bo'lgan nikelga tegishli yana ikkita intensiv chiziqlar borligini topamiz.

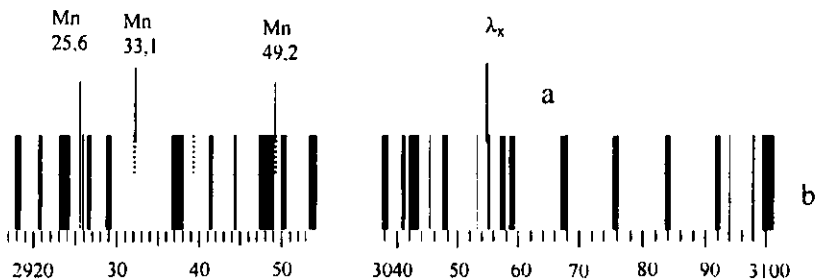
Tekshirilayotgan spektrning (1.2 - rasm) ko'rsatilgan joylarida shu chiziqlar borligini atlas orqali topamiz. Bu chiziqlarning intensivliklarini nisbati ham atlasda va [2] jadvalda ko'rsatilganiga mos tushadi, ya'ni 3054,3 A

chiziqning intensivligi 3057,6 A va 3050,8 A chiziqlarnikidan pastdir. Bundan  $\lambda_x$  chiziq nikel elementiga tegishli ekanligi kelib chiqadi.

**IKKINCHI MISOL.** 1.3 - rasmda keltirilgan spektrdagi  $\lambda_x$  chiziqning to'liq uzunligi va uning qaysi elementga tegishli ekanligi topilsin.

Bu chiziqning yaqinida joylashgan temir spektrini kuzatsak unda to'liq uzunliklari 3057,5 A dan 3100,7 A gacha oraliqda joylashgan ettita intensiv chiziqdan iborat xarakterli guruh borligini ko'ramiz. Demak, yana atlasning №15 varag'ini ishlatamiz. Varaqdagi va 1.3 - rasmdagi spektrlarni mos tushiranimizda noma'lum chiziqning yana to'liq uzunligi 3054,3 A bo'lgan nikelga tegishli ekanligini ko'ramiz. Birinchi misoldagi mulohazalarni takrorlab, 1.3 - rasmdagi spektrda to'liq uzunliklari 3057,6 A va 3050,8 A bo'lgan nikelga tegishli chiziqlarning yo'qligini ko'ramiz. Bundan 3054,3 A li chiziq nikelga emas boshqa elementga tegishli degan xulosa chiqadi. Bu chiziqni qaysi elementga tegishli ekanligini topish uchun [2] jadvalning spektr chiziqlarning to'liq uzunliklarini o'sishi tartibida joylashtirilgan qismidan foydalanamiz. Lekin, bundan oldin spektr qayd qilingan asbobning 3054,3 A li chiziq joylashgan qismidagi ajratib ko'rsata olish qobiliyatini aniqlaymiz. Boshqacha qilib aytganda, bu spektrda yana qaysi elementlarning chiziqlari ustma-ust tushishi mumkin.

Biz qarayotgan hol uchun asbobning ajratib ko'rsata olish kuchini temirning 3100,30 A va 3100,67 A chiziqlari orqali topish mumkin. Bu chiziqlarning to'liq uzunliklari  $\Delta\lambda = 0,36$  A ga farq qiladi. Shunday qilib, [2] dan to'liq uzunliklarini yozib olishda 3054,3 A li chiziqning ikkala tomonida undan  $\Delta\lambda/2 = \pm 0,18$  A uzoqlikda turgan chiziqlar bilan qanoatlanish mumkin. Ikkinchi ([2]) jadvaldan yozib olingan spektrning aynan shu chiziqni o'z ichiga olgan qismi 1.2 - jadvalda keltirilgan.



1.3 - rasm. Ikkinchi misolga tegishli spektr.  
a – namunaning va b –temirning spektrlari

### *Fizikaviy tadqiqot usullari*

Bu ro'yxatdagi elementlarni ichidan ba'zilarini quyidagi sabablarga ko'ra birdaniga chiqarib tashlash mumkin. Spekrni olish uchun ishlatilgan yorug'lik manbaida bu elementlar yaxshi qo'zg'almaydi va shunga ko'ra ularning spektral chiziqlari spektrda bo'lmaydi. Shu sababga ko'ra, ro'yxatdan selen va vanadiyni o'chiramiz, chunki, ularning 1.2 - jadvalda ko'rsatilgan chiziqlari yorug'lik manbai sifatida yoy ishlatilganda spektrda bo'lmaydi. Nodir va kam uchraydigan elementlarning chiziqlari ham spektrda bo'lmaydi. Faraz qilaylikki nodir er elementlari namunada bo'lmasin, u holda, ro'yxatdan tseriy va gafniyni o'chiramiz. Demak, ro'yxatda Co, Al, W va Mn qoladi.

Endi 3054,3 A li chiziq shu to'rt elementning qaysi biriga tegishli ekanligini aniqlaymiz. Buning uchun, birinchi misolda ko'rganimiz kabi bu elementlarning har birini intensivligi kattaroq bo'lgan boshqa chiziqlarini topish kerak. Agar namunaning tarkibida alyuminiy va kobalt bo'lsa spektrda ularga tegishli chiziqlar bo'lishi kerak. Atlasdan va [2] dan foydalanib spektrning o'rganilayotgan qismida alyuminiy va kobaltning intensivligi kattaroq bo'lgan 3082,15 A (Al) va 3061,82 A (Co) chiziqlari borligini topamiz.

**[2] jadvalning marganetsning to'lqin uzunligi 3054,96 A bo'lgan chizig'i joylashgan qismi.**

*1.2 - jadval.*

Kimyoviy elementning belgisi	Spektr chizig'ining to'lqin uzunligi A larda	Chiziqlarning shartli birliklardagi yorqinligi	
		Yoy	Uchqun
Co	3054,72	60	0
Al	3054,68	20	10
Ce	3054,61	2	0
Hf	3054,53	15	15
Ce	3054,44		
Mn	3054,96	75	40
Ni	3054,32	400	100
Se	3054,27	0	(20)
V	3054,24	0	5
Co	3054,13	28	8
W	3054,01	9	8

Xuddi shunday, namunada volfram va marganets bo'lsa spektrda ularga tegishli 2944,40 A va 2946,98 A (W) hamda 2949,21 A, 2933,06 A va 2925,57 A (Mn) chiziqlar bo'lishi kerak.

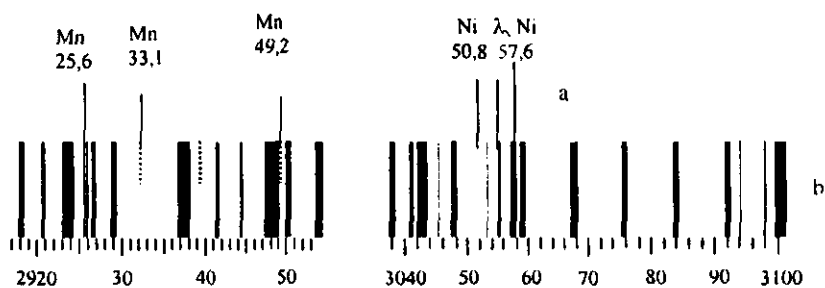
Alyuminiy va kobaltning chiziqlari №15, volfram va marganetsniki esa №14 varaqlarda joylashgan. Oldin №15 varaqdan foydalanamiz va uni 1.3-rasmdagi temir spektri bilan ustma-ust tushiramiz. Rasmdan ko'rinib turibdiki,

uning varaqning 3082,15 A va 3061,82 A chiziqlariga mos keluvchi joylarida alyuminiy va kobaltga tegishli bu chiziqlar yo'q. Shuning uchun, o'rganilayotgan 3054,3 A chiziq alyuminiyga ham kobaltga ham tegishli emas, demak, ularni ham ro'yxatdan o'chiramiz. Endi №14 varaqni 1.3 - rasm ustiga qo'yamiz va temirning chiziqlari bilan mos tushiramiz. Namunaning 1.3 - rasmda keltirilgan spektrida volframga tegishli chiziqlar yo'qligini ko'ramiz. Shu atlasdan foydalanib marganetsning uchta intensiv chizig'i 2949,21 A, 2933,06 A va 2925,57 A borligini topamiz. Shunday qilib, 3054,3 A chiziq marganetsga tegishli ekan.

**UCHINCHI MISOL.** 1.4 - rasmda ko'rsatilgan namunaning spektridagi  $\lambda_x$  chiziqning to'lqin uzunligini va qaysi elementga tegishli ekanini topamiz.

Xuddi birinchi misoldagiday №15 varaqni temir spektri bilan ustma-ust tushirib noma'lum chiziqning to'lqin uzunligi 3054,3 A va uning nikelga tegishli ekanini aniqlaymiz. Bundan tashqari spektrda to'lqin uzunliklari 3057,6 A va 3050,8 A bo'lgan nikelga tegishli intensiv chiziqlar ham bor. Lekin, ularning intensivligi birinchi misoldagidan farqli 3054,3 A li chiziqning intensivligidan pastdir. Bu hol, spektrda nikelning chizig'i ustiga to'lqin uzunligi unga yaqin bo'lgan boshqa elementning chizig'i tushayapti deb taxmin qilishga olib keladi.

Bu taxminni to'g'ri yoki noto'g'riligini tekshirish uchun, ikkinchi misoldagidek mulohaza yuritamiz va o'rganilayotgan spektrda marganetsning to'lqin uzunliklari 2949,21 A, 2933,06 A va 2925,57 A bo'lgan chiziqlari borligiga ishonch hosil qilamiz. Spektrda bundan boshqa (boshqa elementlarning) chiziqlar yo'q. Bundan 3054,3 A li chiziq marganetsning 3054,36 A va nikelning 3054,32 A li chiziqlarining ustma-ust tushishidan hosil bo'lgan degan xulosa kelib chiqadi.



1.4 - rasm. Uchinchi misolga tegishli spektr.  
a - namunaning va b - temirning spektrlari

**Ishni bajarish tartibi**

1. Laborantdan temir va namunaning chiqarish spektrlari tushirilgan spektral plastinka va temir spektrining atlasini oling.

2. Plastinkani spektr tushirilgan tomonini yuqoriga qarab spektroproektorni tegishli ramkasiga o'rnatib va ekranga spektrning tasvirini tushiring. Agar, spektrning ekrandagi tasvirida chiziqlarning to'lqin uzunligi chapdan o'ngga qarab ortib borsa plastinka to'g'ri o'rnatilgan bo'ladi (bu ishni qanday amalga oshirilishi spektroproektorning kitobchasida batafsil yozilgan).

3. Temir spektrining 1.1 - jadvalda ko'rsatilgan xarakterli guruxlarini ekrandagi tasvir va atlasdagi suratlarni taqqoslash asosida o'rganib chiqing.

4. Namunaning spektridan to'lqin uzunligi aniqlanishi kerak bo'lgan chiziqlar joylashgan qismini belgilang.

5. Shu qismning ostidagi temir spektrining tasviri tushirilgan atlas varag'ini toping.

6. Atlas varag'ini ekran ostiga shunday joylashtiringki temir spektridagi va varaqdagi bir xil to'lqin uzunlikka ega bo'lgan spektr chiziqlar ustma-ust tushsin.

7. Namunaning aniqlanayotgan chizig'i bilan ustma-ust tushgan atlasning chizig'ini toping va shu chiziqning to'lqin uzunligini hamda qaysi elementga tegishli ekanligini yozib oling.

8. Spektrning aniqlanayotgan chiziq joylashgan qismi uchun spektr olingan asbobning  $\Delta\lambda$  ajratib ko'rsata olish qobiliyatini aniqlang.

9. Aniqlanayotgan chiziqdan  $\pm \Delta\lambda/2$  masofada joylashgan spektr chiziqlarining to'lqin uzunliklarini, elementning nomini, atomlashtirish usulini va nisbiy intensivligini [2] dan yozib oling.

10. Yuqorida keltirilgan misollardan foydalanib shu chiziq qaysi elementga tegishli ekanligini aniqlang.

11. Shu yo'l bilan namuna spektrining turli qismlarida joylashgan 20 - 25 ta spektr chiziqning to'lqin uzunligini aniqlang.

**1.2.2. SPEKTR CHIZIQLARNING TO'LQIN UZUNLIGINI O'LCHASH**

Spektr chiziqlarning to'lqin uzunligini o'lchash chiziqlarning to'lqin uzunligi bilan ular orasidagi masofaning bog'liqligiga asoslangan.

Spektr chiziqlarning atlasini spektr chiziqlarining to'lqin uzunligi ko'rsatilgan elementlar spektrini tasvirini (suratini) o'z ichiga oladi. Spektr atlasini ma'lum yorug'lik manbai orqali qo'zg'atilgan (masalan elektr yoyi) va ma'lum spektrograf orqali suratga tushirilgan (masalan, optik qismlari kvarts-

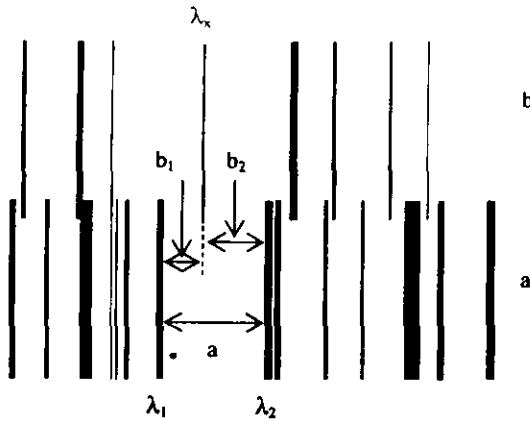
dan yasalgan - kvarts spektrografi) spektrlarni tadqiq qilishda ishlatish mumkin. Spektrograf ishlaydigan butun spektral oraliq bir nechta qismlarga bo'linadi va har qaysining ma'lum kattalikda olingan surati alohida varaqqa (fotografik qog'ozga) tushiriladi. [Ko'pchilik kafedralarda va laboratoriyalarda elektr yoyi yordamida qo'zg'atilgan temir spektrining optik qismlari kvartsdan tayyorlangan ISP-28 spektrografida olingan va 20 marta kattalashtirib ishlangan atlas bor [1]] Atlasning quyi qismida toza temirning chiziqli spektri keltirilgan bo'lib uning ostida esa to'lqin uzunliklari shkalasining tasviri tushirilgan. Ixtiyoriy chiziqning to'lqin uzunligini shu shkaladan foydalanib ma'lum xato bilan topish mumkin. Spekr chiziqlarining yuqorisidagi tik chiziqlar boshqa elementlarning eng intensiv chiziqlarini temirning chiziqlariga nisbatan o'rmini ko'rsatadi. Kimyoviy element belgisining yuqorisida (o'ng tomonda) shartli birliklarda (odatda, 10 balli shkala bo'yicha) shu element chizig'ining intensivligi ko'rsatilgan. Temirning spektri to'lqin uzunliklarning o'ziga xos shkalasi sifatida xizmat qiladi, chunki spektrning hamma sohalarida uning ko'p sonli chiziqlari bor va bu chiziqlarning to'lqin uzunliklari yuqori aniqlikda o'lchangan. Shuning uchun, temirning spektri boshqa elementlar spektridagi chiziqlarning to'lqin uzunligini topishda ishlatiladi.

Atlasdan foydalanish uchun albatta, namuna spektrining ostidan yoki ustidan unga tegizib temirning spektri tushirilishi kerak (1.5 - rasmga qarang).

Noma'lum modda spektridagi chiziqlarning to'lqin uzunligini o'lchash va unga asoslanib elementni topish uchun temir spektrini yaxshi o'rganish kerak. Buning uchun, spektroproektor ekranidagi temir spektrining o'rganilayotgan sohasini tiniq tasviri ustiga atlasning temirni shu qismini surati olingan varag'ini ustma-ust qo'yish kerak Bunday qo'yganda tasvirdagi va atlasdagi to'lqin uzunligi bir xil bo'lgan chiziqlar ustma-ust tushadi. Kerakli varaqni topishda temir spektr chiziqlarining xarakterli guruhlaridan «yo'l ko'rsatuvchi» sifatida foydalaniladi. Bu guruhlariga kirgan chiziqlar o'zining ma'lum belgilari bilan (intensivligi, orasidagi masofa va xokazo) boshqa chiziqlardan ajralib turadi. [Temir spektridagi xarakterli guruhlar 1.1 - jadvalda ko'rsatilgan.]

Temir spektridagi spektr chiziqlarning xarakterli guruhlaridan foydalanib, atlas yordamida kerakli qismni topib olishni o'rgangandan keyin ishning asosiy qismi bajariladi.

Temir spektrining yuqorisiga tushirilgan noma'lum moddaning spektridagi chiziqlarning to'lqin uzunligini aniqlaymiz (1.5 - rasm).



1.5 - rasm. Spektir chiziqning to'liqin uzunligini o'lchash.  
a) temirning va b) namunaning chiqarish spektrlari.

Buning uchun, namuna spektridagi to'liqin uzunligi aniqlanishi kerak bo'lgan  $\lambda_x$  chiziqning ikkala tomonida joylashgan temir spektrining to'liqin uzunliklari ma'lum bo'lgan ikkita  $\lambda_1$  va  $\lambda_2$  spektr chiziqlaridan foydalanamiz. O'lchash aniqligi katta bo'lishi uchun  $\lambda_1$  va  $\lambda_2$  chiziqlar orasidagi masofa kichik bo'lishi kerak. Temir spektridagi chiziqlarning to'liqin uzunliklari atlasda ko'rsatilgan. Spektarning to'liqin uzunligi  $\lambda_x$  aniqlanadigan chiziq joylashgan qismini ekranga tushiramiz. Shu chiziqning ikki tomonida joylashgan to'liqin uzunliklari  $\lambda_1$  va  $\lambda_2$  bo'lgan temirning ikkita chizig'ini atlasdan foydalanib topamiz. Yuqoridagi rasmda ko'rsatilgan  $a$ ,  $b_1$  va  $b_2$  masofalarni millimetrlarda o'lchaymiz. Spektir chiziqlari orasidagi bu masofalarni gorizontalar komparator IZA - 7 va MIR-12 o'lchov mikroskopi yordamida, laboratoriyada bu asboblardan foydalanib o'lchash mumkin.

Agar, shu spektrlar tushirilgan spektrografning chiziqli dispersiyasiga teskari bo'lgan kattalik  $d\lambda/dl$  (Å/mm) shu chiziqlar joylashgan sohada doimiy bo'lsa (tanlangan qism kichik bo'lsa u doimiy bo'ladi) quyidagi proporsiya to'g'ri bo'ladi. Bu erda  $d\lambda$  - to'liqin uzunliklari ma'lum bo'lgan ikkita spektr chiziq orasidagi farq, (angstremlarda),  $dl$  - shu chiziqlar orasidagi masofa (millimetrlarda).

$$\frac{a}{b_2} = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_x} \text{ yoki } \frac{a}{b_1} = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_x - \lambda_1} \quad (1.1)$$



Bu yerda,  $\lambda_1$  va  $\lambda_2$  - temir spektridagi chiziqlarning to'liqin uzunliklari (angstremlarda),  $\lambda_x$  - noma'lum modda spektridagi chiziqning to'liqin uzunligi,  $b_1$  va  $b_2$  mos ravishda  $\lambda_x$  va  $\lambda_1$  hamda  $\lambda_2$  va  $\lambda_x$  lar orasidagi masofa (millimetrlarda),  $a$  -  $\lambda_2$  va  $\lambda_1$  lar orasidagi masofa (millimetrlarda). Bundan

$$\lambda_x = \lambda_1 + \frac{b_1}{a}(\lambda_2 - \lambda_1) \text{ yoki } \lambda_x = \lambda_2 - \frac{b_2}{a}(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (1.2)$$

orqali noma'lum chiziqning to'liqin uzunligi topiladi. Spekr chiziqlar orasidagi masofani o'lchashni 3 - 5 marta takrorlab va (1.2) formulalar orqali topilgan  $\lambda_x$  ning o'rtacha qiymatini olish kerak. Kamida o'nta noma'lum chiziqning to'liqin uzunligi topiladi.

Endi to'liqin uzunligi  $\lambda_x$  bo'lgan chiziq qaysi elementga taalluqli ekanligini aniqlash kerak. Buning uchun, Zaydel A.N., Prokofev V.A. va boshqalarning «Tablitsi spektralnix liniy» spravochnik M. 1977 g. kitobidan foydalanamiz [2]

Spekr chiziqlarning qaysi elementga tegishli ekanligini aniqlash uchun, uning to'liqin uzunligini o'lchashda qo'yilgan xatoni hisobga olish kerak. Masalan, noma'lum chiziqning hisoblangan to'liqin uzunligi 3080,83 A, o'lchashning xatosi esa  $\Delta\lambda = \pm 0,14$  bo'lsin, unda bu topilgan chiziq jadvalga ko'ra quyidagi elementlarga taalluqli bo'lishi mumkin; temir  $\lambda = 3080,98$  A, kadmiy  $\lambda = 3080,82$  A, kaltsiy  $\lambda = 3080,826$  A, nikel  $\lambda = 3080,76$  A va xromning intensivligi past bo'lgan  $\lambda = 3080,71$  A chizig'i. Topilgan spekr chiziq shularning qaysi biriga tegishli?

Bu masalani oxirigacha hal qilish uchun, shu elementning intensivligi past bo'lgan boshqa chiziqlari hamda oxirgi chiziqlarining spektrogrammada bor yo'qligi tekshirib ko'riladi. Masalan, agar tushirilgan spektrda nikelning to'liqin uzunligi  $\lambda = 3050,8$  A bo'lgan juda sezgir chizig'i va intensivligi past bo'lgan  $\lambda \approx 2992,6$  A chizig'i bo'lsa hamda temirning, xromning, kadmiy va kaltsiyning namunada bor-yo'qligini bildiradigan sezgir chiziqlari bo'lmasa demak topilgan chiziq, nikelga tegishli bo'ladi. Yuqorida keltirilgan formula yordamida to'liqin uzunligi aniq bo'lgan ikkita spekr chiziqning to'liqin uzunligi orasidagi farq 100 - 200 A dan katta bo'lmaganda qoniqarli natija olish mumkin.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. DSP - 1 spektropoektorining tuzilishi va unda ishlash qoidalari bilan tanishgandan so'ng temir va namunaning spektrlari tushirilgan shisha plastinkani surat tushirilgan tomonini yuqoriga qaratib asbobning buyum sto-

liga qo'ying. Plastinkani shunday qo'yingki ekranga tushayotgan spektr chiziqlarining to'liq uzunligi chapdan o'ngga qarab ortib borsin.

2. Ekranda spektrning tiniq tasvirini oling va temir spektrining xarakterli guruhlarini (1.1 - jadval) spektral atlas yordamida o'rganib chiqing.

3. Namunaning to'liq uzunliklari o'lchanadigan chiziqlarini tanlang, bu chiziqlar spektrning qaysi qismlarida joylashganligini temir spektri yordamida aniqlab tegishli atlasni tanlang.

4. Noma'lum chiziqning ( $\lambda_x$ ) ikki tomonida joylashgan temirning ikkita chizig'ini ( $\lambda_1$  va  $\lambda_2$ ) tanlang va ularning to'liq uzunligini atlas yordamida aniqlang.

5. Ekranga lineyka qo'yib chiziqlar orasidagi masofalarni ( $a$ ,  $b_1$  va  $b_2$ ) millimetrlarda o'lchang. Ko'z bilan chamalab o'lchash aniqligini  $\pm 0,2$  mm gacha etkazish mumkin.

6. Yuqorida keltirilgan formulalar yordamida noma'lum chiziqning to'liq uzunligini hisoblang.

7. Masofani o'lchash aniqligi va spektrning shu qismi uchun asbobning teskari chiziqli dispersiyasini hisobga olib to'liq uzunligini o'lchash aniqligi  $\pm \Delta\lambda$  ni toping. Shu yo'l bilan 8 - 10 chiziqning to'liq uzunligini o'lchang.

8. [2] dan  $\lambda_x \pm \Delta\lambda$  oraliqda joylashgan spektr chiziqlarini to'liq uzunligi, atomlash usuli va nisbiy intensivligini yozib oling.

9. 1.2.1. ishda keltirilgan misollardan foydalanib shu chiziq qaysi elementga tegishli ekanligini aniqlang.

### **1.2.3. TEMIR SPEKTRINI SURATGA OLIISH VA O'RGANISH**

Yorug'likning ko'zga ko'rinadigan va ultrabinafsha sohlarida joylashgan temirning spektrida qariyb 4700 chiziq bor. Bu chiziqlar fotografik usul bilan qayd qilinadigan spektrning hamma qismida deyarli tekis joylashgan. Buning ustiga temirning spektri yaxshi o'rganilgan ya'ni, chiziqlarning to'liq uzunliklari yetarli darajada aniq o'lchangan. Shuning uchun sifat tahliliga tegishli masalalarni yechishda, ya'ni chiqarish spektrlaridagi chiziqlarni qaysi elementlarga tegishli ekanligini aniqlashda temir spektri to'liq uzunliklari shkalasining etaloni («yo'l ko'rsatuvchi») vazifasini o'taydi.

Fotografik plastinkaga temirning spektrini olish uchun spektrografni ishlatish, plastinkaga tushirilgan spektr suratini ochiltiruvchi va mustahkamlovchi eritmalar tayyorlash va ulardan foydalanish amallarini bilish kerak.

Spektrografning yo'naltiruvchi temir yo'liga uch linzali yoritish sistemasi o'rnatiladi. Linzalarni kirish tirqishidan qanday masofada joylashtirish spektrografning tipiga bog'liq. Odatda kirish tirqishining kengligi 0,010 - 0,015

mm va balandligi esa Gartman diafragmasi yordamida 2 mm qilib o'rnatiladi. Qo'zg'atish manbaini shtativga to'g'ri ulanganini tekshirib ko'rib tegishli rejim tanlanadi. Yoy rejimi tanlanganda tok kuchi 5-6 A, elektrodlar orasidagi masofa 2,0 - 2,5 mm, uchqun orqali qo'zg'atganda esa kondensatorning sig'imi 0,01 mkF, induktivlik 0,01 mkGn, elektrodlar oralig'i 2 mm qilib o'rnatiladi.

Temir elektrodلarni shtativga o'rnatib generatorni yoy rejimida qisqa muddatga yoqish orqali elektr sxemasini to'g'riligi tekshirib ko'riladi. Shu bilan bir vaqtda spektrograf tirqishini tekis yoritilganligi krest chiziq chizilgan tirqish qopqog'iga tushayotgan yorug' dog' orqali tekshiriladi. Zarurat tug'ilganda yorug'lik manbai va yoritish sistemasi yustirovka qilinadi.

Shuningdek, yoy yonib turgan vaqtda kasseta qo'yiladigan tomondan spektrografga lupa bilan qarab kirish tirqishining tozaligi tekshiriladi. Agar tirqishga kattaroq chang zarrasi yopishgan bo'lsa u, butun spektrni kesib o'tuvchi ingichka qora chiziq (polosa, yo'l) shaklida ko'rinadi.

Fotoxonada kuchsiz qizil lampani yorug'ligida spektrografning kasseta-siga fotoplastinka o'rnatiladi. Fotoplastinkaning o'lchami kassetadagi ramkaning o'lchamlaridan kam bo'lganda spektrning suratga olish mo'ljallanayotgan qismi kasseta o'rnatiladigan ramkaning chap yoki o'ng chetiga siljtiladi va kassetaning aynan shu qismiga fotoplastinka qo'yiladi. Fotoplastinkaning yorug'likka sezgir modda surtilgan tomoni spektrografning ichkarisiga ya'ni, spektrga ajralgan yorug'lik kelayotgan tomonga qaratib o'rnatilishi kerak. Plastinkaning qaysi tomoniga emulsiya surtilganligini toza barmoq bilan sezish mumkin. Emulsiyali tomon ozgina notekis, emulsiyasiz tomon esa silliq bo'ladi. Fotoplastinkani doim qirrasidan ushlash kerak, aks holda barmoq izlari spektr tasvirini buzadi. Ba'zi plastinkalar yorug'likning qizil sohasiga ham sezgir bo'ladi. Bunday plastinkalarni faqat qorong'u joyda kassetaga o'rnatish mumkin. Plastinka qo'yish vaqtda kassetaning qora rangli qopqog'i yopilgan bo'lishi kerak.

Fotoplastinka qo'yilgan kasseta spektrografdagi joyiga o'rnatiladi. Keyin spektrografning tirqishini ochib kassetani balandga yoki pastga siljitmasdan Gartman diafragmasi yordamida temirning spektrlari tushirib olinadi. Plastinkaga yorug'likni tushish vaqti ya'ni ekspozitsiya vaqti 4 - 15 sekund qilib olinadi. Suratga olish tugagandan so'ng kassetaning qora qopqog'i yopiladi va spektrografdan echib olinadi.

Fotoxonada plastinka kassetadan olinadi va rasm tushgan tomonini yuqoriga qaratib ochiltiruvchi eritma solingan vannaga qo'yiladi. Ochiltirish jarayonida eritmani bir tekisda qo'zg'ab turish kerak.

Shuni alohida ta'kidlab o'tish kerakki fotoplastinkani ochiltirish vaqtida vannani qimirlatib turish hamma vaqt ham kerakli natijani beravermaydi. Chunki emulsiyaga yaqin bo'lgan ochiltiruvchi eritmaning chegaraviy qatlamini kontsentratsiyasi pasayib faolligi kamaysa ham u emusiya bilan mahkam bog'langan bo'ladi. Yupqa porolon (yoki rezina) tasmaidan tayyorlangan chetkani bosmasdan plastinka ustida yurgizib turish ochiltirishni tekis bo'lishini ta'minlaydi.

Ochiltirish vaqtida eritmaning temperaturasi 18 - 20 °C atrofida bo'lishi kerak. Ochiltirish vaqti 4 - 6 minut bo'lib odatda u fotoplastinkaning qutisida yoki eritmaning qo'llanmasida ko'rsatilgan bo'ladi. Ochiltirilgan plastinka suv bilan yuviladi va emulsiyaning yorug'lik tushmagan joylaridagi AgBr kristallarini ketkizish uchun mustahkamlaydigan eritma solingan vannaga o'tkaziladi. Fotoplastinkani yuzasidan ochilmagan AgBr kristallari to'liq ketmaguncha uni eritmada saqlash kerak.

Jarayon tugagach fotoplastinkani 15 - 20 minut davomida suv bilan yuvish kerak. Suv bilan yuvganda hamma eriydigan tuzlar plastinkani yuzasidan ketadi. Bu tuzlar unga asosan mustahkamlovchi eritmadan o'tadi.

Yuvilgan plastinka changdan xoli bo'lgan joyda quritiladi. Plastinka quritilayotgan muhitning harorati 40 °C dan oshmasligi kerak.

Temir spektrini o'rganish uchun plastinka spektroproektorning buyum stolchasiga emulsiya tomoni yuqoriga qaratib o'rnatiladi. Plastinka to'g'ri o'rnatilganda uning uzun to'lqinli chiziqlar joylashgan qismi o'ng tomonda bo'lishi kerak. Obyektivni fokuslab ekranda spektr chiziqlarining tiniq tasviri hosil qilinadi. Spektrni o'rganishni esda qoladigan xarakteristik gruppalardan masalan, to'lqin uzunligi 3016,3 - 3021,1 A yoki 2598,4 - 2599,5 A bo'lgan chiziqlardan boshlash maqsadga muvofiqdir.

Bu ish ekrandagi spektrning tasvirini spektral atlasning tegishli varag'idagi spektrning rasmi bilan taqqoslash orqali amalga oshiriladi. Atlas ekranga shunday qo'yiladiki undagi chiziqlar ekrandagi chiziqlar bilan ustma-ust tushsin. Odatda, ekranning o'rtasida taqriban 6 - 8 sm oraliqda ustma-ust tushish kuzatiladi.

Shunday yo'l bilan 10 ga yaqin chiziqning to'lqin uzunligi topiladi. Plastinkadagi spektrlardan foydalanib spektrografning teskari chizikli dispersiyasi va ajratib ko'rsata olish qobiliyatini topish mumkin.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. Spektrografni ishga tayyorlang (uch linzali yoritish sistemasini joy-joyiga, temir elektrodnlarni tozalab shtativga o'rnatib, generatorni yoy

rejimini tanlang, tirqishni kengligini 0,015 mm qilib unga Gartman diafragma-sini o'rning).

2. Fotoplastinkani ochiltiruvchi va tasvirni mustahkamlovchi eritmalarni tayyorlang.

3. Fotoxonada kassetaga fotoplastinkani joylashtiring va uni spektrografga o'rning.

4. Navbat bilan tirqishni 5, 10, 15 va 20 s mobaynida ochib plastinkaga spektr tushiring.

5. Olingan spektrni tegishli eritmalarda ochiltiring va mustahkamlang.

6. Plastinkadagi spektrdan spektral atlas yordamida xarakteristik grupp-larga tegishli 10 ga yaqin chiziqni to'lqin uzunligini toping.

#### **1.2.4. STILOSKOP SHKALASINI TO'LQIN UZUNLIK BO'YICHA DARAJALASH**

Stiloskopda ishlaganda turli elementlarning spektr chiziqlarini tez va aniq topishga o'rganish kerak. Asbobning dispersiya egrisini bilgan taqdirda bu ish-ni oson amalga oshirish mumkin. Dispersiya egrisini chizish uchun juda ko'p spektr chiziqlarga ega bo'lgan elementning spektridan foydalaniladi. Bu chi-ziq-larning to'lqin uzunligi ma'lum bo'lishi kerak. Dispersiya egrisini chizish uchun temir spektri ishlatiladi.

Buning uchun V.S.Burakov va A.A Yankovskiylarning «Prakticheskoe rukovodstvo po spektralnomu analizu» kitobidagi temir spektrining rangli su-rati yoki spektr atlasidagi spektr chiziqlarini o'rganish kerak. Asbobning oku-lyariga qarab temir spektri bilan atlasdagi spektrni taqqoslash orqali ularning o'xshash qismlarini topa bilish zarur. Atlasdan to'lqin uzunligi 639,36 nm bo'lgan qizil chiziqni topib stiloskop okulyariga qarab spektrning qizil rangli sohasidan shu chiziqni axtarish kerak. Okulyar kirgizilgan gardishni aylantirib spektr chiziqlar eng tiniq ko'rinishga keltiriladi. Topilgan chiziq okulyar tekis-ligida ko'rinadigan strelkaning o'rtasiga to'g'rilanadi va aylanuvchi baraban shkalasining shu holatga to'g'ri kelgan qiymati yozib olinadi. Olingan natija-lar takrorlanuvchan bo'lishi uchun har safar shkala barabanini nol nuqtadan boshlab aylantirish kerak. Olingan natijalar quyidagi ko'rinishdagi jadvalga yoziladi (1.3 - jadval).

Xuddi shunday yo'l bilan jadvalda keltirilgan chiziqlarga mos kelgan shkalaning qiymatlari yozib olinadi. Spektrni siljitgan vaqtda tasvir xiralashis-hi mumkin. Bunday holda har safar okulyar kirgizilgan gardishni burab tasvir-ni tiniqlashtirish kerak. Jadvaldagi ma'lumotlar asosida asbobning dispersiya egrisi chiziladi. Buning uchun koordinat sistemasining abstsissa o'qiga chiziq-

## *Fizikaviy tadqiqot usullari*

ning to'liq uzunligi ordinata o'qiga esa unga mos kelgan baraban shkalasi-ning qiymati qo'yiladi. Dispersiya egrisini chizganda ba'zi nuqtalar chiziqning ustida yotmasa bu hol spektr chizig'ining to'liq uzunligi noto'g'ri aniqlanganidan yoki okulyarning strelkasi chiziq ustiga aniq o'rnatilmaganligidan dalolat beradi. Egrilikni chizish uchun qancha ko'p nuqta olinsa uning aniqligi shuncha yuqori bo'ladi.

### **O'lchash natijalari**

*1.3 - jadval.*

O'lchash tartibi	Chiziqning to'liq uzunligi, nm	Baraban shkalasining qiymati	Spektrning sohasi (rangi)
1	639,36		Qizil
2	602,18		To'q sariq
3	556,96		Sariq
4	541,09		Sariq-yashil
5	520,23		Yashil
6	505,16		Xavorang-yashil
7	487,82		Yashil-ko'k
8	437,59		binafsha

Stiloskopni to'liq uzunliklari bo'yicha darajalash to'g'ri bajarilganligini tekshirish uchun spektr atlasidan temirning to'liq uzunligi 542.41 nm bo'lgan chizig'i, dispersiya egrisidan esa baraban shkalasining unga mos keluvchi qiymati topiladi. Baraban aylantirilib shu qiymat o'rnatiladi hamda okulyar tekisligida ko'rinayotgan va atlasdagi spektrlar taqqoslanadi. Agar dispersiya egrisi to'g'ri chizilgan bo'lsa okulyar strelkasi ostida turgan spektr chizig'ining to'liq uzunligi 542,41 nm bo'ladi.

Stiloskopning doimiy elektrodi toza misdan bo'lganda ham yuqorida bayon qilingan hamma amallar to'g'ri bo'ladi.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. Stiloskopning shtativiga aylana disk shaklidagi temir elektrodni o'rnatish.

2. Buyum stolchasini ustiga yuzasi tozalangan temir elektrodni qo'ying. Elektrodlar orasidagi masofani shablon bilan 2 - 3 mm qilib o'rnatish.

3. Stiloskopda ishlash tartibi bayon qilingan bo'limdagi ko'rsatmaga tayanib eng kam tok talab qiladigan yoy rejimini o'rtatish.

4. Spektral atlasdan to'liq uzunligi 639,36 nm bo'lgan temirning spektr chizig'i joylashgan atlasni topish.

5. «Pusk» tugmachani bosib elektrodlar orasida turg'un yoy razryadi hosil qiling.

6. Asbobni barabanini burab okulyarning ko'rish tekisligiga spektrning qizil rangli qismini keltiring.

7. Atlasda va okulyar tekisligida ko'rinayotgan spektrlarni taqqoslab okulyardagi spektrdan to'liq uzunligi 639,36 bo'lgan chiziqni toping. Barabanni burash orqali spektrni siljitib shu chiziqni okulyarda ko'rinayotgan strelkaning o'rtasiga to'g'rilang va baraban shkalasining unga mos kelgan qiymatini yozib oling.

8. Jadvaldagi boshqa spektr chiziqlari uchun ham 4, 6 va 7 amallarni bajarjing.

9. Koordinat sistemasining abstsissa o'qiga to'liq uzunliklarini ordinata o'qiga esa baraban shkalasining ularga mos qiymatlarini qo'yib stiloskopning dispersiya egrisini chizing.

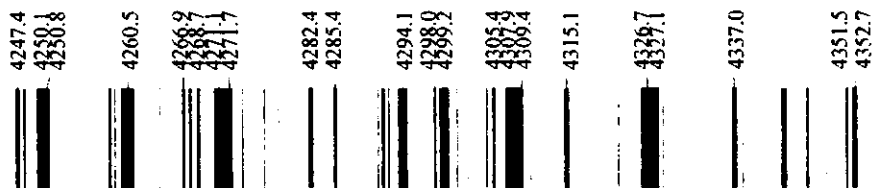
10. Dispersiya egrisidan foydalanib to'liq uzunligi 542,41 nm bo'lgan chiziqqa mos kelgan baraban shkalasining qiymatini toping. Elektrodlar o'rtasida yoy hosil qilib okulyarga qarang va strelkaning ostida aynan shu chiziq turganiga ishonch hosil qiling.

### **1.2.5. MIS QOTISHMASINI STILOSOP YORDAMIDA YARIM MIQDORIY ANALIZ QILISH**

Stiloskopning okulyariga qarab spektrning ko'zga ko'rinuvchi ya'ni binafsha rangdan to'qizilgacha bo'lgan qismini kuzatish mumkin. Spektr chiziqlarga boy bo'lgan temirning spektriga birinchi bor qaraganda bir-biriga o'xshash bo'lgan nihoyatda ko'p chiziqlarni farqlab bo'lmasa kerak degan taassurot paydo bo'ladi. Lekin, ma'lum muddat kuzatgandan so'ng, har bir spektr chiziq faqat o'ziga xos bo'lgan alohida xossalarga ega ekanligi sezila boshlaydi. Spektrning har xil qismi bir-biridan rangi bilan farq qiladi, bundan tashqari, har bir chiziqning intensivligi va tashqi ko'rinishi har xildir; ba'zilari aniq va ravshan, ba'zilari keng va yoyilgan (juda yorqin chiziqlar odatda kengaygan va qirrasini aniq bo'lmaydi) bo'ladi. Har bir chiziqning qo'shnilari bir-biridan farq qiladi. Spektr chiziqlarni alohida xarakterli guruhlar hosil qilishini e'tiborga olish muhimdir. Bunday xarakterli guruhlarini spektrdan axtarib topish qiyinchilik tug'dirmaydi. Butun spektrni shunday guruhlariga ajratib keyin kerakli spektr chiziqlarni topish ishini osonlashtiradi. Temir spektrida spektr chiziqlarning qanday joylashganligiga qarab unda oson esda qoladigan bir nechta xarakterli guruhlar borligini sezish mumkin. Masalan, temir spektrining binafsha qismida to'liq uzunligi 4250 A dan to 4337 A oralig'ida o'nga yaqin ancha yorqin chiziqlar borligi ko'zga tashlanadi (1.6 - rasm). Bu chiziqlarning ko'pchiligi bir-biridan bir xil masofada joylashgan (Burakov V.S. va Yank-

ovskiy A. A. larning 1960 yilda Minskda chiqqan «Prakticheskoe rukovodstvo po spektralnomu analizu» kitobidagi temir spektrining rangli suratiga qarang).

Bundan nariroqda to'liq uzunliklari 4383, 4404 va 4415 A bo'lgan uchta yorqin chiziq bor [3]. Ko'k rangli qismida 4500 A dan to 4600 A gacha bo'lgan oraliqda uchta 4525, 4528 va 4531 A yorqin chiziqlardan boshqa intensiv chiziq yo'q. Spektrning havorang va yashil qismlarining oralig'ida uchta yorqin dublet (yaqin joylashgan va shuning uchun, qo'shilib ketgan ikki chiziq) 4871, 4890 va 4920 A li chiziqlar ajralib turadi. Sariq qismida uchta yorqin chizig'i bo'lgan ikki guruh ya'ni 5497, 5501, 5507 va 5570, 5573, 5576 A chiziqlar yaxshi esda qoladi. Bu chiziqlarning o'rtasidagi oraliqda temirning yorqin chiziqlari yo'q. Bu yerda spektr chiziqlarining sanab o'tilgan xarakterli guruhlari spektrdan tezda topish mumkin va bu tajriba spektrning qiyinroq qismlarini aniqlashda hamda o'rganishda yo'l ko'rsatuvchi manba bo'lib xizmat qiladi.



1.6 - rasm. Temir spektrining binafsha rangli qismining ko'rinishi.

Stiloskop yordamida namuna tarkibidagi elementlarni yarim miqdoriy analiz qilish mumkin.

Elementning massa ulushini baholash uchun uning bitta yoki bir nechta analitik chizig'i tanlab olinadi. O'lchaniladigan konsentratsiyalar oralig'ida bu chiziqlarning intensivligi juda ko'p o'zgarishi kerak. Bu chiziqlarning intensivligi tadqiq qilinayotgan materialni asosini tashkil etuvchi metallga yoki doimiy elektrodga tegishli chiziqlarning intensivliklarini taqqoslash asosida baholanadi. Doimiy elektrod sifatida toza mis yoki temir ishlatiladi. Aniqlanayotgan elementning va doimiy elektrodning spektr chiziqlari analitik juftlikni tashkil qiladi.

Stiloskopda o'tkaziladigan har qanday analiz analitik chiziqni topishni taqozo qiladi. Analitik chiziqni bir nechta yo'l bilan topish mumkin: 1) analiz qilinayotgan namuna spektridan; 2) tarkibi oldindan ma'lum bo'lgan standart namunaning spektridan; 3) toza metallning spektridan. O'quv maqsadlari uchun 2 va 3 usullar ko'proq ishlatiladi.

Har bir elementning spektrida intensivligi, rangi va qo'shnilarining joylashishi bilan bir-biridan ajralib turuvchi xarakteristik guruhlar bo'ladi. Bu gu-



ruhlar spektrning tegishli qismini va boshqa chiziqlarning o'rnini topishga yordam beradi. Analitik chiziqlarni xarakteristik guruhlar yordamida topish ishni ancha osonlashtiradi.

**Ruxni aniqlash.** Analitik chiziqlarning birinchi guruhi  $Zn_1$  spektrning qizil rangli qismida joylashgan. Bu yerda juda yorqin bitta qizil chiziq 6362,35 A ko'rinadi. Latunda ruxning miqdori 40% bronzada esa 5% boradi. Shuning uchun latunning spektrida bu chiziqning intensivligi juda katta, hatto birinchi qarashda uning yonida joylashgan misning chiziqlari ko'rinmaydi. Tarkibida qalay bo'lmagan bronzada esa uning intensivligi yonidagi boshqa chiziqlarning intensivligidan farq qilmaydi. Birgina shu chiziqning intensivligiga qarab ham latunni bronzadan ajratish mumkin.

Analitik chiziqlarning ikkinchi guruhi spektrning ko'k-yashil rangli qismida joylashgan bo'lib uchta chiziqdan iborat: 4680.14, 4722.16 va 4810.53 A. Chiziqlarning intensivligi qotishmaning turiga qarab keskin o'zgaradi. Chiziqlarning ikkitasi mis qotishmalaridagi ruxning massa ulushini baholash uchun ishlatiladi.

Analitik chiziqlarning uchinchi guruhi spektrning yashil qismida joylashgan. Bu guruhda ruxning to'liq uzunligi 5181,99 A bo'lgan intensivligi past chizig'i bo'lib u, misning intensivligi katta bo'lgan ikkita 5153,24 va 5220,07 A chiziqlari orasida joylashgan. Bu chiziqdan mis qotishmalaridagi ruhning katta kontsentratsiyalarini baholashda foydalaniladi.

Mis va ruxning quyidagi chiziqlarini intensivliklari taqqoslanadi:  $1Zn_2$  - 4810,53 A,  $2Zn_2$  - 4722,16 A,  $3Zn_2$  - 4680,14 A,  $4Cu$  - 4704,6 A,  $5Su$  - 4697,49 A,  $6Cu$  - 4674,76 A,  $7Su$  - 4651,13 A. Intensivliklar orasidagi nisbat bilan ruxning mis qotishmalaridagi miqdori orasida quyidagicha munosabat bor.

**~Ruh va mis chiziqlarining intensivliklari orasidagi munosabat va unga mos keluvchi ruhning kontsentratsiyasi**

*1.4 - jadval.*

Ruhning misdagi miqdori, %	Ruh va mis chiziqlarining intensivliklari orasidagi munosabat	Ruhning misdagi miqdori, %	Ruh va mis chiziqlarining intensivliklari orasidagi munosabat
0,05	$1Zn_2$ juda xira ko'rinadi;	4	$3Zn_2 = 4$
0,10	$2Zn_2$ - bazo'r ko'rinadi;	5	$2Zn_2 \geq 7; 3Zn_2 < 7$
0,5	$3Zn_2$ - ko'rinmaydi	10	$3Zn_2 > 4; 2Zn_2 > 7$
1,0	$2Zn_2 \leq 5$	12	$3Zn_2 = 7$
1,5	$2Zn_2 = 5$	15	$3Zn_2 \geq 7$
	$2Zn_2 = 6$	30-40	$3Zn_2 \gg 7$
	$3Zn_2 = 6$		

Bu erda,  $\leq$  - katta yoki teng,  $\ll$  - juda katta,  $<$  - katta va  $=$  - teng. Bu belgilar chiziqlarning intensivliklari orasidagi munosabatni bildiradi.

**Ishni bajarish tartibi**

1. Yuzasi tozalangan namunani buyum stolchasiga qo'ying. Mis elektrod bilan namuna orasidagi masofa 2 - 3 mm.
2. Elektrodlar orasida yoy razryadini yoqing va tok kuchini 6 - 7 A qilib to'g'rilang (yoyni yoqish fazasi  $90^{\circ}$ , induktivlik 3 mkG, sig'im 0 mkF).
3. Namuna tarkibida ruxning bor yo'qligini spektrda 6362,35 A chiziqning bor yo'qligiga qarab aniqlang.
4. Agar namunaning tarkibida rux bo'lsa uning miqdorini ruxning ikkinchi guruhiga kiruvchi chiziqlarni intensivligini tegishli mis chiziqlari bilan taqqoslab baholang.
5. Yonishning boshlang'ich 20 - 25 s ichida analitik juftlikning yorqinligini taqqoslang.

**1.2.6. SPEKTR CHIZIQLARI INTENSIVLIGINI TAQQOSLASH  
ORQALI PO'LAT TARKIBIDAGI XROMNI YARIM  
MIQDORIY TAHLIL QILISH**

Yorug'lik manbai sifatida o'zgaruvchan tok yoyidan foydalaniladi. Doimiy elektrod disk shaklidagi mis. Xromni aniqlash usuli juda mufassal ishlab chiqilgan chunki, po'latning tarkibida xromning miqdori keng oraliqda o'zgaradi. Xromning miqdori 0,05 dan 30 foizgacha bo'lganda uni aniqlashda spektr chiziqlarning ettita guruhi eng ko'p qo'llaniladi. Xromning birinchi guruh chiziqlari spektrning yashil qismida joylashgan. Bu guruh uchun xarakterli bo'lgan temirning uchta yashil chizig'i bor, ularning ikkita chetda turgani 5227,19 A va 5232,94 A yorqin, 5229,87 A li o'rtadagisi kuchsizdir. Misning birmuncha kuchli chiziqlari 5105,54, 5153,24, 5218,20 va 5293,52 A ham ko'rinadi. Xromning birinchi guruhga kiruvchi quyidagi spektr chiziqlarining  $1Cr_1 - 5204,52$  A,  $2Cr_1 - 5206,04$  A,  $3Cr_1 - 5208,4$  A intensivligi bilan po'latning asosiy qismini tashkil qiluvchi temirning  $4Fe - 5202,34$  A va  $5Fe - 5198,7$  A bo'lgan chiziqlarining intensivligi solishtiriladi va shunga qarab xromning miqdori baholanadi. Kimyoviy element simvolining oldida turgan raqam, shu element spektridagi bu chiziqning hamma tomonidan kelishib olingan shartli tartib raqamini, pastidagi raqam esa uning qaysi raqamli xarakterli guruhga tegishliligini bildiradi. Spektr chiziqning to'lqin uzunligi angstromlarda berilgan. Quyidagi 1.5 - jadvalda yuqorida aytilgan chiziqlar-

ning intensivligi qanday nisbatda bo'lishiga qarab xromning po'latdagi miqdorini o'zgarishi keltirilgan

**Xromning kichik miqdorini topish uchun ishlatiladigan intensivliklar nisbati.**

*1.5 - jadval.*

Xromning miqdori, % larda	0,01	0,03	0,07	0,1
tegishli chiziqlar intensivliklarining nisbati	1Cr << 5Fe 3Sr ≤ 4Fe 2Cr < 1Sr	1Sr < 5Fe 3Sr = 4Fe 2Cr ≤ 1Sr	1Sr ≥ 5Fe 3Sr > 4Fe 2Cr < 1Sr	1Sr ≤ 5Fe 3Sr > 4Fe 2Cr > 1Sr

Xromning uchinchi (Sr<sub>3</sub>) xarakterli guruhiga kiruvchi spektr chiziqlari spektrning ko'k rangli qismida joylashgan (1.7 - rasm). Xrom va temirning quyidagi chiziqlarini intensivliklari solishtiriladi;

1Cr<sub>3</sub> - 4646,17 A, 2Cr<sub>3</sub> - 4652,16 A, 3Fe - 4647,44<sup>o</sup> A, 4Fe - 4654,50 A, 5Fe - 4643,48 A. Intensivliklar orasidagi nisbat bilan xromning po'latdagi miqdori orasida quyidagi munosabat bor;

1Cr<sub>3</sub> << 3Fe, 1Cr<sub>3</sub> < 5Fe - 0,1 %; 1Cr<sub>3</sub> ≤ 3Fe, 1Cr<sub>3</sub> ≥ 5Fe - 0,2 %; 1Cr<sub>3</sub> = 3Fe - 0,3 %; 1Cr<sub>3</sub> ≥ 3Fe - 0,4 %;

Xromning miqdorini aniqlashni to'rtinchi xarakterli guruhga Cr<sub>4</sub> tegishli spektr chiziqlarni o'rganishdan boshlash maqsadga muvofiqdir va uni quyidagi tartibda o'tkazgan ma'qul. Agar, 1Cr<sub>4</sub> < 2Fe bo'lsa oldin uchinchi, keyin ikkinchi va nihoyat birinchi guruqlarga tegishli spektr chiziqlarning intensivliklari taqqoslanadi. Agar, 1Cr<sub>4</sub> = 2Fe to'rtinchi va uchinchi guruhlar chiziqlarini, 1Cr<sub>4</sub> > 2Fe bo'lsa beshinchi, oltinchi va ettinchi guruqlar chiziqlarini intensivliklari solishtiriladi. Quyida to'rtinchi, beshinchi xarakterli guruhlariga tegishli xrom va temir spektr chiziqlarining to'lqin uzunligi, tartib raqamlari, intensivliklari orasidagi munosabat hamda ularga mos konsentrat-siyalari keltirilgan.

To'rtinchi xarakterli guruh (mis elektrod).

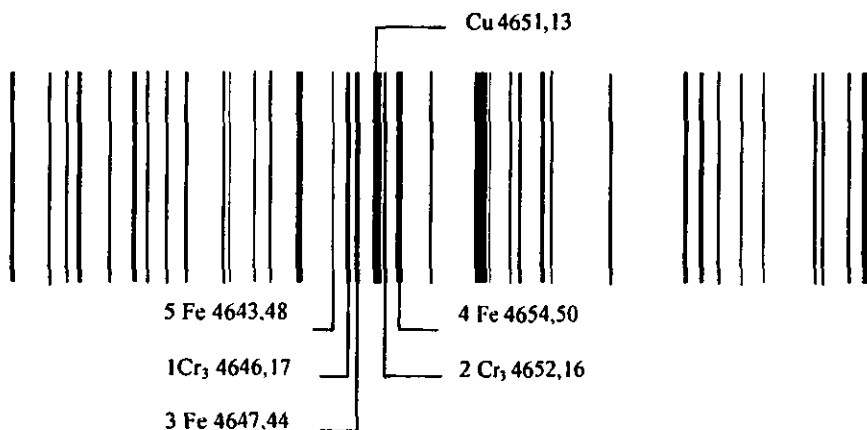
1Cr<sub>4</sub> - 5409,79 A, 2Fe - 5410,91 A, 3Fe - 5415,21 A, 4Fe - 5405,78 A  
Intensivliklar nisbati va unga mos keluvchi xromning po'latdagi miqdori.

1,0% - 1Cr<sub>4</sub> = 2Fe, 2,5% - 1Cr<sub>4</sub> = 3Fe, 5,0% - 1Cr<sub>4</sub> ≥ 5Fe

Beshinchi xarakterli guruh (temir elektrod).

1Cr<sub>5</sub> - 4351,05 A, 2Fe - 4352,73 A, 3Fe - 4375,93 A, 4Cr<sub>5</sub> - 4371,28 A  
Intensivliklar nisbati va unga mos keluvchi xromning po'latdagi miqdori.

2,5 - 8% - 4Cr<sub>5</sub> < 3Fe, 8 - 13% - 4Cr<sub>5</sub> = 3Fe, 13 - 20% - 1Cr<sub>5</sub> = 2Fe



1.7-rasm. Spekrning xromni uchinci guruh chiziqlari joylashgan qismi.

### 1.2.7. SPEKTR CHIZIQLARI INTENSIVLIGINI TAQQOSLASH ORQALI PO'LAT TARKIBIDAGI MARGANESNI YARIM MIQDORIY TAHLIL QILISH

Marganetsning 0,02 dan to 14,0 % gacha bo'lgan miqdori to'rt guruh spektr chiziqlar orqali aniqlanadi.

Marganetsning birinchi guruh chiziqlari spektrning yashilroq-ko'k rangli qismida joylashgan. Bu yerda, hosil bo'ladigan spektrning ko'rinishi doimiy elektrodning mis yoki temirdan bo'lishiga bog'liq emas, chunki spektrning bu qismida yorug'likning yoy manbaida misning spektr chiziqlari ko'rinmaydi. Doimiy elektrod mis bo'lganda marganetsning kichkina miqdorlarini o'lchash mumkin.

Marganetsning birinchi guruh spektr chiziqlari va ularning tartib raqamlari.

1Mn<sub>1</sub> - 4823,52 A, 4Mn<sub>1</sub> - 4783,42 A, 5Mn<sub>1</sub> - 4766,43 A, 6Mn<sub>1</sub> - 4762,38 A, 7Mn<sub>1</sub> - 4754,04 A

Temirning intensivligi taqqoslanadigan spektr chiziqlari.

2Fe - 4859,75 A, 3Fe - 4871,33 A, 8Fe - 4789,65 A, 9Fe - 4788,75 A, 10Fe - 4786,81 A, 11Fe - 4779,44 A, 12Fe - 4772,82 A

Marganetsning ikkinchi guruhi bitta chiziqqa ega va u spektrning sariq rangli qismida joylashgan. 1Mn<sub>2</sub> - 5516,77 A.

Temirning chiziqlari 2Fe - 5501,47 A va 3Fe - 5525,55 A

**Spektr chiziqlarning intensivliklari orasidagi munosabat va unga mos keluvchi marganetsning po'latdagi miqdori (mis elektrod).**

*1.6 – jadval.*

Marganetsning miqdori, %	Chiziqlar intensivliklarining nisbati	Marganetsning miqdori, %	Chiziqlar intensivliklarining nisbati
0,02	$4Mn_1 < 11Fe$	0,20	$4Mn_1 \geq 10Fe$
0,04	$4Mn_1 \leq 11Fe$	0,30	$4Mn_1 \leq 8Fe$
0,06	$4Mn_1 = 11Fe$	0,40	$5Mn_1 \leq 10Fe$
0,08	$4Mn_1 = 9Fe$	0,50	$6Mn_1 < 8Fe$
0,10	$4Mn_1 = 12Fe$	0,60	$6Mn_1 = 8Fe$
0,15	$4Mn_1 = 10Fe$	0,70	$1Mn_1 = 2Fe$

Bu chiziqlarning intensivliklari orasidagi munosabat va marganetsning po'latdagi miqdori quyidagicha (temir elektrod):

$$7\% - 1Mn_2 \geq 3Fe, \quad 14\% - 1Mn_2 = 2Fe$$

Xuddi shunday yo'l bilan po'latning tarkibidagi vanadiy, volfram, molibden, nikel, kobalt, mis, titan va boshqa elementlarning miqdorlari ma'lum aniqlikda topiladi. Bu elementlarning intensivligi baholanadigan spektr chiziqlarining to'liq uzunligi, spektrning ular ko'rinadigan qismini surati, guruhning va chiziqning tartib raqami, solishtiriladigan temir chiziqlari, chiziqlar intensivligi orasidagi munosabat hamda ularning po'latdagi miqdori A.S.Sventitskiyning «Vizualnie metodi emissionnogo spektralnogo analiza» nomli kitobida to'liq keltirilgan [4].

### 1.2.8. FOTOMETRIK PONA YORDAMIDA YARIM MIQDORIY TAHLIL O'TKAZISH

Stiloskopga o'rnatilgan fotometrik pona disk shaklidagi shishaga bug'latilgan platinani purkash orqali olingan va metall qatlamining qalinligi bir tekisda ko'payib boruvchi tor yo'lcha ko'rinishidagi yarim aylanadan iborat. Uning qalinligi har xil bo'lgani uchun yorug'lik nurini ham har xil o'tkazadi. Metall qatlamining yuqaroq joyi yorug'likni kamroq qismini yutib ko'proq qismini, qalinroq joyi esa ko'proq qismini yutib kamrog'ini o'tkazadi. Poning vazifasi u orqali o'tayotgan spektr chiziq nurining intensivligini kamaytirishdan iborat.

Spektr chiziqlarning intensivligini fotometrik pona orqali solishtirganda kattalashtirishi  $20\times$  bo'lgan okulyar ishlatiladi. Miqdori o'lchanayotgan elementning analitik chizig'i 5 maxovikni burab (1.9 - rasm) ponaning ostiga qo'yiladi. Intensivligi taqqoslanadigan qotishma asosining spektr chizig'i esa

ponadan tashqarida turadi. Fotometrik ponani qalinligini o'zgartirish orqali (bu ish 1.9 - rasmdagi 4 buragichni burash orqali amalga oshiriladi) bu ikkala chiziqning intensivligi ko'z orqali qarab tenglashtiriladi. Ponaning foizlardagi (%) o'tkazish koeffitsienti okulyarning ko'rish tekisligida joylashgan shkaladan yozib olinadi. Shkalaning raqamlari ko'rinmagan hollarda u kichkina lampochka orqali yoritiladi. Buni uchun 4 buragichning (1.9 - rasm) ostida joylashgan tumblarni tegishli tomonga burash kerak.

Namunadagi elementning miqdorini fotometrik pona yordamida o'lchash uchun uch etalon usulidan foydalaniladi. Odatda bir butun etalonni tashkil qiluvchi namunalar soni beshta bo'ladi. Har bir namunaga uning tartib raqami o'yib yoziladi. Etalonning pasportida namunaning tarkibiga kiruvchi elementlarning nomi, miqdori, ichki etalonga va aniqlanayotgan elementga tegishli intensivliklari o'lchaniladigan analitik chiziqlarning to'lqin uzunligi va boshqa ma'lumotlar qayd qilingan bo'ladi. Navbat bilan har bir etalondagi miqdori aniqlanayotgan elementga tegishli spektr chiziqning intensivligi kamida besh marta o'lchanadi. Ponaning o'tkazish koeffitsienti bilan etalondagi elementning miqdori orasidagi bog'lanishni ifodalovchi darajalash chizig'i chiziladi. Buning uchun, ikki o'lchamli koordinat sistemasining abstsissa o'qiga besh o'lchashning o'rtacha qiymatlari, ordinata o'qiga esa elementning etalondagi miqdori (foizlarda) qo'yiladi. Elementning noma'lum miqdori esa unga tegishli spektr chiziqni intensivligini o'lchab darajalash grafigi orqali topiladi. Fotometrik pona spektrdagi ixtiyoriy chiziqning intensivligini boshqalariga xalaqit bermasdan kamaytirishga imkon beradi.

### **1.2.9. SIMOB LAMPASINING CHIQARISH SPEKTRINI O'RGANISH**

Mamlakatimizning ko'pchilik oliy o'quv yurtlarida DFS - 452 tipidagi spektrograf bor. Spektrograf o'zining spektral ko'rsatkichlari bo'yicha yaxshi asboblardan jumlasiga kiradi. Afsuski bu asbobda olingan temirning spektri uchun spektral atlas chiqarilmagan. Shuning uchun undan foydalanish imkoniyati cheklangan. Spektr chiziqlarining soni kam bo'lgan va ko'pchilik laboratoriyalarda mavjud bo'lgan yorug'lik manbalarini spektrini o'rganishda undan foydalanish mumkin. Ushbu laboratoriya ishi mavjud imkoniyatni hisobga olib bayon qilinayapti.

Simob lampasining spektrida chiziqlar soni ko'p emas, shuning uchun ko'z bilan kuzatilgan rangli spektrni va uning fotoplyonkaga tushirilgan suratini solishtirib suratdan intensiv yashil chiziqning o'rni topish mumkin. Uning to'lqin uzunligi 5460,74 A ga teng. Agar spektr qanday sharoitlarda (di-

fraksion panjara va spektrning tartibi) tushirilganligini bilsak shu sharoit uchun asbobning teskari chiziqli dispersiyasini uning pasportidan bilish mumkin.

Biz suratga tushirgan sharoitlarda (600 shtrix/mm li panjara bilan qilingan birinchi tartibli spektr) spektrografning teskari chiziqli dispersiyasi 15,9 - 16 A/mm ga teng. Bitta chiziqning suratdagi o'rnini va uning to'lqin uzunligini hamda spektrografning teskari chiziqli dispersiyasini bilib boshqa noma'lum chiziqlarning to'lqin uzunliklarini topish mumkin.

Buning uchun qurigan plyonkani tekis oq qog'oz ustiga qo'yib yashil chiziqning suratini topamiz. Lineyka yordamida yashil chiziq bilan to'lqin uzunligi aniqlanayotgan chiziqqacha bo'lgan masofani millimetrlarda o'lchaymiz va quyidagi formula orqali uning to'lqin uzunligini topamiz.

$$\lambda_x = \lambda_{yashil} \pm \Delta\lambda = \lambda_{yashil} \pm \frac{d\lambda}{dl} \Delta l = 5460,74 \pm 16\Delta l$$

Bu yerda,  $\lambda_x$  - noma'lum chiziqning to'lqin uzunligi, A larda,  $\lambda_{yashil}$  - yashil chiziqning to'lqin uzunligi, A larda  $\Delta\lambda$  - yashil va noma'lum chiziqlarning to'lqin uzunliklari orasidagi farq,  $d\lambda/dl$  - spektrografning teskari chiziqli dispersiyasi,  $\Delta l$  - yashil va noma'lum chiziqlar orasidagi masofa, mm larda.

Agarda, noma'lum chiziqning to'lqin uzunligi yashilnikidan katta bo'lsa (uning rangi sariq yoki qizil va u yashil chiziqning chap tomonida turadi), ifodada qo'shuv ishorasi, kichik bo'lsa, ayiruv ishorasi ishlatiladi.

Shu yo'l bilan, spektrdagi hamma intensiv chiziqlarning to'lqin uzunligi topiladi.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. Laborantdan spektrni suratga tushirish uchun fotoplyonka yoki foto-plastinka oling hamda uni kassetaga qanday qo'yish haqida maslahat so'rang.

2. Foto xonada (yoki yorug'lik o'tkazmaydigan qutida) fotoplyonkani kassetaga joylashtiring va uni yorug'lik o'tmaydigan qilib mahkamlab qutidan oling, spektrografga joyiga o'rning.

3. Spektrografni yoqing. Spektrografni ishga tayyorlash kitobning 1.3.2. bandida bayon qilingan.

4. Simob lampasini 1.3.3. bo'limdagi va quyidagi ko'rsatmalarga amal qilib yoqing, 1.16 - rasmda 11 raqami bilan ko'rsatilgan joyiga neytral yorug'lik filtri NS 10 va MS shishani qo'ying. Lampani spektrograf kirish tiriqshining qarshisiga undan 10 - 15 sm masofa uzoqlikda parallel qilib o'rning.

## **Fizikaviy tadqiqot usullari**

5. Kassetani 3 vint (1.15 - rasm) orqali ozroq bo'shatib o'ng qo'l bilan uni ushlab chap qo'lingiz bilan qora temir qopqog'ini fotomaterialga yorug'lik tushadigan qilib torting (qopqog' kassetaning chetidan 22 sm lar chiqsin), keyin yana vintni burab mahkamlang.

6. Soatning sekund strelkasiga qarab 19 tumbler (1.15 - rasm) bilan zatvorni oching va uch sekunddan so'ng yoping.

7. Kassetani 2 - 3 mm balandlikka ko'taring yana zatvorni ochib fotomaterialga 5 s mobaynida yorug'lik tushiring.

8. Navbat bilan kassetani siljitib 7, 10, 15, 20, 30 ...s yorug'lik o'tkazib manbaning spektrini suratga tushiring.

9. Kasseta mahkamlangan vintni bo'shatib uni qopqog'ini yoping.

10. Lampani va spektrografni o'chiring.

11. Kassetani spektrografdan olib foto xonaga (yoki yorug'lik o'tmaydigan qutiga) kiriting va undan fotoplastinkani olib tegishli eritmalarda rasmni ochiltiring.

12. Fotoplastinka (yoki fotoplyonka) qurigandan so'ng. Undagi spektr chiziqlarining to'lqin uzunligini o'lchang.

### **1.2.10. ALANGA FOTOMETRI BILAN SUVDAGI NATRIYNI ANIQLASH**

Havo-atsetilen alangasiga natriy kiritilganda uning spektrida uch juft chiziq ko'rinadi. Ularning intensivliklari va qo'zg'atish potentsiallari quyidagi 1.7 - jadvalda keltirilgan.

**Natriy elementi chiqaradigan yorug'likning to'lqin uzunliklari  
va qo'zg'atish potentsiallari.**

*1.7 - jadval.*

To'lqin uzunligi, nm	330,2-330,3	589,0	589,6	818 - 819,9
Qo'zg'atish potentsiali, eV	3,75	2,11	2,10	3,61

Natriy faqat sariq rangli rezonans dublet (589,0 - 589,6 nm) chiziq orqali topiladi. Natriy birikmalari alangaga kiritilganda alanga xarakterli sariq rangga bo'yaladi. Qo'zg'atish manbai sifatida alanganing hamma turidan foydalanish mumkin. Lekin eng afzali past temperaturali alangadir, chunki bu holda, boshqa ishqoriy-er metallari tomonidan halaqitlar kam bo'ladi.

Natriyni ionlashtirish potentsiali nisbatan katta (5,14 eV) bo'lganligi uchun kontsentratsiya egrisining shaklida atom og'irligi katta bo'lgan ishqoriy metallarniki kabi egilish kuzatilmaydi, chiqarilayotgan nurning intensivligi bilan elementning kontsentratsiyasi orasida chiziqli bog'lanish bo'ladi.



Eritmaning konsentratsiyasi 10 - 20 mkg/ml dan katta bo'lgandagina yorug'lik intensivligi  $\sqrt{C}$  ga proporsional bo'ladi.

Suvdagi natriyni aniqlash uchun distillangan suvni kaltsiy, magniy va kaliy xloridlar bilan boyitib tayyorlangan bufer eritmasi ishlatiladi. Analiz uchun 1 ml bufer eritmasi 25 ml aniqlanadigan suvga qo'shib aralashtiriladi va fotometrda o'lchanadi. O'lchash natijasi tarkibida bufer bo'lgan standart eritmalar bilan solishtiriladi. Yer osti sizot suvlarida natriyning miqdori 250 mkg/ml gacha boradi.

Agar natriyning konsentratsiyasi 100 mkg/ml dan kam bo'lsa bufer eritmasidan foydalanishga zarurat bo'lmaydi. Bunday hollarda analiz qilinayotgan suv distillangan suv bilan suyultiriladi.

Standart eritmalar tayyorlash uchun «analiz uchun toza» markali 110 °C haroratda massasi o'zgarmay qolguncha qizdirilgan NaCl tuzi ishlatiladi. Ishchi eritmalar asosiy standart eritmani (1 mg/ml Na) suyultirish orqali tayyorlanadi.

#### ***Ishni bajarish tartibi***

1. «Analiz uchun toza» markali NaCl ni bidistillangan suvda eritib Na bo'yicha konsentratsiyasi 1 mg/ml bo'lgan standart eritma tayyorlang.
2. Standart eritmani bidistillangan suvda eritib konsentratsiyalari 2, 4, 6, 8, 10 mkg/ml bo'lgan ishchi eritmalar tayyorlang.
3. Tarkibida 0,4 - 0,5 mg natriy bo'lgan tadqiq qilinayotgan eritmani hajmi 100 ml bo'lgan o'lchov kolbasiga o'tkazib to belgigacha bidistillangan suv quyib suyultiring.
4. Analiz qilinayotgan va standart eritmalarini plastmassadan tayyorlangan maxsus stakanlarga quying.
5. Alanga fotometri yordamida standart va analiz qilinayotgan eritmalarini signallarini o'lchang.
6. Standart eritmalarining konsentratsiyasi va signallari orasidagi bog'lanishni ifodalovchi darajalash grafigini chizing.
7. Darajalash grafigidan foydalanib analiz qilinayotgan eritmadagi natriyning konsentratsiyasini va miqdorini toping.

### 1.3. EMISSION SPEKTROSKOPIYADA ISHLATILADIGAN ASBOBLAR

#### 1.3.1. SL - 13 STILOSKOPNING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPI

Fotometrik ponaga (klin) ega bo'lgan stiloskop SL - 13 po'lat, rangli metallar qotishmasi va shuningdek, chiqarish spektrlari spektrning ko'rinish qismida joylashgan namunalarning tarkibini aniqlash hamda ularning miqdorini baholash imkoniyatini beradi. Stiloskop katta aniqlikni talab qilmaydigan, qisqa vaqtda tez amalga oshiriladigan tahlillar o'tkazish uchun ishlatiladi. Bitta namunani barcha elementlar bo'yicha 2 - 3 daqiqada tahlil qilish mumkin.

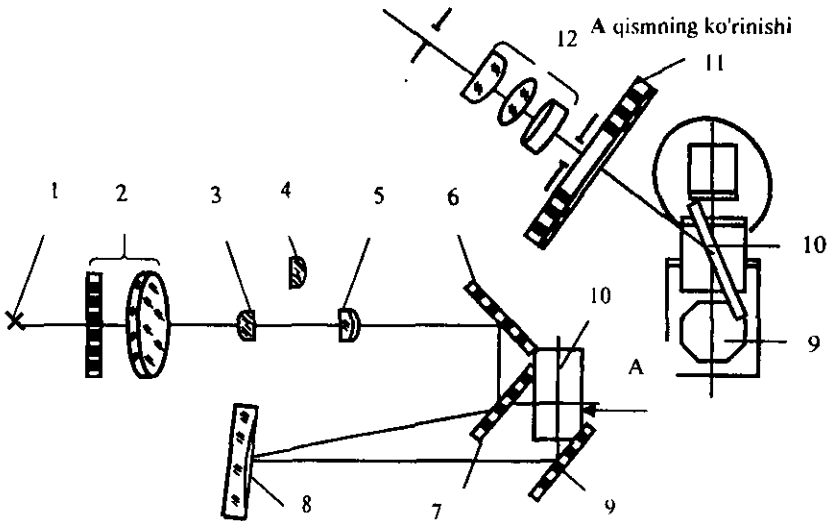
#### Stiloskop haqida asosiy ma'lumotlar

- Spektrning o'rganish mumkin bo'lgan qismi, nm ----- 383 - 700.  
Okularning kattalashtirishi ----- 13,5<sup>x</sup> - 20<sup>x</sup> marta.  
Spektral tirqishning kengligi, mm ----- 0,015 dan katta emas.  
Fokuslovchi va dispersiyalovchi element vazifasini bajaruvchi difraksion panjara-  
jaraning xarakteristikasi;  
1. Obyektiv sifatida fokus masofasi, mm ----- 250.  
2. Bir millimetrdagi o'yiqlar soni ----- 1200.  
3. Teskari chiziqli dispersiyasi, nm/mm ----- 3,2.  
Stiloskop istemol qiladigan elektr toki kattaliklarining qiymatlari;  
1. Kuchlanganligi, V ----- 220±10%  
2. Chastotasi, Gts ----- 50.  
3. Elektr energiyasining quvvati, ----- 2,2 kVt dan katta emas.  
Stiloskopning generatori quyidagi maromlarda uning ishlashini ta'minlaydi;  
O'zgaruvchan tokning yoyi maromida.  
1. Yoydagi elektr tokining o'zgarish oralig'i, ----- 1,5 dan 10 A gacha  
2. Yoqish fazasini o'zgarishini gradusdagi diskret qiymatlar----- 60, 90, 120.  
Kuchlanganligi kichkina bo'lgan uchqun maromida.  
1. Kuchlanganligi kichkina bo'lgan konturni tarkibiga kiruvchi kondensator bata-  
reyalari sig'imini o'zgarish oralig'i, mkF ----- 20, 40, 60.  
2. Qo'shimcha induktivlikning o'zgarish oralig'i, mkGn ----- 0, 3, 10, 20, 40, 60.  
3. Manba o'zgaruvchan tokining yarim davriga teng vaqt ichida uchqunni yoquv-  
chi impulslar soni ----- 1, 2, 3.

**Stiloskopning optik sxemasi va ishlash printsipi**

Stiloskop yordamida o'tkaziladigan tahlil quyidagiga asoslangan. Tahlil qilinayotgan namuna bilan stiloskopning doimiy elektrodi o'rtasida elektr yoyi yoki uchquni hosil qilinadi (yoqiladi). Uning yorug'ligi uch linzali yoritgich orqali stiloskop tirqishiga yo'naltiriladi va kuzatuvchi tahlil qilinayotgan qotishmaning spektrini okulyardan qarab ko'radi. Asbobning optik sxemasi 1.8 - rasmda ko'rsatilgan.

Yorug'lik manbainig (elektr uchquni yoki yoyining) nuri uch linzali 2, 3, 5 yoritish sistemasi va 6, 7 ko'zgular yordamida 8 difraksiyon panjaraga yo'naltiriladi. Yoritish sistemasining 3 linzasini almashtirish mumkin. U, 4 linzaga almashtirilsa yorug'lik manbainig aksi tirqishning yaqiniga tushadi. Bunday qilinganda, tirqishni yoritish intensivligi ortadi, bu esa o'z navbatida, qo'zg'atish qiyin bo'lgan elementlarni uchqun yoqib tahlil qilish uchun eng qulay bo'lgan sharoit yaratadi. Difraksiyon panjara bir vaqtda ikki funktsiyani, murakkab yorug'lik nurini spektrga ajratish va ularni okulyarni ko'rish maydoniga fokuslash vazifalarini bajaradi. Stiloskopda botiq shaklli hamda egri chiziqli o'yiqlarga ega bo'lgan qadami o'zgaruvchan difraksiyon panjara



*1.8-rasm. SL-13 stiloskopining optik chizmasi.*

1-yorug'lik manbayi; 2, 3 va 5-uch linzali yoritish sistemasining linzalari; 6, 7, 9 va 10-yassi ko'zgular; 4-3 bilan almashtiriladigan linza; 8-difraksiyon panjara; 11-fotometrik pona; 12-okular.

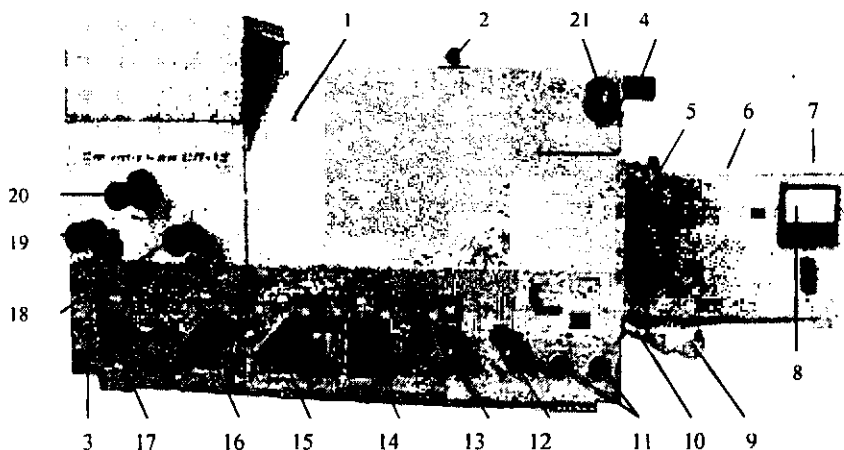
ishlatilgan. Bunday panjarani qo'llash spektr chiziqlarning kamchiliklarini kamaytirishga imkon beradi. Spektr chiziqlarni okulyarning ko'rish maydonida siljitish difraksiyon panjarani tik o'q atrofida burish orqali amalga oshiriladi. Difraksiyon panjara hosil qilgan monoxromatik nurlarni 9, 10 yassi ko'zgular 12 okulyarning fokal tekisligiga yo'naltiradi. Okulyarning fokal tekisligi 11 fotometrik pona joylashgan tekislik bilan mos tushadi.

### **Stiloskopning tuzilishi (konstruksiyasi)**

Stiloskop quyidagi asosiy qismlardan tuzilgan: optik elementlar joylashgan qism 1, generator 3 va elektr razryaddagi tok kuchining kattaligini o'zgartiradigan qo'shimcha qism 6 (1.9 - rasm).

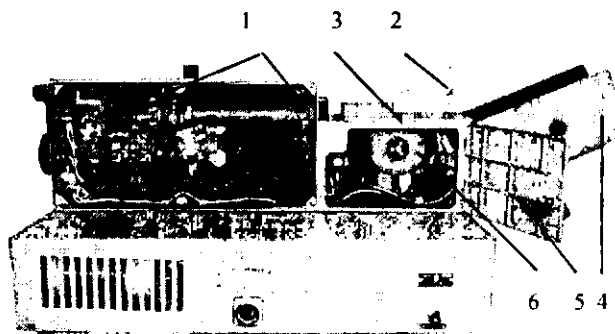
Optik elementlar joylashgan qismi yoritish sistemasi, spektral tirqish, difraksiyon panjara, buruvchi ko'zgular va okularning qalpoqchasini o'z ichiga oladi. Hamma aytilgan qismlar 1 korpusning ichiga joylashtirilgan. Ikki, 3, 4, 5 kondensordan tashkil topgan yoritish sistemasi 1 kronshteyn va flansga (1.10 - rasm) o'rnatilgan.

Kengligi doimiy va 0,015 mm ga teng bo'lgan tirqish yoritish sistemasining 3 (1.8 - rasm) linzasiga kley orqali yopishtirilgan shisha plastinkaga chizilgan. Difraksiyon panjara asbobning asosiga mahkamlangan. Okulyarni ko'rish maydonida hosil bo'ladigan rangli spektrni chapga o'ngga siljitish difraksiyon panjarani buruvchi 5 maxovik (1.9 - rasm) yordamida amalga oshiriladi. Maxovik, har bir bo'limining qiymati 5 nm ga teng bo'lgan shkala o'yilgan barabanga ulangan. Burish ko'zgulari va shkalasi bo'lgan fotometrik pona hamda nigizxonaga (opravaga) o'rnatilgan okulyar ham kronshteynga joylashtirilgan.



1.9- rasm. SL - 13 stiloskopi va qo'shimcha manbani old tomonidan ko'rinishi

1 - asbobning optik qismlari joylashgan gavdasi (korpusi), 2 -spektr intensivligini sozlash uchun dasta, 3-asbobning generatori joylashgan qismi; 4-okularni kattalashtirishini o'rnatuvchi va fotometrik ponani siljituvchi buragich, 5-difraksiyon panyarani buruvchi maxovik, -generatorga qo'shimcha manba, 7-tok kuchini o'zgartiruvchi buragich, 8-ampmetr, 9-generatorni va qo'shimcha manbani ulovchi sim, 10-asbobni elektr manbayiga ulovchi sim, 11-elektrozaryadni yoquvchi va o'chiruvchi tugmalar, 12-yoquvchi impulslar sonini o'rnatuvchi dasta, 13 - impulsni fazasini o'rnatuvchi dasta, 14-generator konturi sig'imini o'rnatuvchi dasta, 15-kontur induktivligini o'rnatuvchi dasta, 16 va 17-yorug'likning har xil manbalarini (yonish rejimini) hosil qilish uchun ishlatiladigan dastalar; 18-doimiy elektrodni yuqoriga (pastga) siljituvchi dasta, 19-optik o'qqa perpendikular yo'nalishda siljitish va 20-aylantirish uchun dastalar, 21 - okular.



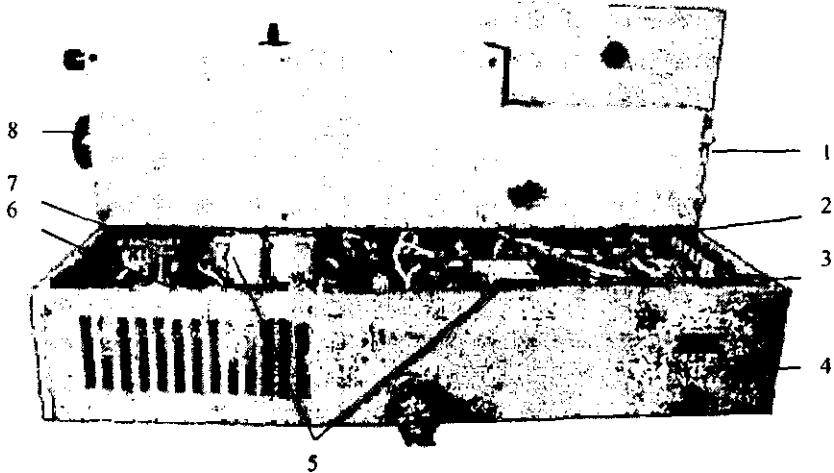
1.10 - rasm. SL - 13 stiloskopni orqa tomonidan ko'rinishi:

1 - kronshteyn va flants; 2 - namunalarni buyum stoliga qisuvchi qisqich; 3 - namuna qo'yiladigan stolcha; 4 - namuna qo'yilgan stolchani yopadigan qopqog'; 5 - doimiy elektrod joylashtirilgan kameraning eshikchasi; 6 - doimiy elektrod.

Spektrning intensivligi 2 (1.9 - rasm) dasta orqali sozlanadi. Dastaning 1 raqamiga to'g'rilangan holati, yorug'lik manbaining aksini tirqishning orqasiga undan 33 mm uzoqda joylashgan nuqtaga to'g'rilashga mos keladi. Spektarlarni o'rganish qulay bo'lishi uchun kattalashtirishi har xil bo'lgan ikkita okulyar ishlatiladi. Kattalashtirishi 20 bo'lgan okulyar bilan chiziqlar soni ko'p bo'lgan spektrlar (masalan, po'lat), kattalashtirishi 13 bo'lgan okulyar bilan esa rangli metallarning spektrlari o'rganiladi. Spektrning tasviri ko'rinadigan tekislikning o'rtasiga spektr chiziqlarning uzunligi bo'ylab yo'nalgan tor yo'lcha (qalinroq qora chiziq) ko'rinishiga ega bo'lgan fotometrik pona joylashtirilgan. Ponani siljitish 4 buragich orqali (1.9 - rasm) amalga oshiriladi, hisob esa okulyarning ko'rish maydonida ko'rinadigan shkaladan olinadi. Fotometrik pona ishlatilmagan hollarda 4 buragich yordamida ko'rish maydoniga o'rnatilgan okulyarning kattalashtirishiga qarab unga mos diafragma qo'yiladi. Buning uchun, buragichga yozilgan tegishli kattalashtirishni raqami qarshisiga chizilgan chiziqni, korpusga chizilgan chiziqning qarshisiga mos qilib qo'yish kerak. Asbobning ustki qismini chap tomonida o'rganilayotgan namunani o'rnatish uchun stolcha joylashgan. Stolcha o'rtasidagi tirqishning ostiga disk shaklidagi 6 doimiy elektrod (1.10 - rasm) (mis yoki temir) o'rnatilgan. Elektrod ushlagichni 18 buragich (1.9 - rasm) orqali pastga yuqoriga, 19 buragich bilan optik o'qqa tik yo'nalishlarda siljitish va disk shaklidagi elektrod ishlatilgan hollarda uni 20 buragich bilan aylantirish mumkin. Korpusning shu qismiga zaryadlovchi plastinkalar joylashgan. Plastinkalar orasidagi masofani tekis o'zgartirib uchqun yoki yoyning yonishini turg'unlashtirish mumkin. Bu ish, 1 maxovikni (1.11 - rasm) aylantirish orqali amalga oshiriladi. Elektrodni almashtirish va unga texnik qarov o'tkazish 5 eshikchani (1.10 - rasm) ochib amalga oshiriladi. Kichkina namunalarni stolchaga mahkamlash uchun 2 ushlagich (1.10 - rasm) ishlatiladi. Namuna o'rnatiladigan stolcha 4 g'ilof (1.10 - rasm) orqali yopiladi. Katta detallarni spektrini tahlil qilganda g'ilof ochib qo'yiladi. Namuna bilan doimiy elektrod orasidagi masofani o'zgartirish uchun uch xil shablon ishlatiladi. Shablon namunaning o'rniga qo'yiladi va doimiy elektrod unga tekkuncha ko'tariladi, keyin uning o'rniga namuna o'rnatiladi. Yorug'lik manbaini hosil qiluvchi kuchlanish doimiy elektrodga yuqori kuchlanishga mo'ljallangan sim yordamida ushlagichning kronshteynidagi kontakti (birikish, ulash joyi) orqali, stolchaga o'rnatiladigan namunaga esa asbobning erga ulangan korpusi (gavdasi) orqali uzatiladi.

### **Generator**

Generator quyma metal korpusdan iborat bo'lib (1.11 - rasm) uning ichiga kuchlanish transformatori 7, impuls transformatori 3, induktivlik g'altagi 6, qarshiliklar bloki 2, kondensatorlar bloki 5 va qayta ulagichlar joylashgan.



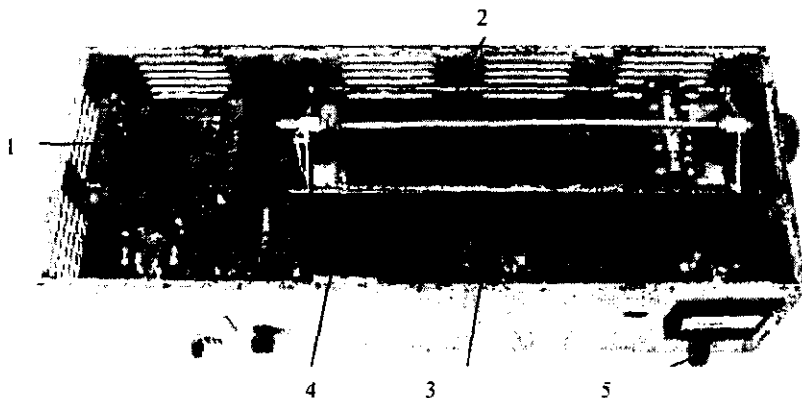
*1.11 - rasm. SL - 13 stiloskop generatorining ko'rinishi.*

1 - elektrodarni zaryadsizlantiruvchi qoplamalar oralig'ini o'zgartiruvchi maxovik; 2 - qarshiliklar to'plami (bloki); 3 - impuls transformatori; 4 - generatorning korpusi; 5 - kondensatorlar to'plami; 6 - induktivlik g'altagi; 7 - kuchlanish transformatori; 8 - fotometrik pona ishlatilganda raqamlar yozilgan shkalani yoritish uchun ishlatiladigan yoritgichni yoquvchi tumbler.

Generatorning hamma boshqarish qismlari korpusning old tomoniga chiqarilgan. Stiloskopning generatori ustiga optik elementlari joylashgan qismi boltlar va vintlar yordamida o'rnatilgan.

### **Elektr razryaddagi tokning kattaligini o'zgartiruvchi qo'shimcha manba**

Qo'shimcha manbaning umumiy ko'rinishi 1.12 - rasmda ko'rsatilgan. Unda quyidagilar joylashgan; reostat 2, transformator 1, kondensator bloki 4, qayta ulagich 5, magnit ishga tushirgich 3. Qo'shimcha manba generatorga maxsus sim orqali ulanadi.



1.12 - rasm. SL - 13 stiloskop generatori qo'shimcha elektr manbaining umumiy ko'rinishi.

1 – transformator; 2 – reostat; 3 – magnit ulovchi; 4 – kondensatorlar to'plami; 5 – ampermetr shkalasini o'zgartiruvchi dasta.

### **Stiloskopda ishlash tartibi**

Doimiy mis elektrod sirtining bir qismi qum qog'oz orqali tozalanadi. Buni uchun, uni yuqoriga ko'tarib aylantirish kerak. Tekshirilayotgan namuna yuzasining bir qismi ham egov yoki qumqog'oz orqali tozalanadi. Shablon yordamida doimiy elektrod bilan namuna orasidagi masofa o'rnatiladi. Shablon olinib uning o'rniga tozalangan qismi mis elektrodga qaratib namuna qo'yiladi va qisqich orqali stolchaga mahkamlanadi. Shundan so'ng, generatorni qo'yilgan masalaga qarab yoy yoki uchqun maromida yoqish mumkin.

### **Generatorni yoy maromida yoqish tartibi**

1. Namuna o'rnatilgan stolchani g'ilofini yoping.
2. Qo'shimcha manbaining 5 (1.12 - rasm) qayta ulagichini burab 5 raqamiga to'g'rilab qo'ying.
3. Qo'shimcha manbaining o'ng tomonidagi buragichini soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha oxirigacha burang. Bu vaqtda reostatning qarshiligi eng katta undan o'tayotgan tok kuchi esa eng kichik bo'ladi.
4. Okulyarning gardishiga kattalashtirishi  $13,5^x$  bo'lgan okulyarni o'rnat.
5. Qayta ulagich 13 («FAZA» deb yozilgan) ni (1.9 - rasm)  $90^0$  ga, 12 («KOLICHESTVO IMPULSOV» deb yozilgan) ni 1 raqamining to'g'risiga, 14 («EMKOST» deb yozilgan) ni 0 raqamining to'g'risiga, 16 («KOMBINIROVANNIY RAZRYAD» deb yozilgan) ni 11 raqamining



to'g'risiga, 17 ni «V1KL» holatiga, 15 («INDUKTIVNOST» deb yozilgan) ni 10 raqamining to'g'risiga burab qo'ying.

6. Generatorning old tomonidagi «PUSK» yozuvli qora tugmachasini bosing.

Bu vaqtda elektrodlar orasida yoy razryadi hosil bo'ladi. Yoyning turg'un yonishi 1 maxovikni (1.11 - rasm) burab sozlanadi.

Asbobning okulyariga qarab 5 buragich (1.9 - rasm) yordamida spektrning kerakli qismi ko'rish maydonining o'rtasiga keltiriladi. Okulyarni gardishini burab ko'rinayotgan spektr chiziqlarning eng tiniq, ravshan ko'rinishiga erishiladi va spektrni o'rganishga hamda namunadagi elementlarning miqdorini baholashga kirishiladi.

#### **DIQQAT!**

1. Generatorning qopqoqlarini ochish va stolcha ustidagi namunani almashtirish faqat asbob o'chirilgan holatda bajarilishi kerak.

2. Generator uch minut davomida to'xtovsiz ishlatilgandan so'ng «STOP» yozuvli qizil tugmachani bosib o'chirilishi kerak. Uch-besh minut tanaffusdan so'ng generatorni qayta yoqish mumkin.

3. Spektr chiziqlarni atlas bilan solishtirib o'rganish va to'lqin uzunligi ma'lum bo'lgan spektr chiziqni ajratish vaqtida yorug'lik manbaini hosil qilayotgan tokning eng kichkina qiymatlarida ishlash kerak.

### **1.3.2. DFS - 452 SPEKTROGRAFNING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPI**

Difraksion panjarali DFS - 452 spektrograf keng spektral oraliqda yuqori dispersiya talab qilinadigan chiqarish spektrlarini qayd qilish uchun mo'ljallangan. Spektrograf IVS - 23 tipidagi generator bilan birgalikda ishlaydi.

#### **Spektrograf haqida ba'zi ma'lumotlar**

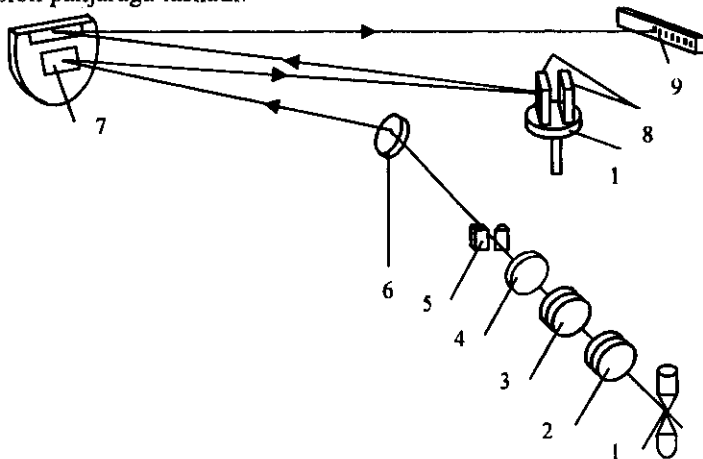
kuzatiladigan spektr oralig'i, nm	-----	190 - 1100
ko'zguli ob'ektivning: fokus masofasi, mm	-----	1000
nisbiy tirqishi	-----	1:20
difraksion panjaralari: yassi 600 va 1200 shtrix (o'yiqlik) / mm		
panjarani o'yilgan yuzasining o'lchamlari, mm	-----	50x50
birinchi tartibli spektr uchun teskari chiziqli dispersiya:		
600 o'yiqlik/mm panjara uchun, nm/mm	-----	1,6 - 1,59
1200 shtrix/mm panjara uchun, nm/mm	-----	0,8 - 0,63
surati fotografik plastinkaga joylashadigan birinchi tartibli spektrning to'lqin uzunligi oralig'i:		

## Fizikaviy tadqiqot usullari

600 shtrix/mm panjara bilan, nm -----	to 360 nm gacha
1200 o'yiq/mm panjara bilan, nm -----	to 160 nm gacha
birinchi tartibli spektr uchun asbobning nazariy ajratib ko'rsata olish qobiliyati-----	30000
tirqishi: ochilish chegaralari, mm -----	0 - 0,4
tirqishni ochadigan buragich shkalasi bo'limlarining qiymati, mm---	0,001
fotoplastinkaning o'lchamlari, sm -----	9x24
asbobning ishlashi uchun kerak bo'lgan elektr energiyasining quvvati, Vt -----	150

### Spektrografning optik sxemasi

Yorug'lik manбайдan 1 (1.13 - rasm) kelayotgan nur 2, 3 va 4 kondensordan iborat yoritish sistemasi, 5 tirqishdan o'tib 6 ko'zguga tushadi va u o'z navbatida uni 7 ko'zguning kollimator vazifasini bajaruvchi qismiga yo'naltiradi hamda kollimatoardan qaytgan yorug'lik 10 stolchaga o'rnatilgan 8 difraksiyon panjaraga tushadi.

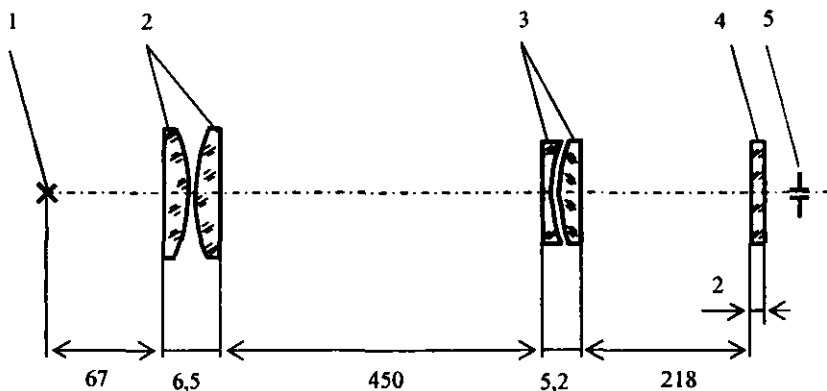


1.13 - rasm. Spektrografning optik sxemasi.

1 - yorug'lik manbai; 2, 3 va 4 - kondensordan iborat yoritish sistemasi; 5 - tirqish; 6 va 7 - ko'zgul; 8 - difraksiyon panjaralar; 9 - fotoplastinka; 10 - difraksiyon panjaralar o'rnatilgan stol.

Panjara tomonidan dispersiyalangan ya'ni, to'lqin uzunliklariga qarab spektrga ajratilgan yorug'lik 7 ko'zguning kamera ob'ektivi vazifasini bajaruvchi qismi tomonidan 9 fotoplastinka yoki fotoplyonkaga fokuslanadi. Spektrografning fokus masofalari 61, 150 va 209 mm bo'lgan kondensordan iborat yoritish sistemasi 1.14 - rasmda ko'rsatilganiday tegishli joylarga o'rnatilganda tirqishni xromatik kamchiliksiz bir tekis yoritilishini ta'minlaydi.

Kondensor 2 yorug'lik manbaining tasvirini 3 kondensorning gardishiga mahkamlangan revolver ko'rinishidagi diafragma tushiradi, u o'z navbatida 2 kondensorning tasvirini 5 tirqishga tushiradi. Kondensor 4 yorug'lik manbaining tasvirini 7 ko'zguning kollimator obyektivi vazifasini bajaruvchi qismiga ko'chiradi (1.13 - rasm).



1.14 - rasm. Spektrografning uch linzali yoritish sistemasi linzalarini joylashish chizmasi.

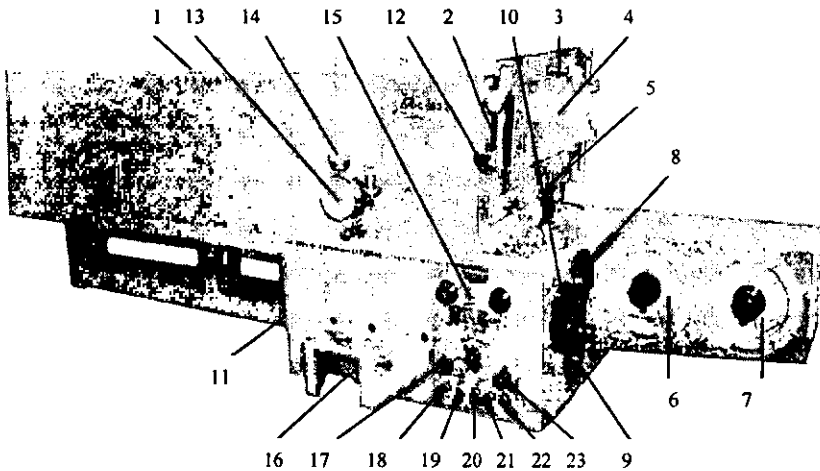
### Spektrografning tuzilishi

Spektrograf, aslida asbobni o'zi va yoritish sistemasi o'rnatilgan temir yo'ldan iborat (1.15 - rasm).

Spektrografning tirqishi simmetrik bo'lib uning kengligi 0 dan 0,4 mm gacha o'zgarishi mumkin, tirqishning qancha ochilganligini ko'rsatuvchi hisob 14 buragichning shkalasidan olinadi (1.15 - rasm). Spektrografni qo'shimcha fokuslash uchun uning tirqishi optik o'q bo'ylab siljiriladi. Bu ish, kirish tirqishini ostidagi vintni burash orqali amalga oshiriladi. Spekr chiziqlarning qiyaligini yo'qotish uchun tirqish, o'ng yonidagi vint yordamida optik o'q atrofida aylantiriladi.

Spekr chiziqlarning fotoplastinkaning yuzasiga tikligi spektrografning kasseta qismidan ko'z bilan qarab to'g'rilanadi.

Tirqishning balandligini unga kirgiziladigan va yuzasining ma'lum joylari o'yilgan diafragma chegaralaydi. Diafragmaning 1 dan 9 gacha raqamlar bilan belgilangan o'yig'ini tirqishning qarshisiga to'g'rilab fotoplastinkaga yoki fotoplenkaga bir-biriga tegib turgan va balandligi bir xil bo'lgan to'qqizta spektr olish mumkin. Ikkinchi, beshinchi va sakkizinchi spektrlarning surati bir vaqtda tushiriladi.



*1.15 - rasm. DFS - 452 difraksion spektrografning umumiy ko'rinishi.*

1 - spektrografni asosiy qismlarini yopib turadigan qopqog'; 2 - kassetani siljishini ko'rsatuvchi shkala; 3 - kasseta qisgich; 4 - kasseta; 5 - kasseta o'rnatilgan ramkani yuqoriga (pastga) ko'taruvchi mexanizm; 6 va 7 - yorug'lik manbaining yonish vaqtini o'rnatadigan relelar; 8 - difraksion panjaralarni o'rnatadigan (almashtiradigan) dasta; 9 - yorug'lik yo'liga ko'zguni o'rnatadigan dasta; 10 - difraksion panjarani vertikal o'q atrofida buruvchi maxovik; 11 - spektrografni elektr manbaiga ulash joyi; 12 - spektrograf ichidagi millimetrlilik shkalani suratini olish uchun o'rnatadigan dasta; 13 - kirish tirqishi; 14 - kirish tirqishining kattaligini o'rnatuvchi buragich; 15 - boshqaruv pulti; 16 - uch linzali yoritish sistemasini o'rnatish uchun temir yo'l; 17 va 23 - signal chiroqlari; 18 va 21 - o'chiradigan va yoqadigan tumblerlar; 19, 20 va 22 - tegishli vazifalarni bajaruvchi qismlarni o'chirib yoqqichlar.

Tirqish orqasida elektromagnit qulf (zatvor) joylashgan bo'lib u ma'lum vaqt ichida o'chirib yoqadigan soat mexanizmi orqali, bu mexanizm ishlatilmaganda esa 19 tumbler orqali o'chirib yoqiladi.

Qisadigan 3 vint orqali 4 kasseta siljitish mexanizmi tekisligining ustiga mahkamlanadi. Kasseta o'rnatilgan tekislik u bilan birgalikda spektrografning ichiga o'rnatilgan dvigatel yordamida tik yo'nalishda balandga va pastga siljiydi. Dvigatelni o'chirib yoqish uchun 21 tumbler xizmat qiladi, uni bosib kassetani 1 yoki 2 mm balandga yo pastga siljitish mumkin. Qanchaga siljitish 14 tumbler orqali o'rnatiladi, hisob esa 2 shkala orqali olib boriladi.

Spektrografning hamma optik qismlari temir qopqoq bilan yopilgan.

Spektrografning ostki kesilgan qismida difraksion panjaralarni almashtirish va ko'zguni «ulash» uchun xizmat qiluvchi buramalarning dastalari 8 va 9 o'rnatilgan. Shu erning o'zida panjaralarni burish uchun xizmat qiluvchi sinus

mexanizmiga qo'l harakatini uzatadigan mexanizmning maxovigi 10 ham joylashgan.

Boshqaruv pultiga 15 elektrik boshqaruv va signal berish sistemasining elementlari o'rnatilgan. To'lqin uzunliklarining shkalasi va o'rnatilgan panjaraga hamda spektrning tartibiga qarab shkalani o'zgartiradigan buramaning dastasi ham shu erga o'rnatilgan.

### **Spektrografni ishga tayyorlash**

Spektrografni ishga tayyorlash chog'ida bajariladigan amallarni quyidagi tartibiga rioya qiling:

1. Spektrografni kuchlanishi 220 V bo'lgan o'zgaruvchan tok manbaiga maxsus sim orqali ulang va o'chirib yoqadigan tumbllerni «VKL» holatiga qo'ying. Bu vaqtda 17 fonarning signal chirog'i yonishi kerak.

2. Tumbler 19 ni (1.15-rasm) «ZATVOR» holatiga qo'ying.

3. Tumbler 21 ni «2 mm» yozuviga qo'ying.

4. Buragichning 8 dastasi bilan 600 shtrix/mm difraksion panjarani o'rnatish va to'lqin uzunliklari shkalasining dastasini burab shu panjaraga mos shkalani to'g'rilang.

5. Buragichning 9 dastasini «VVEDENO» holatiga qo'ying.

6. Spektral tirqishni oxirigacha oching.

7. Spektrografning temir iziga yorug'lik manbaini o'rnatish va uni yoqing.

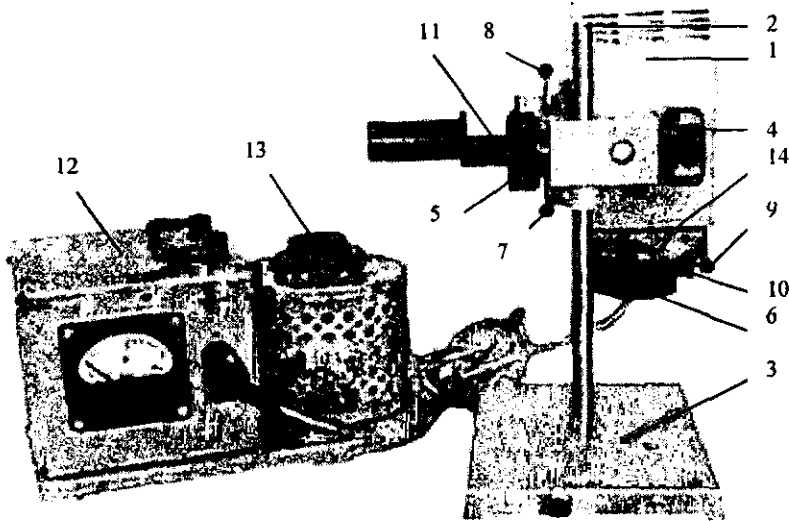
### **1.3.3. YORUG'LIK MANBAYI. DRK - 120 SIMOB LAMPASI**

Bu yoritgichning umumiy ko'rinishi 1.16 - rasmda keltirilgan.

Yoritgichning tuzilishi lampa joylashgan 1 fonarni uning 3 asosiga o'rnatilgan 2 temir o'q bo'yicha pastga va yuqoriga siljitish imkonini beradi. Fonar kerakli balandlikka 4 buragich bilan mahkamlanadi.

Fonar simob lampasi o'rnatilgan ushlagich 6, kollektor (linza) va diafragmadan tashkil topgan. Kollektorni siljitish uchun 7 va diafragmaning diametrini o'rnatish uchun 8 dastalar xizmat qiladi. Reflektorning (yorug'lik qaytargich) holati 14 dasta bilan lampani yonib nur chiqarayotgan joyini optik o'qqa to'g'rilash, 10 dasta orqali esa uni reflektorni markaziga to'g'rilash orqali o'rnatiladi. Fonarda uchta yorug'lik filtrini o'rnatish uchun maxsus joylar bor. Har qaysi yorug'lik filtrining gardishida uning shishasi tayyorlangan materialning markasi va qalinligi ko'rsatilgan.

Fonarga o'rnatilgan simob lampasi 13 avtotransformator o'rnatilgan yoqish pultidan ishlaydi. Yoqish pulti va yoritgich albatta erga ulangan bo'lishi kerak.



*1.16 - rasm. OI - 18A simob lampaning (luminestsent yoritgichning) umumiy ko'rinishi: 1 - simob lampa o'rnatilgan fonar; 2 - fonarni yo'naltiruvchi o'q; 3 - shtativning asosi; 4 - fonarni kerakli balandlikda maxkamlaydigan buragich; 5 - fonarni shtativning asosiga nisbatan ma'lum burchakda mahkamlaydigan buragich; 6 - simob lampasi o'rnatilgan ushlagich; 7 - kollektorni siljituvchi dasta; 8 - diafragma tirgishi kattaligini o'rnatuvchi dasta; 9 - lampa orqasidagi yorug'lik qaytargichni buraydigan dasta; 10 - simob lampasini yaxshi o'rnatish (optik o'qqa) uchun buraladigan vint; 11 - yorug'lik filtrlari o'rnatiladigan joy; 12 - lampani yoqish pulti; 13 - avtotransformator; 14 - lampa ushlagichni fonarga mahkamlaydigan vint.*

### **Simob lampasi quyidagi tartibda ishga tayyorlanadi**

1. Yoritgich tekis, keng va baland qilib temir izga o'rnatilgan stolchanning ustiga qo'yiladi.

2. Avtotrasformator dastasini oxirigacha burab nol holatni ko'rsatadigan qilib qo'ying.

3. Simob lampasini o'zgaruvchan tok manbaiga yoqish pulti 12 orqali ulang. Avtotransformatorni buraydigan dastasi orqali kuchlanishni to lampa yonguncha asta-sekin ko'paytirib boring.

Simob lampasi normal ishlaganda, undan o'tayotgan tok kuchi 1,1 - 1,2 A oralig'ida bo'ladi. Yonishning boshlang'ich paytlarida (taqriban 4 - 6 minut davomida) ampermetrning ko'rsatishi 1,7 - 2,0 A bo'lishi va bundan keyin tok

o'zining normal qiymatigacha kamayishi kerak. Zanjirdagi tok normaga yaqinlashgan sari lampa yorug'ligining intensivligi ko'payib boradi.

4. Lampani kollektorning markaziga to'g'rilang. Buning uchun lampani devorga to'g'rilab 15 vintni burash orqali akslanayotgan yorug'lik hosil qilgan yorug' halqalarning ichida lampaning yonayotgan qismini simmetrik joylashgan tasvirini hosil qilish kerak. Bu ishni bajarish vaqtida lampaning yorug'lik filtri qo'yiladigan joyiga FS 1 yorug'lik filtrini o'rnatish va diafragmani to'liq oching.

5. Lampani joyiga qo'yib 5 dastani burab uni tikka o'rnatish, 4 ni burab balandligini spektrografning tirqishiga yorug'lik tushadigan qilib to'g'rilang.

6. Kollimatorni 7 buragichning dastasi bilan spektrograf tirqishining tekisligida yorug'lik manbaining tiniq tasvirini hosil qilguncha siljiting.

7. Lampaning qaytaruvchi ko'zgusini 9 buragichning dastasini burash orqali shunday joyga qo'yingki yorug'lik manbayining ikkala tasviri ham bir-birining ustiga tushsin.

Endi spektrografni ishga tayyorlashni yorug'lik manbai orqali davom ettiramiz.

8. Tirqishni optik o'q bo'ylab siljitadigan shkalasini minus 0,5 ga qo'ying.

9. Kassetani joyidan echib oling.

10. Maxovikning 10 (1.15 - rasm) dastasini burab spektrografning kasseta qismidan spektrni kuzatib, birinchi tartibli spektrni kassetaning joyiga olib keling. Ikkita intensiv sariq chiziqni maxovikning 10 dastasini burab kasseta o'rnatiladigan ramkaning chap tomonidan 2 - 3 sm uzoqlikda joylashtiring.

11. Spektral tirqishning kengligini 0,010 - 0,015 mm qilib kichraytiring.

12. Spektrograf tirqishiga diafragmani o'rnatish va uning 3 raqamli o'yig'ini tirqishga to'g'rilang. Elektromagnit zatvorni 19 tumbler orqali yoping.

13. Avtotransformator dastasini burab tokni kamaytirish orqali lampani o'chiring.

### **1.3.4. PAJ - 1 ALANGA FOTOMETRNING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPI**

PAJ - 1 alanga fotometri eritmadagi natriy (Na), kaliy (K), kaltsiy (Ca), va lity (Li) elementlarining miqdorini alanga spektrofotometriyasi usuli bilan aniqlashga mo'ljallangan. Aniqlanayotgan eritma alangaga aerosol ko'rinishida purkaladi.

## *Fizikaviy tadqiqot usullari*

### Asbobning texnik xarakteristikalari

#### 1. O'lchash oralig'i:

Aniqlanayotgan element	Yonuvchi gaz aralashmasining tarkibiga qarab elementlar kontsentratsiyasini o'lchash oralig'i, mg/l	
	Propan – butan - havo	Tabiiy gaz - havo
Natriy	0.005 dan to 50 gacha	0.01 dan to 50 gacha
Kaliy	0.010 dan to 50 gacha	0.05 dan to 50 gacha
Litiy	0.01 dan to 50 gacha	0.05 dan to 50 gacha
Kaltsiy	0.014 dan to 50 gacha	0.1 dan to 50 gacha

Konsentratsiyasi o'lchashning quyi chegarasiga yaqin bo'lgan eritmalarini o'lchaganda asbobning strelkasi shkalaning 20 dan kam bo'lmagan bo'lagiga burilishi kerak. Shu holdagina o'lchash natijasi o'rtacha kvadratik cheklanish qiymatining besh baravariga to'g'ri keladi.

2. Asbobning sezgirligi, shkala bo'laklarining soni/(mg/l). Sezgirlik quyidagi formula orqali aniqlanadi  $S = \frac{\Delta I}{\Delta x}$  bu erda,  $\Delta I$  - o'lchangan signalning qiymati (shkalaning bo'laklarida),  $\Delta x$  - o'lchanadigan kattalikning qiymati (mg/l)

Aniqlanayotgan element	Yonuvchi aralashma			
	Propan – butan - havo		Tabiiy gaz-havo	
	O'lchash oralig'i, mg/l	sezgirlik	O'lchash oralig'i, mg/l	sezgirlik
Natriy	0.005 - 0.025	4000	0,01 - 0.05	2000
Kaliy	0,01 - 0.05	2000	0.05 - 0.25	400
Litiy	0,01 - 0.05	2000	0.05 - 0.25	400
kaltsiy	0.014 - 0.07	1400	0.1 - 0.5	200

3. O'lchash natijalarining o'rtacha kvadratik cheklanishi, shkala bo'laklarida, 4 dan ko'p emas.

4. O'lchash natijasini o'zgarimas qiymatga erishish vaqti 30 sekunddan ko'p emas.

5. Bosim 0.08 MPa bo'lganda tadqiq qilinayotgan suyuqlikning sarf qilinadigan eng kam miqdori 6 ml/minut dan ko'p emas.

6. Yarim soat ichida elektrik va fotometrik nol nuqtadan siljish, shkalaning 4 bo'lagidan ko'p emas.

7. Interferentsion yorug'lik filtrlari o'tkazadigan nurlarning to'lqin uzunliklari, nm larda

natriy uchun  $\lambda = 589 \pm 5$

kaltsiy uchun  $\lambda = 622 \pm 5$



litii uchun  $\lambda = 670 \pm 5$

kaliy uchun  $\lambda = 768 \pm 5$

8. Asbob, kuchlanganligi  $220 \pm 10$  V bo'lgan o'zgaruvchan tok manbaiga ulanadi.

### **Asbobning tuzilishi va ishlash prinsipi**

Alanga fotometriyasi usuli bilan ishlaydigan suyuqlik analizatori (bundan keyin alanga-fotometri) (1.17 - rasm) quyidagi qismlardan tashkil topgan: alanga fotometrining o'zi 1, membranali maxsus kompressor 2, tabiiy gaz bosimini to'g'rilagich 3, tabiiy gaz magistralini asbobga ulaydigan gaz shlangi 4, kompressorni asbobga ulaydigan gaz shlangi 5, tabiiy gaz magistrali 6, propan-butan gaz balloni 7 va gaz ballonining reduktori 8.

Asbobga kompressordan rezin nay orqali havo keladi.

Bu rasmda har xil yonuvchi aralashmalar (propan-butan-havo, tabiiy gaz-havo) bilan ishlash uchun asbobning turli qismlarini ulashning umumiy sxemasi ko'rsatilgan.

Asbobning ishi, tuzi alangaga kiritiladigan elementlarning chiqarish spektri intensivligini o'lchashga asoslangan. Tadqiq qilinayotgan element tuzining eritmasi so'rilib gorelkada yonayotgan alangaga purkaladi.

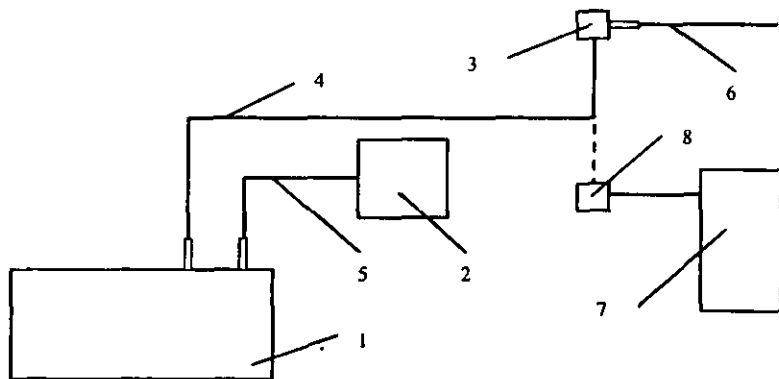
Tabiiy gaz-havo alangasida yonayotgan aerosol aralashmasi alangani tegishli element chiqaradigan yorug'likning rangiga bo'yaydi.

Alangada qo'zg'atilgan element atomlari o'zidan ma'lum to'lqin uzunligiga ega bo'lgan yorug'lik chiqaradi.

Shunday qilib, yorug'likning to'lqin uzunligi  $u$  yoki bu elementning boshqa elementlar orasida bor yo'qligini xarakterlovchi ko'rsatgich hisoblanaadi. Chiziqning intensivligi esa alangada kechayotgan jarayonning miqdoriy tomonini xarakterlaydi. Alangada qo'zg'atilgan atomlar sonining ko'payishi bilan ular chiqarayotgan yorug'likning intensivligi ortib boradi. Analiz qilinayotgan namunalarning eritmaları alangaga bir xil tezlik (ml/vaqt) bilan purkalgani uchun oxir-oqibatda yorug'likning intensivligi eritmaning kontsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

O'lchash kerak bo'lgan spektr chizig'ini ajratib olish uchun asbobda interferencesion va yutuvchi yorug'lik filtrlari ishlatiladi. Bu filtrlarning o'tkazish maksimumi, aniqlanayotgan element chiqarayotgan yorug'likning to'lqin uzunligiga mos keladi.

Yorug'lik qabul qiluvchi elementlar strelkali mikroampermetr bilan bog'langan. Mikroampmetr strelkasining og'ishi aniqlanayotgan element chiqarayotgan yorug'lik intensivligiga proporsional bo'ladi.



1.17 - rasm. Alanga fotometrining umumiy sxemasi.

Standart eritmalar bilan o'tkazilgan tajribaning natijalari asosida darajalash grafigi chiziladi. Koordinat sistemasining abstsissa o'qiga standart eritmalarining konsentrasiyasi, ordinata o'qiga esa asbobning tegishli ko'rsatgichlari qo'yiladi. Darajalash grafigi orqali tadqiq qilinayotgan eritmaning konsentrasiyasini aniqlash mumkin.

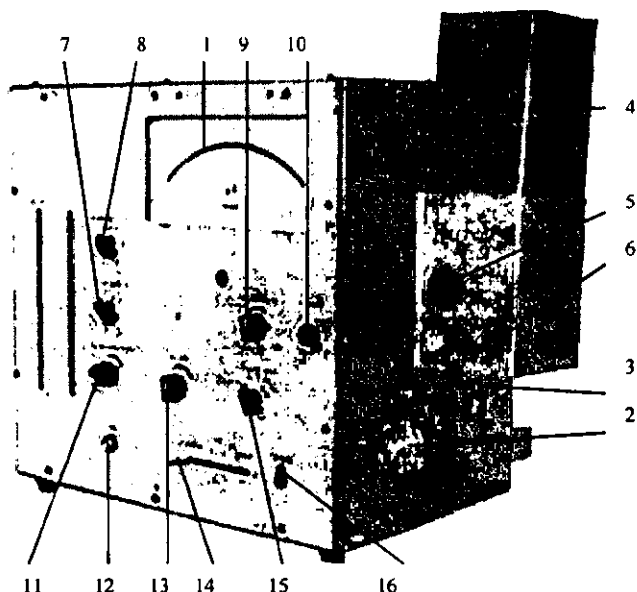
### Asbobning tuzilishi

Asbobning metall g'ilofi ichiga (1.18 - rasm) quyidagi qismlar joylashtirilgan; fotometrik qism, elektr energiyasi bilan ta'minlovchi qism, doimiy tokni kuchaytirgich, rotametrlar tuguni. G'ilofni o'ng tomoniga atomlarni qo'zg'atuvchi qism o'rnatilgan.

Asbobning chapdagi yon devoriga tegishli yorug'lik filtrini (o'lchayotgan elementni simbolini) o'rnatish uchun ruchka joylashgan. Orqa devoriga esa havo va tabiiy gazni ulash uchun ikkita shtutser, yerga ulash uchun klemma, elektr tarmog'iga ulash uchun kabel va saqlagich joylashtirilgan.

Asbobning old tomoniga (1.18 - rasm) uning elektr qismini boshqarish uchun ruchkalar, mikroampermetr, asbobga kelayotgan gaz-havo aralashmasi nisbatini (miqdorini) boshqarish uchun ruchkalar, parda va optik ponani tegishli joyga qo'yish uchun uzatmalar joylashtirilgan.

Qo'zg'atuvchi qism, tadqiq qilinayotgan eritmani aralashtirish kamerasiga purkaydigan 2 forsunkadan tashkil topgan. Asbobning ehtiyoj qismlari ichida kapilyar naylarining diametri 0.6, 0.89 va 1,01 mm bo'lgan uchta forsunka bor. Aerozol va gaz-havo aralashmasi aralashtirish kamerasidan yonish kamerasida joylashgan gorelkaga keladi. Gorelkaning holati 3 aylanma buragich orqali to'g'rilanadi.



*1.18 - rasm. PAJ - 1 alanga fotometrning umumiy ko'rinishi:*

1 – mikroampermetr; 2 – forsunka; 3 – gorelkani balandligini to'g'rilovchi aylanma buragich; 4 – alangani yopadigan g'ilof; 5 – alangaga qaraydigan tirqish; 6 – yonish kamerasi; 7 – vaqt doimiysining qiymatini o'rnatuvchi ruchka; 8 – sezgirlikni katta-katta o'rnatuvchi ruchka; 9 – fotometrik pona; 10 – yorug'lik nurini to'sadigan parda; 11 – sezgirlikni asta-sekin o'rnatuvchi ruchka; 12 – asbobi yoqadigan tumbler; 13 – nol nuqtani o'rnatuvchi ruchka; 14 – gaz yo'lini ochadigan-yopadigan ruchka; 15 – shkalani siljitadigan ruchka; 16 – havoni ko'paytirib-ozaytirib to'g'rilyadigan drosselni buraydigan vint.

Yonish kamerasi 6 metall g'ilofdan qilingan bo'lib uning ichiga qaytaruvchi ko'zgu, alangani kuzatish uchun 5 derazacha qo'yilgan. Alangani tashqaridan tushayotgan yorug'likdan himoya qilish uchun 4 g'ilof o'rnatilgan. Fotometr qismining qutisi ikkita bo'lmaga ajratilgan. Bitta bo'lmaga obyektiv, linzalar, panjara, interferentsion va yutuvchi yorug'lik filtrlari, qaytaruvchi ko'zgu va optik pona joylashtirilgan.

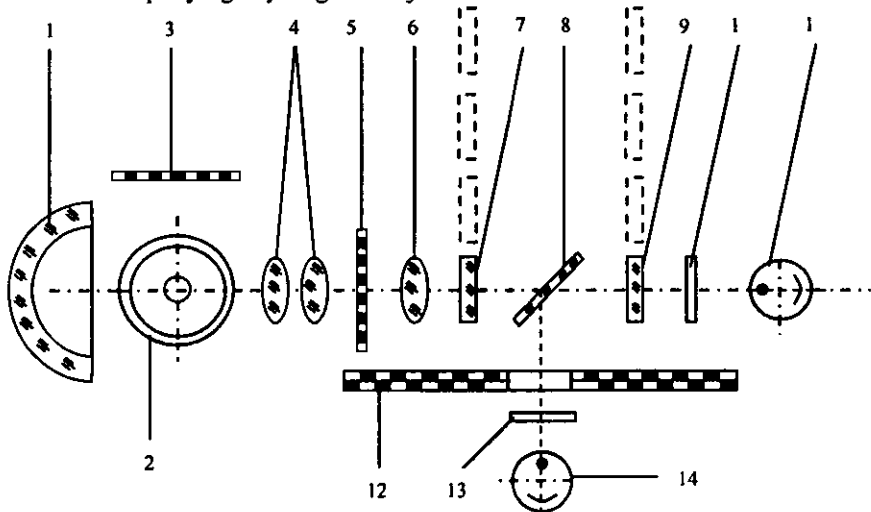
Ikkinchi, zich qilib yopilgan va ekran bilan to'silgan bo'lmaga kompensatsiyalovchi va o'lchovchi fotoelementlar tuguni hamda qarshiliklar (rezistorlar) qismi joylashtirilgan.

Elektr toki bilan ta'minlovchi qism va doimiy tok kuchaytirgichi shassiga terilgan, u esa asbob qutisining ostiga mahkamlangan. Asbob qutisining orqa devori olinganda uning hamma qismlariga va elementlariga erkin kirish ta'minlanadi.

Kirish shtutserlaridan havo va gaz magistrallari ketadi. Gaz magistralliga gaz filtri ulangan. Havo magistralling havo ni ko'paytirib ozaytirib to'g'rilaydigan 16 drosseli asbob old devorining orqasida joylashgan. Kirish shtutseri bilan to'g'rilaydigan drossel orasiga filtr qo'yilgan. Drossel vintini burash orqali havo oqimi forsunkaga va alangani puflash uchun taqsimlanadi.

**Asbobning optik chizmasi**

Asbobning optik qismi quyidagi vazifalarni bajaradi: 1. alanga chiqarayotgan yorug'likni fotoelementning yorug'likka sezgir yuzasiga to'plab berish; 2. xalaqitlarni so'ndirish (elektr chizmasi bilan birgalikda); 3. aniqlanayotgan element chiqarayotgan yorug'likni ajratish.



1.19 - rasm. PAJ - 1 alanga fotometrning optik chizmasi.

Asbobning optik qismi (1.19 - rasm) quyidagi elementlardan tashkil topgan: alanga tasvirini 5 panjaraga yo'naltiruvchi 4 ob'ektiv va 1 qaytaruvchi ko'zgu (panjara zarrachalar chiqarayotgan yorug'lik oqimini modulasiyalaydi); yorug'lik oqimini tarqalmaydigan, parallel nurga aylantiruvchi 6 kollimatsion linza; analiz qilinayotgan element chiqarayotgan yorug'likni ajratadigan yorug'lik filtrlari 7 va interferension yorug'lik filtrlari 9; interferentsion yorug'lik filtridan qaytgan yorug'lik oqimini kompensatsiyalovchi kanalga yo'naltiruvchi yorug'lik bo'luvchi 8 plastinka; kompensatsiyalovchi kanalga tushayotgan yorug'lik oqimini sozlovchi optik pona 12; yorug'lik energiyasini elektr tokiga aylantiruvchi 14 kompensatsiyalovchi va 11 asosiy fotoelement-

lar; issiqlikdan himoya qiluvchi shisha 2 va boshqa himoyalovchi shishalar 3, 10, 13.

Asbobning optik qismi quyidagi tartibda ishlaydi: Qaytaruvchi 1 ko'zgu va 4 obyektiv yordamida 5 panjarada gorelka alangasining tasviri hosil qilinadi. Ko'zgu 1 alangani orqasiga sochilgan yorug'lik oqimini ham qaytarib panjaraga yo'naltirgani uchun, umumiy intensivlik ko'payadi. Panjara qora rangga bo'yalgan bo'ylama polosalardan iborat shisha plastinka. Zarracha alanga bo'ylab harakat qilganda uning ba'zi qismlarida chaqnaqab nur chiqaradi ba'zi qismlarida esa so'nadi. Bu jarayon davriy ravishda sodir bo'ladi. Bunday holda, ikki qismdan iborat yorug'lik signali hosil bo'ladi. Signalning o'zgaruvchi qismini zarrachalar chiqarayotgan yorug'lik, o'zgarmas qismini esa alanganing yorug'ligi tashkil qiladi. Signalning o'zgarib turuvchi qismi kuchaytirgich tomonidan so'ndiriladi, doimiy tashkil etuvchisi esa aniqlanayotgan elementni konsentrasiyasini aniqlash uchun ishlatiladi. Shunday qilib, alangaga tushuvchi zarrachalar chiqarayotgan yorug'lik xalaqit beruvchi sifatida so'ndiriladi.

Alanganing yorug'ligi 6 linza yordamida kuchsiz tarqaluvchi parallel nurga aylantiriladi. Bu nur rangli shishadan yasalgan yutuvchi filtrlar orqali o'tadi. Filtr yorug'likning aniqlanayotgan element konsentratsiyasi haqida ma'lumot olib kelayotgan qismini o'tkazib boshqa qismini kesib qoladi, o'tkazmaydi. Yorug'lik 8 plastinkadan o'tib 9 interferentsion yorug'lik filtriga tushadi. Yorug'likni interferentsion filtrni o'tkazish maksimumiga to'g'ri keluvchi qismi undan o'tib 11 fotoelementga tushadi, qolgan qismi esa orqaga qaytadi. Yorug'likning, tarkibiga aniqlanayotgan element chiqarayotgan yorug'lik kirmaydigan qaytgan qismi 8 plastinka yordamida kompensatsiyalovchi kanalga yo'naltiriladi va u, 12 optik ponadan o'tib 14 fotoelementga tushadi. Fotoelementlar shunday ulanganki ularda hosil bo'lgan toklarning yo'nalishi bir-biriga qarama-qarshi. Shuning uchun, ularning elektr signallari bir-biridan ayriladi va yutuvchi filtdan o'tgan yorug'likning butun spektri bo'yicha manfiy teskari bog'lanish hosil bo'ladi. Bunga, aniqlanayotgan element chiqarayotgan yorug'lik kirmaydi. Optik pona tiniqligini kamaytirish yoki ko'paytirish orqali interferentsion filtdan qisman o'tgan begona yorug'likni to'liq muvozanatga keltirish mumkin. Amalda bu ish, namuna purkalmagan «quruq alanga» yordamida amalga oshiriladi. Aniqlanayotgan element chiqarayotgan yorug'likning paydo bo'lishi kuchaytirgichni kirish qismida signal paydo bo'lishiga olib keladi. Spektarning boshqa qismlariga tegishli yorug'likni o'zgarishi muvozanatlanadi va u, foydali signalga xalaqit bermaydi. Shunday qilib asbobning optik sxemasi nafaqat alanga fonining o'zgarishini, balki boshqa elementlar chiqarayotgan yorug'likni ta'sirini ham kompensatsiyalaydi.

### **Asbobni ishga tayyorlash**

Asbobni ishlatishdan oldin uning bayonini o'rganish, standart eritmalar tayyorlash usuli bilan tanishish, shuningdek kompressorni ishlatish tartibi va qoidalarini bilish zarur. Gaz ballonlari va gorelkalarini ishlatishga tegishli texnika xavfsizligi qoidalari bilan tanishib, etarli malakaga ega ekanligini tasdiqlovchi sinovdan ham o'tish kerak.

Agar, ishda propan-butan gazi ishlatilsa uning balloniga reduktorni burab mahkamlang.

Agar asbob, tabiiy gaz bilan ishlatilsa u o'rnatiladigan joyga ventil bilan mahkamlanadigan chiqish shtutseriga ega bo'lgan gaz yo'li keltirish kerak. Bu gaz magistraliga rezina shlang orqali gaz bosimini boshqargich, unga esa alanga fotometri ulanadi. Asbob, yaxshi shamollatiladigan toza xonaga, yanayam yaxshisi kuchsiz havo tortgichning ostiga o'rnatiladi.

Xonaning changida ishqoriy yoki ishqoriy-er elementlarining bo'lishi alanga rangini o'zgartirib o'lchashga xalaqit beradi. Bunday hollarda eritmada elementlarning kichik kontsentratsiyalarini o'lchashning iloji bo'lmaydi. Asbob joylashtirilgan xonani yoritayotgan lampaning yorqin nuri hamda tashqaridan kelayotgan yorug'lik uning optik qismiga tushmasligi kerak. To'g'ri tushayotgan yorug'lik uning ishlashiga xalaqit beradi.

Gaz balloni reduktorga ulangan joyidan, reduktordan va ventildan gaz chiqmasligi kerak. Gaz chiqayotganligini tekshirib ko'rish, ulanish joyiga faqat sovunli suv surtish orqali amalga oshiriladi. Tekshirib ko'rish uchun olovdan foydalanish qat'iy tanqiqlanadi.

Gaz balloning reduktori va kompressor shtutserlariga gaz va havo shlanglarini kirgizing. Havo keladigan shlangni asbobni «gaz» shtutseriga ulab kompressorni yoqing va asbobni «gaz» deb yozilgan ventilini ochib sistemani gaz chiqarayotgan yoki chiqarmayotganligini tekshirib ko'ring. Tekshirish tugagandan keyin ventilni yopib asbobni «gaz» shtutseridan havo shlangini oling.

Gaz va havo kelayotgan shlanglarni mos ravishda asbobning «gaz» va «vozdux» shtutserlariga kirgizing. Shtutser bilan shlangni ulanish joyiga xomut kirgizing va uni mahkam torting.

### **Asbobni ishlatish tartibi**

Ishlashdan oldin quyidagi amallarni bajaring:

1. Asbobni havo va gaz manbalariga hamda qalin sim orqali erga ulang;
2. «Gaz» kranini yoping;
3. «Shkalani siljitish» («смещение шкалы») ruchkasini «Arr» holatga qo'ying;

4. «Sezgirlikni asta-sekin o'zgartirish» («чувствительность плавно»), «vaqt doimiysi» («постоянная времени») va «sezgirlikni katta-katta o'zgartirish» («чувствительность грубо») ruchkalarini «0» holatga, «nol ko'rsatishni o'rnatish» ni («установка нуля») esa o'rta holatga to'g'rilab qo'ying;

5. Suvli qulfdagi (гидрозатвор) suv bo'lishini ta'minlang;

6. «Set» tumblerini («o'chirilgan») («выключатель») holatga qo'ying;

7. Asbobni va kompressorni 220 V kuchlanishli o'zgaruvchan tok manbaiga ulang. Yorug'lik kanalini 10 ruchkani (1.18 - rasm) oxirigacha itarib berkiting.

8. Kompressorni yoqing. Kompresorning manometri ko'rsatadigan havo bosimi 0,08 - 0,09 MPa oraliqda bo'lishini ta'minlang. Havo sarflagichni po'kkagi havo o'tayotganini ko'rsatib turishi kerak. Havo bosimini to'g'rilash «havo» («воздух») drosseli orqali amalga oshiriladi.

9. Kuzatish derazasini 5 (1.18 - rasm) oling, gaz magistralinig kranini oching (yoki gaz ballonining ventilini), gurgut cho'pini yoqib gorelkaga yaqinlashtiring va «gaz» yozuvli 14 ventilni oching. To gorelkada alanga paydo bo'lguncha gaz berishni ko'paytiring. Alanganing rangi va ichki konuslari o'lchamlarini o'zgartirib optimal holatga keltiring. Alanga ichki konuslarining o'lchami 5-8 mm va rangi zangori-yashil (havorang-yashil) bo'lganda asbob eng katta sezgirlikka ega bo'ladi.

10. Eng katta sezgirlik bilan ishlash uchun albatta ignasining diametri 0,6 mm bo'lgan purkagichni ishlatish kerak. Ignasining diametri 0,89 mm va 1,01 mm bo'lgan purkagichlar yopishqoqligi kattaroq va yuqori konsentratsiyali eritmalar bilan ishlashga mo'ljallangan.

11. Gorelkaga asbobning alangaga yaqin joylashgan optik elementlarini himoya qiluvchi shishani o'rnatish. U, ikki tomoni ochiq tsilindr shaklida bo'lib yuqori temperaturaga chidamli shishadan tayyorlanadi. Uni, yonish maxsulotlari chiqadigan teshikni kichraytiradigan metall shayba uchlik (насадка) bilan yoqing.

12. Yorug'likdan himoya qiluvchi 4 g'ilofni o'rnatish. G'ilof, himoya qiluvchi shishaga tegmasin. «Set» yozuvli 12 tumbler yordamida asbobni yoqing. Bu holda rotametrlarning shkalasini yorituvchi lampalar yonadi. Ishlashdan oldin asbobni 30 daqiqa davomida qizdiring.

13. Asbobni 15 «shkalani siljitish» («смещение шкалы») ruchkasini «0» holatga qo'ying. Eng katta sezgirlik rejimini o'rnatish uchun «sezgirlikni katta-katta o'zgartirish» («чувствительность грубо») yozuvli ruchkani «10» holatga qo'ying, «sezgirlikni asta-sekin o'zgartirish» («чувствительность плавно») ruchkasini esa soat strelkasi bo'yicha oxirigacha burang. «Nol

## ***Fizikaviy tadqiqot usullari***

---

ko'rsatishni o'rnatish» («уст. нуля») ruckasi bilan mikroampermetrning strelkasini «0» holatga o'rnatish.

14. «Vaqt doimiysi» («постоянная времени») ruckasi bilan vaqt doimiysining qiymati o'rnatiladi. Ruckani soat strelkasining yo'nalishi bo'yicha aylantirganda vaqt doimiysining qiymatlari ortib boradi.

15. Asbobning chap yonidagi yorug'lik filtrlari diskining ruckasini o'lchanayotgan element simvoli yozilgan holatga qo'ying (masalan, natriy uchun "Na" holatga).

16 «Parda» («шторка») yozuvli 10 ruckani o'zingiz tomonga oxirigacha tortib yorug'lik kanalini oching. Bu holda mikroampermetrning strelkasi nol holatdan siljishi mumkin. «Optik pona» («оптический клин») 9 ruckani asta-sekin burab strelkani «0» ga to'g'rilang.

17. Plastrmassadan yasalgan maxsus stakanchaga distillangan suv solib uni kapilyar nayni ostiga qo'ying. Purkagichning ishi haqida stakanchadagi suv sathining o'zgarishiga qarab xulosa qilsa bo'ladi.

Distillangan suv purkab alanga yorug'ligini o'lchaganda nol nuqta, «qu-ruq» alangaga nisbatan siljishi mumkin. Agar siljish ko'p bo'lsa, uni alangaga kelayotgan gazning miqdorini va gorelkaning holatini o'zgartirish orqali (3 buragichni aylantirib) bartaraf qilish mumkin.

### **Darajalash chizig'ini chizish usuli**

U yoki bu elementning konsentrasiyasini aniqlash darajalash chizig'ini qurishdan boshlanadi. Darajalash chizig'i har bir element uchun standart eritmalar bo'yicha chiziladi. Standart eritmalar esa «Alanga fotometriyasida ishlatiladigan darajalash chiziqlarini qurish uchun standart eritmalar tayyorlash usuli» ga ko'ra tayyorlanadi.

Standart eritmalarining konsentrasiya oralig'i aniqlanayotgan elementning eritmadagi kutilayotgan konsentratsiyasini hisobga olib tanlanadi. Bu oraliqni tanlashda quyidagi qoidalarga rioya qilish kerak: Standart eritmalarining eng katta konsentratsiyasi tadqiq qilinayotgan eritmalarining konsentrasiyasidan kichik bo'lmasligi kerak.

Darajalash chizig'ini qurish uchun:

1. Asbobni «Asbobni ishlatish tartibi» bo'limida ko'rsatilganday qilib ishga tayyorlang;

2. Asbob qiziyotgan vaqtda standart va tadqiq qilinayotgan eritmalarini o'lchash uchun ishlatiladigan polietilen stakanchalarni tozalab yuving. O'lchanadigan eritma bilan ularni chaying. Chang tushmasligi uchun stakanchalarning ustini yoping;



3. Standart eritmalar ichida ikkita stakanchada «nol» eritma (aniqlanadigan komponent bo'lmagan) bo'lishi kerak. Ularning bittasi, bir eritmadan ikkinchi eritmaga o'tganda kapilyarni va sistemani yuvish uchun, ikkinchisi esa «nol» standart eritma sifatida ishlatiladi. Bir eritmadan boshqasiga o'tganda sistemani shu eritmaga tegishli «nol» eritma bilan yuvish kerak;

4. Asbob, aniqlanayotgan elementga to'g'rilanganligini tekshiring;

5. «Sezgirlikni asta-sekin o'zgartirish» («чувствительность плавно») ruchkasini o'rta holatga o'rnatib;

6. So'ruvchi kapilyarni ostiga o'lchash uchun tayyorlangan standart eritmalaridan konsentratsiyasi eng katta bo'lgani quyilgan stakanchani qo'ying;

7. «Sezgirlikni katta-katta o'zgartirish» («чувствительность грубо») yuzvuli ruchkani burab shunday holatga o'rnatish kerakki, mikroampermetrning strelkasi asbob shkalasidan tashqariga chiqmasin ya'ni, «0» dan kamaymasin va «100» dan ko'paymasin;

8. «Sezgirlikni asta-sekin o'zgartirish» («чувствительность плавно») ruchkasini burab mikroampermetr strelkasini «100» bo'limni chizig'iga to'g'rilang;

9. Eritmani kapilyardan olib va yorug'likni to'suvchi pardani yopib «nol nuqtani o'rnatish» («уст. нуля») ruchkani burab mikroampermetr strelkasini «0» chiziqqa to'g'rilang;

10. Pardani oching va kapilyar ostiga «nol» eritmani (ya'ni distillangan suvni) qo'yib «optik pona» («оптический клин») ruchkasi bilan mikroampermetr strelkasini shkalaning «0» chizig'iga to'g'rilang;

11. Kapilar ostiga yana konsentratsiyasi eng katta bo'lgan standart eritmani qo'ying, agar zarur bo'lsa 13 «чувствительность плавно» va 14 «чувствительность грубо» ruchkalar yordamida mikroampermetr strelkasini «100» chiziqqa to'g'rilang;

12. Kapilar ostiga «nol» eritmani qo'ying, bu holda mikroampermetr strelkasi «0» chiziqqa to'g'ri kelishi kerak. Agar shunday bo'lmasa keyingi amallarni takrorlang.

Shunday qilib, ketma-ket yaqinlashish usuli orqali o'lchash oralig'i o'rnatiladi. O'lchash oralig'i o'rnatilgandan so'ng darajalash chizig'i chiziladi. Buning uchun alangaga navbat bilan «nol» dan to maksimal konsentratsiyagacha bo'lgan standart eritmalar kiritiladi. Har bir namuna uchun o'lchash natijasi yozib olinadi Bu ma'lumotlar asosida konsentratsiya-hisob koordinat sistemasiga darajalash chizig'i chiziladi.

Asbobning ko'rsatishini yozib olish va aniqlanuvchi elementning eritmadagi konsentratsiyasini o'lchash bo'yicha keyingi ishlar gaz va havo sarfini hamda asbobning hamma ruchkalarini holatini o'zgartirmasdan olib borilishi

kerak. Alangadan kelayotgan yorug'likni o'lchash mikroampermetr strelkasi shkalaning biror qiymati atrofida to'xtaganda (biror qiymat atrofida tebranib turganda) amalga oshirilishi kerak.

Past konsentratsiyalar bilan ishlaganda strelkaning tebranish amplitudasi katta bo'lishi mumkin. Tebranish amplitudasini kamaytirish uchun vaqt doimiysini o'zgartiruvchi 7 ruchkadan foydalanish mumkin.

Agar, tadqiq qilinayotgan eritmaning konsentratsiyasi haqida ma'lumot umuman bo'lmasa, bunday holda, asbobni sezgirligini pasaytirib kelayotgan yorug'likni intensivligini o'lchash kerak. Keyin mikroampermetrning strelkasi shkalani o'ng tomoniga o'tgunga qadar asbob sezgirligini asta-sekin oshirish kerak. So'ngra shunday standart eritma tanlash kerakki, u ham strelkani taqriban shunchaga og'dirsin. Bu standart eritmaga qarab darajalash chizig'i chizish uchun qanday eritmalar tayyorlash kerakligi aniqlanadi.

Asbobda 15 «shkalani siljitish» ruchkaning borligi uni qayta sozlamasdan, o'lchash oralig'ini 4 - 5 marta ko'paytirish imkoniyatini yaratadi. Buning uchun, asbob kalibrovkasini «0» holatda tugatib, boshqa ruchkalarga tegmasdan «shkalani siljitish» ruchkasini «100» holatga burash kerak va alangaga konsentratsiyasi katta bo'lgan standart eritmalarini kiritib darajalashni davom ettirish mumkin. Keyin yanayam kattaroq konsentratsiyaga o'tiladi, agar strelka shkaladan chetga chiqsa ruchka «200» ga, so'ngra «300» ga buraladi.

Asbob o'zgarmas sharoitda ishlagan vaqtda, darajalash chizig'i davriy ravishda (8 - 10 ta namunani o'lchagandan so'ng) tekshirib turilishi kerak. Havo yoki gazning bosimi o'zgarganda alanga konuslarining o'lchami va rangi o'zgaradi. Bunday holda darajalash chizig'ini yangidan chizish kerak.

Gaz va havo bosimlarining o'zgarishi asbobning old tomoniga o'rnatilgan rotametrlar yordamida nazorat qilinadi.

### **O'lchash usuli**

O'lchash, tadqiq qilinayotgan eritmalar o'lchaganda olingan natijalar bilan aniqlanayotgan elementning konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan standart eritmalar uchun olingan natijalarni solishtirishga asoslangan. Shuning uchun, darajalash vaqtidagi va tadqiq qilinayotgan eritmalarini o'lchash vaqtidagi sharoitlar bir xil bo'lishi juda muhimdir. Shuningdek, standart eritmalarini tayyorlash aniqligi, hamroh elementlarning ta'sirini hisobga olish, standart eritmalarining fizik-ximik xossalari o'xshashligi muhim ahamiyatga egadir.

Asbob yuqori sezgirlikka ega bo'lgani uchun, havoning changida yoki ishlatilayotgan gazlarda aniqlanayotgan elementning bor yo'qligiga e'tibor berish kerak. Masalan, kaliyni aniqlashda asbob yaqinida sigaret chekilsa uning ko'rsatishi keskin ortadi, chunki tutunda ko'p miqdorda kaliy bor.

Darajalash chizig'i chizilgandan so'ng tadqiq qilinayotgan eritmalarning konsentrasiyasini aniqlashga kirishiladi. Buning uchun yana «nob» standart o'lchanadi. Keyin alangaga tadqiq qilinayotgan eritmalar navbat bilan kiritilib ularga mos kelgan mikroampermetr shkalasining qiymati yozib olinadi va darajalash chizig'i yordamida elementning konsentrasiyasi aniqlanadi.

Agar, o'lchash jarayonida, konsentrasiyasi tanlangan oraliqdan katta bo'lgan eritmalar uchrasa, «shkalani siljitish» ruchkasidan foydalanib ularni miqdorini taxminan o'lchash mumkin.

Yuqorida bayon qilingan ishlar eritmada boshqa elementlar bo'lmagan yoki aralashmadagi hamroh elementlar halaqit bermagan hollar uchun to'g'ridir. Boshqa hollar uchun maxsus ishlab chiqilgan usullardan foydalanish kerak. Bunday usullar adabiyotlarda bayon qilingan.

Eritmadagi elementning konsentrasiyasi 5 mg/l dan katta bo'lgan hollarda, asbobni kompensatsiyalovchi kanalini yopib ishlatish mumkin. Buning uchun, «optik pona» («klin opticheskiy») ruchkasini soat strelkasi bo'yicha oxirigacha burash kerak. Kompensatsiyalovchi kanal yopiq holda asbob bir kanalli (bitta nurli) variantga o'tadi.

#### **Asbobni o'chirish**

1. «Shkalani siljitish» 15 ruchkasini «Arretir» holatga, «sezgirlikni kattakatta o'zgartirish» («чувствительность грубо») 8 ruchkasini esa «0» holatga qo'yning;

2. Gaz kranini (yoki gaz ballonining ventilini) yoping, alanga o'chgandan keyin esa asbobning «gaz» ventilini ham yoping;

3. «Vkl» yozuvli 12 tumbler orqali asbobni o'chiring;

4. Kompressorni o'chiring;

## 2. ELEKTRON YUTILISH SPEKTRLARI

### 2.1. ELEKTRON YUTILISH HODISASINING NAZARIY ASOSLARI

#### 2.1.1. MOLEKULA ENERGIYASINING TARKIBIY QISMLARI VA MOLEKULAR SPEKTRLARNING TIPLARI

Ikki atomli va kamida ushta atomdan tashkil topgan ko'p atomli molekulalarda harakat (molekulani tashkil etgan elektronlar va yadrolar harakati va butun molekulani fazodagi harakati) atomlardagiga qaraganda ansha murakkabdir. Molekulalarda elektron harakati (kimyoviy bog' hosil qiluvshi valent va tegishli atom yadrolari atrofida lokallangan elektronlar) bilan birga yadrolarning bir-biriga nisbatan joylashgan o'rnini davriy o'zgarishi bilan bog'liq harakat ya'ni, molekulaning tebranish harakati, hamda bir butun molekulani fazodagi yo'nalishini davriy o'zgarishi bilan xarakterlanuvshi harakat ya'ni, molekulaning aylanma harakati katta rol o'ynaydi. Shunday qilib molekulada ush xil harakat, elektronlar harakati, tebranma harakat va aylanma harakat mavjud. Ana shu murakkab harakatlar molekulalar spektrlarini o'ziga xos xususiyatlarini belgilaydi va ularni atomlar spektridan farqli bo'lishiga sabab bo'ladi.

Spektrning ultrabinafsha va ko'zga ko'rinuvshi sohalarida shiziqli spektr o'rmiga kengligi har xil bo'lgan polosalardan iborat yo'l-yo'l spektr hosil bo'ladi. Bu molekulaning elektron spektridir. Molekulalarning tebranma harakatlari natijasida paydo bo'luvshi alohida polosalardan iborat bo'lgan tebranish spektrlari optik spektrning yaqin infraqizil sohasida joylashgan. Molekulaning aylanma harakatlari natijasida hosil bo'ladigan va shuning ushuncha aylanish spektrlari deb ataladigan alohida shiziqlardan tashkil topgan spektrlari spektrning uzoq infraqizil va mikroto'lqin sohalarida joylashgan.

Yuqorida aytilganlarga asosan molekulaning ixtiyoriy statsionar holatdagi to'liq energiyasi  $E$ , taqriban elektron, tebranish va aylanish harakatlari energiyalarining yig'indisi sifatida ifodalinishi mumkin.

$$E = E_{\text{elektr}} + E_{\text{tebran}} + E_{\text{aylan}} \quad (2.1)$$

Shuni alohida ta'kidlash joizki, masala yanayam batafsil qaralganda bu harakatlarning bir-biri bilan o'zaro ta'sirini ham hisobga olish kerak. Bu holda (2.1) quyidagisha yoziladi.

$$E = E_{\text{elektr}} + E_{\text{tebran}} + E_{\text{aylan}} + E_{\text{elektr-tebran}} + E_{\text{elektr-aylan}} + E_{\text{tebran-aylan}} \quad (2.2)$$

Bu yerda,  $E_{\text{elektr-tebran}}$  – elektron va tebranish harakatlarining o'zaro ta'sir energiyasi,  $E_{\text{elektr-aylan}}$  – elektron va aylanish harakatlarining o'zaro ta'sir energiyasi,  $E_{\text{tebran-aylan}}$  - tebranish va aylanish harakatlarining o'zaro ta'sir energiyasi. Ba'zi hollarda (2.2) dagi oxirgi ush hadning ulushi ansha katta bo'lishiga qaramasdan umuman olganda, (2.1) yaqinlashish etarli darajada qanoatlanarli hisoblanadi va buni tajribaning natijalari tasdiqlaydi.

Nazariya va tajriba shuni ko'rsatadiki, molekula elektron harakatining energiyasi (molekulaning elektron energiyasi atom energiyasi tartibida bo'ladi) tebranish harakati energiyasidan juda katta, tebranish energiyasi esa aylanish energiyasidan keskin farq qiladi va ular orasida quyidagisha munosabat bor.

$$E_{\text{elektr}} \gg E_{\text{tebran}} \gg E_{\text{aylan}}$$

Agar, energiyani kJ/mol larda ifodalasak,  $E_{\text{elektr}} \sim 500$  kJ/mol,  $E_{\text{tebran}} \sim 5 - 50$  kJ/mol,  $E_{\text{aylan}} \sim 0,05 - 0,5$  kJ/mol bo'ladi. Energiyalar orasidagi aynan shu katta farq ishlatiladigan elektromagnit numning to'liq uzunligi va shastotasiga ko'ra elektron, tebranish va aylanish spektrlarining spektrning turli sohalarida joylashishiga sabab bo'ladi. Oddiy muhokama asosida hisoblashlar shuni ko'rsatadiki

$$\begin{aligned} v_{\text{teb}} / v_{\text{elek}} &= m_e / m_N \\ v_{\text{ayl}} / v_{\text{elek}} &\approx m_e / m_N \end{aligned} \quad (2.3)$$

Bu yerda  $v_{\text{elek}}$ ,  $v_{\text{teb}}$  va  $v_{\text{aylan}}$  - mos ravishda elektron, tebranish va aylanish spektrlari kuzatiladigan shastotalarning qiymatlari,  $m_e$  - elektron,  $m_N$  - yadroning massalari. Bulardan esa

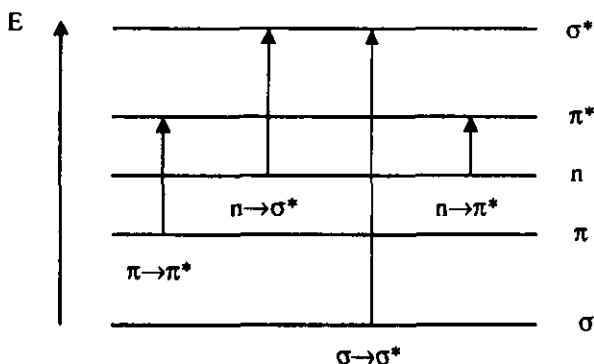
$$\begin{aligned} v_{\text{tebr}} &\approx (0,01 + 0,1)v_{\text{elek}} \\ v_{\text{aylan}} &\approx (0,0001 + 0,001)v_{\text{elek}} \end{aligned} \quad (2.4)$$

lar kelib shiqadi. Boshqasha qilib aytganda, agar, elektron spektrlari  $10000 \text{ sm}^{-1}$  va undan katta shastota oralig'ida joylashsa, tebranish spektrlari taqriban  $100$  dan  $10000 \text{ sm}^{-1}$  (to'liq uzunligi  $1 \text{ mkm}$  dan  $100 \text{ mkm}$  gasha), aylanish spektrlari esa  $100 \text{ sm}^{-1}$  ( $\lambda > 100 \text{ mkm}$ ) dan kam sohani egallaydi

### 2.1.2. ELEKTRON SPEKTRLARI

Spektrning ultrabinafsha va ko'rinvshi qismlarida joylashgan yutilish spektrlari molekulaning elektron holatlari o'rtasidagi o'tishlar hisobiga hosil bo'ladi, shuning ushun ham ularni elektron yutilish spektrlari deyishadi. Molekulaning har bir elektron holati energiyaning ma'lum oraliqdagi qiymatlari bilan xarakterlanadi. Qiymatlarning bunday bo'lishini sababi molekulani tashkil etgan atom yadrolarining tebranma harakatidir. Shuning ushun, elek-

tron sathlar orasidagi har bir o'tishga spektrning keng yutilish polosasi mos keladi. Moddaning gaz holatidagi spektrini olganda odatda, elektron o'tishlarning tebranish strukturasi aniqlash mumkin bo'ladi (bunday holatlarda elektron yutilish polosasi bir-biriga yaqin joylashgan tor, ingishka tebranish polosalarining to'plamidan iborat bo'ladi), lekin moddaning qattiq va suyuq holatlarida olingan spektrlari nozik tuzilishga ega bo'lmaydi (lekin doim emas). Bunday bo'lishiga sabab, modda molekulari orasida molekulararo o'zaro ta'sirning paydo bo'lishidir. Elektron yutilish spektrlarini nazariy «o'qish»ning asosiga molekular orbitalar nazariyasi olingan. Bu nazariya molekularning asosiy elektron holatdan qo'zg'algan holatga o'tishini, valent elektronni band molekular orbitaldan bo'sh molekulyar orbitalga o'tishi orqali bog'laydi. Bu holda molekular orbitalarning ushta tipiga ya'ni,  $\sigma$ ,  $\pi$  va  $n$  larga to'rt xil elektron o'tishlar mos keladi:  $\sigma \rightarrow \sigma^*$ ,  $\pi \rightarrow \pi^*$ ,  $n \rightarrow \sigma^*$ ,  $n \rightarrow \pi^*$ . Turli molekulyar orbitalar energetik sathlarining shartli chizmasidan (2.1 - rasm) ko'rish mumkinki elektronni  $\sigma$  sathdan  $\sigma^*$  sathga o'tkazish ushuncha ko'p energiya,  $n \rightarrow \pi^*$  o'tish ushuncha eng oz energiya talab qilinadi.



2.1 - rasm. Elektron o'tishlarning xillari.

### 2.1.3. ELEKTRON SPEKTRLARNING TABIATI VA XOSSALARI

Spektrning boshqa muhim xossasi modda tomonidan yutilgan elektromagnit nurni oz yoki ko'pligini aks ettiruvshi yutilish polosasini intensivligidir. Bu, birinshi navbatda molekula elektron qobig'ining qayta tuzilishi aniqrog'i, dipol momentining o'zgarishi bilan xarakterlanadi. Qo'zg'atilgan vaqtda moddaning dipol momenti qancha ko'p o'zgarsa spektr polosasining

intensivligi ham shunsha katta bo'ladi. Agar, moddaning qo'zg'algan va asosiy holatlarini ifodalovshi to'lqin funktsiyalari ma'lum bo'lsa, uning bu holatlariga tegishli dipol momentlarini hisoblash mumkin.

Energetik sathlar orasida qaysi o'tishlar bo'lishi mumkin qaysilari mumkin emasligini oldindan aniqlash imkoniyatini beruvshi tanlash (taqiqlash) qoidalari bor. Tanlash qoidasiga ko'ra ruxsat berilmagan o'tishlarga tegishli yutilish polosalari bo'lmaydi, u yoki bu sababga ko'ra ular orasida o'tish bo'lsa unga tegishli polosaning intensivligi past bo'ladi.

1. Turli xil spin holatlariga ega bo'lgan energetik sathlar orasida o'tishlar taqiqlanadi.

2. Moddani asosiy va qo'zg'algan holatlarini ifodalovshi to'lqin funktsiyalarining simmetriyasi ma'lum bo'lsa, qaysi hollarda qo'zg'atish, ya'ni o'tish modda dipol momentini o'zgarishiga olib kelmasligini ilgaridan aytish mumkin. Bunday holda ham spektrda yutilish polosasi bo'lmasligi kerak (simmetriya bo'yisha taqiqlash).

O'tish bo'layotgan sathning tipini ko'rsatishga asoslangan elektron spektrlarining turkumlanishini (klassifikatsiyasini) keltiramiz. O'z navbatida moddaning tarkibi va tuzilishi sathlarning tipini aniqlaydi.

1.  $d \rightarrow d^*$ ,  $f \rightarrow f^*$  spektrlari. O'tish metallari birikmalarining rangi  $d$  yoki  $f$ -orbitallar orasidagi o'tishlar hisobiga paydo bo'ladi. Bu o'tishlar Laportga ko'ra taqiqlangandir. Shuning ushun, spektrda bu o'tishlarga tegishli yutilish polosalarining intensivligi juda pastdir. Yutishning molar koeffitsiyentini qiymati  $\epsilon$  odatda 10 - 1000 oraliqda bo'ladi.

Nodir er elementlarining birikmalarida atomlarning  $f$  - orbitallari ligand orbitallari bilan kam darajada bir-birini qoplaydi va elektronlar shu atomlarning (ionlarning) orbitallarida lokallangan (to'plangan) bo'ladi. Shuning ushun ham,  $f \rightarrow f^*$  o'tishlar ushun erkin atomlarga xos bo'lgan shiziqli spektr saqlanadi. Hatto oksikislota, komplekson kabi kushli kompleks hosil qiluvshilar ham polosaning joyini o'zgarishiga juda kam ta'sir qiladi.

2. Qo'sh bog'li molekullar ushun  $\pi \rightarrow \pi^*$  spektrlarining paydo bo'lishi xarakterlidir. Bu polosalarning intensivligi juda keng oraliqda o'zgarishi mumkin va shuning ushun,  $\epsilon$  ning qiymati  $10^5$  gasha boradi. Ko'pchilik bo'yoq moddalarning rangi shu o'tishlar hisobiga paydo bo'ladi.

3. Tarkibida ajralmagan elektron juftiga ega bo'lgan ( $n$  - elektronlar) geteroatomli qo'sh bog'li molekullarda  $n \rightarrow \pi^*$  o'tishlar sodir bo'ladi. Hosil bo'lgan spektrlarining tabiatini  $n$ -elektronlarni qo'zg'atib bo'sh  $\pi^*$  - sathga o'tkazish xarakterlaydi. Bunday o'tishlar natijasida hosil bo'lgan yutilish polosalarining intensivligi past bo'ladi.

4. Zaryad ko'shishi hisobiga hosil bo'lgan polosalar. Ba'zida modda energetik sathlari tuzilishini taqriban uning tarkibiy qismlariga taalluqli energetik sathlarni gruppalari orqali ifodalash mumkin. Yodning benzol bilan hosil qilgan kompleksi rangi zaryad ko'shishi hisobiga hosil bo'lgan birikmaning klassik misoli bo'lib xizmat qiladi. Bu kompleks energetik sathlarini o'zaro ta'sir hisobiga engilgina g'alayonlangan alohida yod va benzol sathlari gruppalaridan tashkil topgan deb qarash mumkin. Kompleksni rangi elektron donori sifatida qatnashayotgan benzolni yuqori band sathidan aktseptor molekulasida yodning bo'sh, bo'shashtiruvchi sathiga elektron ko'shishi hisobiga hosil bo'ladi. Shuning ushuni, elektron benzoldan yodga ko'shdi deyishadi va bu o'tish zaryad ko'shishi sifatida qaraladi. Zaryad ko'shishi hisobiga hosil bo'lgan polosalar, odatda etarli darajada intensiv bo'ladi. Bu holda yutishning molyar koeffitsienti  $10^3 - 10^4$  atrofida bo'ladi.

#### **2.1.4. OPTIK ZICHLIK. BUGER - BER - LAMBERT QONUNI**

Aniqlanuvshi komponentni elektromagnit nurlarni yutuvshi birikmaga aylantirgandan keyin uning miqdorini fotometrik usulda aniqlash ushuni, nurlar oqimi ma'lum qalinlikdagi yutuvshi muhitdan o'tganda uning intensivligi qanshaga kamayishini aniqlash kerak. Boshqasha qilib aytganda, eritma tomonidan yutilgan elektromagnit nurning miqdorini aniqlash kerak.

Gaz, suyuq yoki qattiq jismni shaffof qatlami orqali o'tayotgan elektromagnit nurni yutilishini qaraymiz. Bunday qatlam orqali o'tayotgan elektromagnit nurning bir qismi modda tomonidan tanlab yutiladi. Bu holda elektromagnit nurning intensivligi kamayadi. Shunday qilib, monoxromatik elektromagnit nur dastasi kyuvetaga qo'yilgan shaffof modda qatlamidan o'tayotganda uning bir qismi qaytadi, bir qismi yutiladi va yana bir qismi esa moddadan o'tadi. Tushayotgan nur intensivligini  $I_0$ , eritmada o'tgan nur intensivligini  $I$ , eritma tomonidan yutilganini  $I_{yut}$  va qaytgan (soshilgan) nurni  $I_{soch}$  deb belgilab olamiz. Bu holda moddaga tushayotgan nur intensivligi  $I$ ,  $I_{yut}$  va  $I_{soch}$  larni yig'indisiga teng bo'ladi.

$$I_0 = I + I_{yut} + I_{soch}$$

Qaytgan nurning intensivligi moddadan o'tgan va yutilgan nurlar intensivligiga qaraganda juda kamdir. Bundan tashqari, fotometrik analizda o'rganilayotgan eritma va erituvshidan (yoki taqqoslanadigan eritmada) o'tgan yorug'lik nurlari intensivliklari solishtiriladi, bunda kyuvetalardan qaytgan nurlar intensivliklari bir-biriga teng bo'ladi. Shuning ushuni, qaytgan nurlar intensivligini hisobga olmasa ham bo'ladi.



Nur o'tayotgan eritmaning qalinligini (yorug'likning optik yo'li, kyuvetaning qalinligi)  $l$  bilan belgilab olamiz. Eritmani nur yutish intensivligini  $I_0/I$  nisbat bilan xarakterlash mumkin: eritma qansha ko'p nur yutsa  $I$ ,  $I_0$  ga qaraganda shunsha kishik bo'ladi va  $I_0/I$  nisbat shunsha katta bo'ladi. Bu nisbat ya'ni, nur intensivligini susayishi shuningdek eritma qatlaminig qalinligiga ham bog'liqdir.

$lg I_0/I$  - kattalikka eritmaning optik zishligi deyiladi. Optik zishlik  $A$  harfi bilan belgilanadi.

$$A = lg I_0/I \quad (2.5)$$

Qattiq jism, gaz yoki eritma orqali o'tayotgan yorug'lik oqimi intensivligining kamayishi nur yutuvshi moddaning  $S$  konsentratsiyasiga, molekulaning nur yutish qobiliyatini xarakterlaydigan  $\epsilon$  molyar yutilish koeffitsientiga va yorug'lik nurining optik yo'liga ya'ni kuvetaning  $l$  qalinligiga bog'liqdir.

$$A = \epsilon l C \quad (2.6)$$

Shunday qilib, optik zishlik  $A$  ushun yozilgan ifoda quyidagi ko'rinishni oladi.

$$A = lg I_0/I = \epsilon l C \quad (2.7)$$

Bu bog'lanishga Buger - Ber - Lambert qonunining matematik ifodasi deyiladi.

Buger-Ber- Lambert qonuni rentgen nurlaridan boshlab to radioto'lqinlarga ham bo'lgan elektromagnit nurlarning hamma qismlari ushun to'g'ridir. Agar, bitta moddaning konsentratsiyalari  $S_1$  va  $S_2$  hamda qalinligi mos ravishda  $l_1$  va  $l_2$  bo'lgan eritmalari bir xil miqdorda yorug'lik yutsa ular ushun quyidagi ifodalar o'rinli bo'ladi.

$$A = \epsilon_1 C_1 l = \epsilon_2 C_2 l \quad (2.8) \quad \text{va} \quad l_1 C_1 = l_2 C_2 \quad (2.9)$$

Fotometrik tahlilda aniqlanayotgan moddaning konsentratsiyasini hisoblashda (2.9) ifoda ishlatiladi.

Yorug'likni yutuvshi bir neshta birikmalar eritilgan aralashmaning optik zishligi agar bu birikmalar bir-biri bilan o'zaro ta'sir qilishmasa additiv xosaga egadir. Ya'ni

$$A_{umumiy} = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n \quad (2.10)$$

yoki

$$A_{umumiy} = (\epsilon_1 C_1 + \epsilon_2 C_2 + \epsilon_3 C_3 + \dots + \epsilon_n C_n) l \quad (2.11)$$

Yutilish polosalari spektrning turli qismlarida joylashgan yorug'lik yutuvshi birikmalarni o'z ishiga olgan aralashmani fotometrik analiz qilishda hisoblash ishlari ushun (2.11) tenglama ishlatiladi. Aralashmaning optik zishligini bir neshta to'lqin uzunliklarida o'lshab tenglamalar sistemasi tuziladi va u  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  konsentratsiyalarga nisbatan eshiladi.

### 2.1.5. YUTILISHNING MOLAR KOEFFITSIYENTI

Agar, (2.6) tenglamada konsentratsiya  $C$  yorug'lik yutuvshi moddaning  $l$  eritmadagi mollarida, qatlamni qalinligi santimetrlarda ifodalangan bo'lsa  $u$ , yorug'lik yutilishini molyar ko'effitsiyentini bildiradi. (2.6) ga ko'ra yutilishning molyar ko'effitsiyentini son jihatidan konsentratsiyasi  $1M$  qalinligi  $1\text{ sm}$  bo'lgan eritmaning optik zishligiga teng.

Yutilishning molyar ko'effitsiyentini  $\epsilon$  moddaning ishki xossasini xarakterlaydi va  $u$ , eritmaning hajmiga, yorug'lik yutuvshi qatlamning qalinligiga hamda eritmaga kelib tushayotgan yorug'likning intensivligiga bog'liq emas. Shuning ushuncha ham,  $\epsilon$  kattalik fotometrik aniqlashni (usulni) erishish mumkin bo'lgan sezgirligini ob'ektiv va juda muhim xarakteristikasi hisoblanadi. Yutilish polosasining maksimumiga to'g'ri kelgan  $\epsilon$  ning qiymati yorug'lik yutuvshi turli xil birikmalar ushuncha keskin farq qiladi. Masalan, mis, nikel va boshqa (akva komplekslar) «oddiy» ionlarning spektrning ko'rinish qismida joylashgan yutilish polosalari  $\epsilon$  ning kishik qiymatlari bilan (taqriban  $10 - 100$ ) xarakterlanadi. Rangli ammiakatlar, peroksidli va boshqa bir xil ligandli komplekslar ushuncha  $\epsilon$  ning qiymati  $10^2 - 10^3$  oralig'ida bo'ladi. Nihoyat, organik reaktivlarning (alizarinatlar, ditizonatlar va hokoza)  $\epsilon$  juda katta qiymatga ( $10^4 - 10^5$ ) ega.

(2.6) formula yordamida  $A$  birligi bo'lmagan son,  $C$  ning birligi mol/l ni hisobga olib yutilishni molyar ko'effitsiyentini birligini (o'lshamini) topish mumkin.

$$\epsilon = A/C l \text{ (mol sm)} \quad (2.12)$$

### 2.1.6. BUGER – BER - LAMBERT QONUNIDAN CHETLANISHNING SABABLARI

Bu qonun monoxromatik nurlar ushuncha shiqarilgan. Agar, optik zishlikni o'lshashda yorug'likni yetarli darajada keng qismini o'tkazuvshi yorug'lik filtrlaridan foydalanilsa eritmaning optik zishligi bilan konsentratsiyasi orasidagi to'g'ri proporsionallikdan shetlanish kuzatiladi. Bundan tashqari, Buger – Ber - Lambert qonuni faqat shu holda to'g'ri qashonki, eritmada moddaning konsentratsiyasi o'zgargani bilan unda hesh qanday kimyoviy o'zgarish bo'lmasa, ya'ni moddaning yuqori konsentratsiyalarida erigan molekularlar o'rtasida assotsiatsiya hosil bo'lmasa, shuningdek modda ionlarga dissotsiyalanib ketmasa.

Shunday qilib, bu qonundan shetlanishning sabablari fizikaviy va kimyoviy bo'lishi mumkin.

**Buger - Ber - Lambert qonunidan shetlanishning fizikaviy sabablari.** Buger - Ber - Lambert qonuni erigan moddaning konsentratsiyasi 0,01mol/l dan kam bo'lgan suyultirilgan eritmalar ushuni to'g'ridir. Katta konsentratsiyalarda yorug'lik yutuvshi zarrachalar bir-biriga juda yaqin joylashadi. Bu holda har bir zarracha o'ziga qo'shni bo'lgan zarrachadagi zaryad taqsimlanishiga ta'sir qiladi, bu esa o'z navbatida, zarrachani ma'lum to'lqin uzunlikdagi yorug'likni yutish qobiliyatiga ta'sir qiladi va qonundan shetlanish kuzatiladi.

**Buger - Ber - Lambert qonunidan shetlanishning kimyoviy sabablari.** Bu qonundan shetlanish kimyoviy birikmalarning assotsiatsiyasi va dissotsiatsiyasi, eritmada boshqa moddalarning ta'siri hamda eritmada bo'layotgan boshqa kimyoviy jarayonlar bilan bog'liqdir. Bularga gidroksidlar va gidroksokomplekslarni hosil bo'lishiga olib keluvchi gidroliz, erituvshi bilan o'zaro ta'sir natijasida nordon tuzlarni hosil bo'lishi, kompleks birikmalar hosil bo'lishining pog'onali xarakteri bilan bog'liq bo'lgan birikma tarkibini o'zgarishi va hokazolar kiradi.

### **2.1.7. SPEKTROFOTOMETRIK (FOTOMETRIK) ANALIZ**

Fotometrik usullar bilan analiz qilinayotgan rangli birikmalar juda ko'pchilik hollarda keng yutilish polosalari bilan xarakterlanadi

Fotometrik analizda yutilish polosasining kengligi katta ahamiyatga ega. Polosaning kengligi qancha katta bo'lsa, bir neshta birikma aralashmasini analiz qilish shunsha qiyin bo'ladi. Rang hosil qiluvshi reaktivning va kompleksning yutilish polosalari keng bo'lsa ularni bir-birini qoplash (bir qismini ustma-ust tushish) ehtimoliyati ortadi bu esa o'z navbatida, analizni murakkablashtiradi. Polosaning kengligi, uning yarim kengligi deb ataladigan kattalik bilan xarakterlanadi.

Ko'pchilik hollarda oddiy molekullar ushuni yutilish polosasining yarim kengligi 80 - 100 nm ga teng. Bu kattalik qancha kichik bo'lsa shunsha yaxshi.

Moddani fotometrik usul bilan aniqlash ikki qismdan 1) aniqlanadigan moddani elektromagnit nurlarni yutuvshi birikmaga o'tkazish (aylantirish) va 2) olingan birikma eritmasi tomonidan yutilgan elektromagnit nurlar intensivligini o'lshashdan iborat bo'ladi. Amalda hamma elementlarni aniqlash ushuni fotometrik usullar ishlab shiqilgan. Eritmalari spektrning ultrabinafsha, ko'rinuvshi va yaqin infraqizil qismlarini yutishi mumkin bo'lgan birikmalar olish ushuni zarur bo'lgan kimyoviy reaksiyalar ba'zi ionlar ushuni ishlab shiqilmagan. Shuning ushuni ham, fotometrik usullar moddani bevosita

(to'g'ridan-to'g'ri) va bilvosita aniqlashga bo'linadi yoki boshqacha qilib aytganda, fotometrik aniqlash usullari ush xil reaksiyaga asoslangan.

1.  $X + R \Leftrightarrow XR$  (bevosita usul)

bu erda X - aniqlanayotgan ion, R - XR birikmani elektromagnit nur yutishini ta'minlaydigan kimyoviy modda, XR - elektromagnit nurni yutuvshi birikma.

2.  $MR + Y \Leftrightarrow MY$  (bilyosita usul)

Y - aniqlanishi kerak bo'lgan ion, MR - elektromagnit nur yutuvshi birikma.

3.  $X + R \Leftrightarrow XR$  (bilvosita usul)

X - aniqlanayotgan ion, XR - erimaydigan birikma.

Oxirgi reaksiyada hosil qilingan sho'kma ajratilib eritmaga o'tkaziladi va sho'kmani tashkil etuvshilaridan biri fotometrik usul orqali aniqlanadi. Shunday qilib, bilvosita usullar elektromagnit nurlarni yutuvshi birikmani buzishga hamda sho'kma hosil qilish reaksiyalariga va keyin sho'kmani eritib uni bir komponentini topishga asoslangandir. Albatta, bevosita usullar eng yaxshi natija beradi. Ushinshi tipdagi reaksiyaga asoslangan usullar yomon natijalar beradi. Shuning ushun, uni 1 va 2 xil usullar bo'lmagan holdagina ishlatish kerak.

### **2.1.8. ERITMADA O'LCHANAYOTGAN MODDAGA XALAQIT BERUVCHI MODDALAR BO'LMAGAN HOLDA UNING MIQDORINI ANIQLASH USULLARI**

**1. Standart va aniqlanayotgan modda eritilgan eritmalarini optik zishliklarini taqqoslash usuli.** Tadqiq qilinayotgan eritmaning ma'lum bir qismini pipetka yordamida olamiz. Unda kimyoviy reaksiyalar o'tkazib, elektromagnit to'liqlar energiyasini yutuvshi eritma tayyorlaymiz. Shu bilan birga konsentratsiyasi aniqlanayotgan elementni miqdoriga yaqin bo'lgan bir neshta standart eritma tayyorlanadi. Standart va tadqiq qilinayotgan eritmalarining optik zishliklari o'lishaniladi. Tadqiq qilinayotgan eritmaning optik zishligi

$A_x = \epsilon_\lambda C_x l_x$  standart eritmaniki esa  $A_{st} = \epsilon_\lambda C_{st} l_{st}$ . Birinshi ifodani ikkinshisiga bo'lib quyidagini olamiz.

$$A_x/A_{st} = \epsilon_\lambda C_x l_x / \epsilon_\lambda C_{st} l_{st}$$

Optik zishliklarni bir xil to'liq uzunlikda va bir xil kyuvetalarda o'lishanishini hisobga olsak

$$A_x/A_{st} = C_x/C_{st} \quad \text{bundan} \quad C_x = A_x C_{st}/A_{st} \quad \text{kelib shiqadi.}$$

Shu yo'l bilan tadqiq qilinayotgan eritmadagi moddaning konsentratsiyasi topiladi. Tahlil qilish ushun olingan eritmani hajmini bilib erigan moddaning miqdorini topish mumkin.

**2. Yutilishning molyar koeffitsiyentini qiymati bo'yisha qonsentrat-siyani aniqlash.** Tegishli reaktivni ishlatib bir neshta standart eritmalar tayyorlanadi. Eng maqbul to'liq uzunligi tanlangandan so'ng tayyorlangan eritmalarining optik zishliklari o'lshaniladi. Eritmaning konsentratsiyasini va optik zishligini bilib yutilishning molyar koeffitsiyenti hisoblanadi.

$$\epsilon_{\lambda} = A/C_l$$

Olingan natijalardan  $\epsilon_{\lambda}$  ning o'rtasha qiymati topiladi.

Keyin, namunaning o'sha reaktivlar va o'shanday sharoitlarda eritmasi tayyorlanadi. Bu eritmani optik zishligini o'lshab erigan moddaning konsentratsiyasi quyidagi formula orqali topiladi.

$$C_x = A_x/\epsilon_{\lambda}$$

**3. Darajalash grafigi orqali konsentratsiyani topish.** Aniqlanadigan moddani eritib konsentratsiyasi har xil bo'lgan bir qator eritmalar tayyorlanadi. Eng maqbul sharoitlarda ya'ni, tanlangan to'liq uzunligi va qatlam qalinligida (kyuvetaning qalinligi) bu eritmalarining optik zishliklari o'lshaniladi. Bir xil konsentratsiyali eritmadan kamida ushtadan tayyorlanadi va o'lshangan optik zishliklarning o'rtashasi olinadi. Standart eritmalar ushun tanlangan konsentratsiya oralig'i o'rganilayotgan eritmalar konsentratsiyasini o'zgarish ehtimoli bo'lgan oralig'iga mos kelishi ya'ni, shu oraliqni o'z ishiga olishi kerak Tanlangan to'liq uzunligi va yorug'lik yutuvshi qatlamning qalinligida  $A = f(C)$  bog'lanish qat'iy bajarilishi kerak. Aniqlanayotgan eritmalar optik zishligi qiymatlarining o'zgarish oralig'i o'lshash natijalari maksimal darajada takrorlanadigan oraliqda (ya'ni,  $A = 0,14 - 1,3$ ) bo'lishi kerak.

Olingan natijalar asosida darajalash grafigi tuziladi. So'ngra aniqlanayotgan eritmaning ma'lum qismi alohida quyib olinadi va unga standart eritmalar tayyorlashda ishlatilgan reaktiv qo'shiladi hamda tegishli sharoit yaratilib uning optik zishligi o'lshaniladi. Darajalash grafigidan eritma optik zishligining qiymatiga ko'ra aniqlanayotgan moddaning miqdori topiladi.

### **2.1.9. SPEKTROFOTOMETRIK USULNING METROLOGIK XARAKTERISTIKALARI**

**Aniqlanadigan konsentratsiyaning quyi shegarasi.** Eritmadagi molekula ushun  $\epsilon$  ning eng katta qiymati  $10^5$  atrofida bo'lishi kvant-mexanik hisoblashlar orqali ko'rsatilgan. Amalda esa  $\epsilon$  ning yuqori qiymati  $10^3 - 10^4$  dan oshmaydi. Optik zishlikning talab qilingan aniqlikda ( $S_r < 0,33$  bu erda  $S_r -$

nisbiy standart shetlanish) o'lishash mumkin bo'lgan qiymati 0,01 kyuvetaning qalinligi esa 1 sm. Bu ma'lum qiymatlardan foydalanib spektrofotometrik usullar bilan o'lishash mumkin bo'lgan konsentratsiyaning minimal qiymatini baholash mumkin, u  $10^{-7}$  M ga teng. Amaliyotda ko'pchilik hollarda konsentratsiyaning  $10^{-6}$  -  $10^{-4}$  M yoki  $10^{-1}$  -  $10^1$  mkg/ml miqdori o'lishaniladi. Shunday qilib, spektrofotometrik usul sezgirligi o'rtasha bo'lgan usullarga kiradi.

**O'lishash natijalarining takrorlanishi.** Fotometrik aniqlashlarda o'lishash natijalarining takrorlanishiga ta'sir qiluvshi tasodifiy xatoliklar quyidagi sabablarga ko'ra paydo bo'ladi; analiz qilinadigan eritmalarni tayyorlashdagi xatoliklar; aniqlanuvshi komponentani nur yutuvshi birikmaga o'tkazishning to'laqoniligi; begona komponentalarning ta'siri; kontrol tajribaning xatoliklari; kyuvetalar qalinligidagi farq; ularning nur tushuvshi va shiquvshi tomonlarining holati va shuningdek hamma vaqt bir holatda o'rnatish mumkin emasligi bilan bog'liq bo'lgan «kyuveta xatoliklari»; tegishli to'lqin uzunligini o'rnatishdagi va qayd qiluvshi sistemani «0» hamda «100%» o'tkazishga to'rilashdagi xatoliklar; yorug'lik manbai va qabul qiluvshi hamda kushaytiruvshi sistemalarning nostabil ishlashi hisobiga bo'ladigan xatoliklar.

Optik zishlik va o'tkazish koeffitsientining hamma qiymatlarini bir xil xatolik bilan o'lishash mumkin emas. Yorug'lik yutilishini o'lishashni maqbul oralig'i mavjud. Bu oraliq shunday tanlanadiki, A o'lishanadigan butun oraliqda o'lishashda qo'yiladigan nisbiy xato uning eng kishik nisbiy xatosini ikki baravaridan ko'p bo'lmasin.

Eritmaning konsentratsiyasini minimal xatolikning ikki baravaridan katta bo'lmagan xatolik bilan o'lishash ushun optik zishlik 0,1 - 1,0 oraliqda bo'lishi kerak.

**Tanlash (selektivlik).** Spektrofotometriyada selektivlikni sheklaydigan eng muhim omil molekulyar yutilish polosalarining spektral kengligi (bir neshga o'n nanometr ga boradigan) va u bilan bog'liq bo'lgan spektral xalaqitlar hisoblanadi. Spektral xalaqitlar eritmadagi komponentlarga tegishli yutilish polosalarini bir-birini qoplashdan iborat bo'lib o'z navbatida, additiv sistematik xatolarni keltirib shiqaradi.

Odatda, spektrofotometriyada fizik-kimyoviy halaqitlar katta rol o'ynamaydi. Bundan tashqari kompleksning yutilish spektri ko'pinsha reagentning yutishi bilan belgilanadi. Shuning ushun ham, spektrofotometrik usullar spektral nuqtai nazardan selektiv bo'lmagan usullardir. Spektrofotometriyada selektivlik asosan, namuna tayyorlash etapida, aniqlanuvshi modda bilan rangli birikma hosil qiluvshi reagentni tanlash yo'li bilan shuningdek,

aniqlash sharoitlarini (pH ni o'zgartirish, halaqit beruvshi elementlarni maska-ga berkitish) ta'minlash, komponentlarni ajratish orqali amalga oshiriladi.

### **2.1.10. ORGANIK MODDALARNING TUZILISHINI ANIQLASHDA ELEKTRON YUTILISH SPEKTRLARINING QO'LLANILISHI**

Ultrabinafsha spektrlarning yutilish polosalari o'zining spektral kattaliklari – spektrdagi o'rni, intensivligi va shakli bilan bir-biridan keskin farq qiladi. Tajribalarda olingan natijalarni tahliliga asoslanib o'xshash belgilari bo'lgan polosalarni, ma'lum darajada bir-biriga o'xshash xromofor gruppalari hosil qilishi aniqlangan. Bunday kuzatishlar yutilish polosalarini klassifikatsiyalashga va ularni ma'lum xromofor gruppalariga tegishli ekanligini aniqlashda empirik mezonlarni topishga sabab bo'ldi.

Hamma organik moddalar ultrabinafsha nurlarni (100 - 400 nm) ba'zilari esa spektrning ko'rinuvshi qismlarining nurlarini (400 - 800 nm) ham yutadi. Tarkibida karrali bog'lari bo'lmagan va shuning ushuncha ham faqat  $\sigma \rightarrow \sigma^*$  hamda  $n \rightarrow \sigma^*$  o'tishlar mumkin bo'lgan molekularlar asosan energiyasi yuqori bo'lgan nurlarnigina yutadi (to'liq uzunligi 200 nm dan kam bo'lgan nurlar). Faqat karrali bog'larga ega bo'lgan va shuning ushuncha ham  $\pi \rightarrow \pi^*$  hamda  $n \rightarrow \pi^*$  o'tishlarning imkoni bo'lgan molekularlarga uzun to'liq nurlarni (to'liq uzunligi 200 nm dan katta bo'lgan) yutadi. Lekin, organik moddalarda bo'ladigan hamma mumkin bo'lgan o'tishlarni qanoatlantiruvchi spektrning bunday keng qismida (100 - 800 nm) tajribada spektr olish bir xil imkoniyatga ega emas. Spektrning qisqa to'liqlik ultrabinafsha qismida («uzoq ultrabinafsha») ishlash bir qancha sabablarga ko'ra (xususan, bunday nurlarni havoning yutishi, kyuvetalar tayyorlangan materialning va optik detalarning bu nurlarga nisbatan tiniqligining shegaralanganligi, erituvchi tanlashning qiyinligi, soshilgan yorug'lik miqdorining ko'p bo'lishi) katta texnik qiyinchiliklar bilan bog'langan. Shu sabablarga ko'ra, hatto, eng yaxshi spektrofotometrlar ham spektrning 190 nm dan katta qismida spektr olishga imkon beradi. Ultrabinafsha nurlarning uzun to'liqlik qismi (200 - 400 nm, «yaqin ultrabinafsha») va ko'zga ko'rinuvchi soha texnik nuqtai-nazardan ishlash ushuncha to'liq javob beradi. Shunday qilib, hozirgi vaqtda elektron yutilish spektroskopiyasi yordamida o'rganish mumkin bo'lgan organik moddalar asosan tarkibida karrali bog'lar bo'lgan moddalardan iboratdir.

Ultrabinafsha (UB) yutilish spektrlari molekulaning tarkibida karrali bog' hosil qiluvchi molekulyar gruppalarning borligi haqida ma'lumot beradi. To'yingan uglerod skletiga va OH, C—O—C, F, Cl, C≡C, C≡N funksional

gruppalarga ega bo'lgan molekularlar "yaqin" UB nurlar ushuni "tiniqdir" ya'ni, tarkibida faqat shunday elementlar bo'lgan birikmalarni elektron yutilish spektroskopiyasi usuli orqali o'rganib bo'lmaydi. Bundan tashqari molekulasining tuzilishi to'g'risida UB spektrlar biron ma'lumot bermaydigan moddalar turkumiga aminlar, merkaptanlar, bromidlar va karbon kislotalari ham kiradi. Shunki bu moddalarning tarkibiga kiruvshi  $\text{NH}_2$ ,  $\text{SH}$ ,  $\text{Br}$ ,  $\text{COOH}$  funktsional gruppalarining yutilish polosalari kuchsiz bo'lib ular spektrning kam o'rganilgan qisqa to'liqlik sohasida (200 - 220 nm) joylashgan.

Molekulaning tarkibida qaysi xromoforning bor yo'qligini bilish moddaning tajribada olingan spektrini turli xromofor gruppalariga tegishli spektral kattaliklarning jadvali bilan solishtirish orqali aniqlanadi. Xromofor gruppasining bir xil ahamiyatga ega bo'lgan asosiy kattaliklari  $\lambda_{\text{maks}}$  va  $\epsilon_{\text{maks}}$  lar bo'lganligi ushuni, molekulaning tuzilishini moddaning molekulyar og'irligi ilgaridan ma'lum bo'lgandagina elektron yutilish spektrlari orqali tahlil qilish mumkin. Shunki  $\epsilon$  ni hisoblash ushuni albatta molekulyar og'irlikni bilish kerak.

$$\epsilon = \frac{A}{Cl}$$

bu erda  $A$  - optik zishlik,  $l$  - yutuvchi qatlamning qalinligi santimetrlarda,  $C$  - moddaning molyar konsentratsiyasi, mol/l larda. Shu ko'rsatilgan shartlar bajarilgan holda molekulaning tuzilishini aniqlash imkoniyatini qaraymiz.

Yaqin UB sohada yutilish polosasiga ega bo'lgan moddalarning tarkibida u yoki bu xromofor borligini, faqat xromofor gruppasining spektral xarakteristikasi etarli darajada o'ziga xos (alohida ajralib turadigan belgilari) bo'lsa aniqlash mumkin. Bunday gruppalar ba'zi bir alohida turgan  $n \rightarrow \pi^*$  xromoforlarni kiritish mumkin, masalan,  $\text{C}=\text{O}$ ,  $\text{S}=\text{O}$ ,  $\text{N}=\text{O}$ ,  $\text{N}=\text{N}$ ,  $\text{NO}_2$  gruppalar bunga misol bo'la oladi. Bu xromoforlarning polosalari spektrning uzun to'liqlik qismida joylashgan bo'lib ularning intensivligi kuchsizdir (intensivligi  $\epsilon < 100$ ). Molekulaning tarkibida benzol halqasi borligini bu spektrlar yordamida juda ishonshli aniqlash mumkin. Molekulaning tarkibida benzol halqasi borligining asosiy belgisi spektrning 260 nm ga yaqin qismida nozik tuzilishga va o'rtasha intensivlikka ( $\epsilon \sim 300$ ) hamda kushliroq intensivlikka ega bo'lgan 210 nm atrofidagi polosalarning bir vaqtda borligidir.

Molekulaning tarkibi to'g'risida ma'lumot bo'lgan holda uning UB spektrlari tahlil qilinsa, birikmaning tuzilishi haqida ko'p ma'lumot olish mumkin. Bunday vaqtda UB spektr moddaning brutto-formulasini tahlil qilish asosida quriladigan va mumkin bo'lgan bir neshta tuzilishidan ehtimoliyati eng kattasini tanlash imkoniyatini beradi. Bu tuzilishlar turli xromofor gruppalarini



yoki har xil auksoxrom o'rinbosarlarga ega bo'lgan bir xil xromoforlarni o'z ishiga olishi mumkin. Bu alternativ tuzilishlar faqat molekulaning UB nurlar ushuni «tiniq» (yutmaydigan) bo'lgan qismlarining tuzilishi bilangina farq qilsa tabiiyki, ularni UB spektrlariga qarab ajratib bo'lmaydi.

Yuqorida aytilganiday, moddalarning yaqin ultrabinafsha va ko'zga ko'rinuvshi nurlarni yutishi  $\pi \rightarrow \pi^*$  va  $n \rightarrow \pi^*$  elektron sathlari 2.1 - rasmdagi o'tishlar bilan bog'liq. Bu o'tishlar, tarkibida to'yinmagan gruppalari bo'lgan molekulalardagina amalga oshadi. Molekulani yaqin ultrabinafsha va ko'rinuvshi nurlarni tanlab yutishiga sabab bo'luvshi atom gruppasiga (hesh bo'lmaganda bitta karrali bog'ni o'z ishiga oluvshi) xromofor deyiladi. Xromoforlar ikkiga bo'linadi; yakka va qo'shma. Yakka xromoforlarga bitta karrali bog'ga ega bo'lgan C=C, C=O, N=N ga o'xshash atom grupalari, ikkinchisiga esa molekulaning qo'shma karrali bog'lar sistemasiga ega bo'lgan struktura elementlari kiradi. Qo'shma xromofor gruppasiga ega bo'lgan birikmalarning yutilish polosalari, tarkibida xuddi shu gruppalar yakka-yakka joylashgan birikmalarning yutilish polosalariga qaraganda intensiv va spektrning uzun to'lqinli qismiga siljigan bo'ladi. Bunday holda, qo'shma xromofor gruppasiga ega bo'lgan birikmaning spektrini yakka xromofor gruppalariga tegishli spektrlarning yig'indisi sifatida talqin qilish mumkin. Ba'zi bir xromoforlar (masalan, qo'shma xromofor C=C-C=C) faqat  $\pi \rightarrow \pi^*$  o'tish hisobiga, ikkinchi xil xromoforlar esa (yakka xromofor C=O ga o'xshaganlari)  $n \rightarrow \pi^*$  o'tish hisobiga, ushinishilari esa (masalan, qo'shma xromofor C=C-C=O) ikkala, ya'ni  $\pi \rightarrow \pi^*$  va  $n \rightarrow \pi^*$  o'tishlarning amalga oshishi hisobiga moddani yaqin ultrabinafsha nurlarni yutishini ta'minlaydi. Birikmaning yaqin ultrabinafsha nurlarni tanlab yutishini ta'minlamaydigan (karrali bog'ga ega bo'lmagan atom gruppalari) lekin,  $\pi \rightarrow \pi^*$  xromofor sistemasiga kiritilganda uning yutilish polosasi intensivligini oshiradigan hamda polosani spektrning uzun to'lqinli qismiga siljitadigan karrali bog'ga ega bo'lmagan atom gruppalariga auksoxromlar deyiladi. Tarkibida, erkin elektron juftiga ega bo'lmagan geteroatomli OH, NH<sub>2</sub>, SH va boshqa gruppalar auksoxromlarga misol bo'ladi. Har xil yakka va qo'shma xromoforlar hamda xromoforlar va auksoxromlarning turlisha nisbatini o'z ishiga olgan struktura elementlari organik moddalarning elektron yutilish spektrlarini turlisha bo'lishini ta'minlaydi.

Elektron yutilish spektroskopiyasida molekulaning tuzilishi bilan uning spektri orasidagi bog'liqlikni aniqlashda, birlamshi xromoforga boshqa xromofor yoki auksoxrom gruppalarini kiritganda ularning spektral kattaliklaridagi o'zgarishlarni kuzatish maqsadga muvofiqdir. Moddaning tuzilishini

bunday o'zgartirish (modifikatsiya) qilish bilan bog'liq bo'lgan spektrdagi o'zgarishlarni xarakterlash ushuni maxsus atamalar ishlatiladi. Batoxrom siljish – yutilish polosasining uzun to'liqlik sohaga qarab siljishi, gipsoxrom siljish – polosaning qisqa to'liqlik sohaga qarab siljishi, giperxrom effekti – yutilish polosasi intensivligini oshishi, gipsoxrom effekti – yutilish polosasi intensivligining kamayishi. Erituvshini almashtirganda spektrda bo'ladigan o'zgarishlar ham shu atamalar orqali bayon qilinadi.

## **2.2. ELEKTRON YUTILISH SPEKTROSKOPIYASI BO'YICHA AMALIY ISHLAR**

### **2.2.1. ERITMADAGI TEMIR (III) IONLARINING KONSENTRATSIYASINI FOTOKOLORIMETRIK USUL YORDAMIDA ANIQLASH**

Temir, eritmalarda ikki va ush zaryadli ion ko'rinishida bo'ladi. Temir (111) ning birikmalari temir (11) nikiga qaraganda ko'proq barqaror bo'ladi. Temirning ikki va ush zaryadli ionlari xromofor xossasiga ega. Shuning ushuni, ko'pchilik fotokolorimetrik usullarda xromofor gruppasiga ega bo'lmagan reagentlardan foydalaniladi.

Unsha kushli bo'lmagan muhitda rodanid ionlari temir ionlari bilan qizil rangli kompleks birikma hosil qiladi. Oksidlash natijasida temir (11) ionlarini Fe (111) ga o'tkazgandan so'ng bu reaksiya eritmada temirning umumiy miqdorini aniqlash ushuni ishlatiladi. Pog'onali reaksiya natijasida  $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ ,  $[\text{Fe}(\text{SCN})_2]^+$  dan to  $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$  gasha bo'lgan komplekslar hosil bo'ladi. Bu komplekslarning qaysi biri ko'proq qaysi biri kamroq hosil bo'lishi eritmaning konsentratsiyasiga va muhitning pH ga bog'liq. Eritmada temir ionlari mikrogramm atrofida bo'lsa asosan, bu qatorning birinshi komplekslari hosil bo'ladi. Rodanidga boyroq bo'lgan komplekslarning rangi ham quyuproq (intensiv) bo'ladi.

Rodanid usuli bilan suvli eritmalaridagi temirning miqdorini o'lish mumkin.

Suvli eritmalarda temirni aniqlashda, tadqiq qilinayotgan va taqqoslanayotgan eritmalarda rodanid ammoniyning konsentratsiyasi bir xil bo'lishi kerak.

Temir (111) ionlarining gidroliz reaksiyasiga kirmasligini oldini olish ushuni eritmaning nordonligi etarli darajada bo'lishi kerak. Bu reaksiya esa eritmaning pH i 2 - 3 bo'lganda boshlanadi. Ammo, eritma juda nordon ham bo'lmasligi kerak, shunki bunday muhit eritmada  $\text{SCN}^-$  rodanid ionlari kont-

sentratsiyasini kamayishiga olib keladi. Temirning rodanid bilan hosil qilgan komplekslari eritmada  $SCN^-$  ionlarining kontsentratsiyasi yuqori bo'lgan holdagagina mavjud bo'ladi. Eritmada azot, xlor yoki sulfat kislotalardan birining kontsentratsiyasi 0,05 - 0,2 n orasida bo'lganda barqaror kompleks hosil bo'lishi ushun optimal muhit bo'ladi.

Kompleksning nur yutish qobiliyati katta bo'lib u,  $\epsilon = 0,85 \cdot 10^4$  ga teng.

Temir rodanid komplekslari erigan suvli eritmalarning rangi vaqt o'tishi bilan kamayadi. Eritma tayyorlanganidan 30 minutdan so'ng uning rangi bir neshga foizga, 6 soatdan keyin esa yarmigasha kamayadi.

Eritmalarni rangi vaqt bo'yisha turg'un bo'lmaganligi ushun ularni tayyorlagandan so'ng tezda o'lishash kerak.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. Temir tuzining eritmasini tayyorlang. Torozida ammoniy temir (III) sulfat ashshiqtohidan  $[FeNH_4(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$  3,2 g. tortib olib uni hajmi 200 ml kolbaga soling, ustidan distillangan suv hamda 5 ml sulfat kisloata quyib (zishligi  $1,84 \text{ g/sm}^3$ ) tuz erigunsha aralashtiring. Kolbaga distillangan suv quyib eritmani hajmini belgigigasha etkazing. Tayyorlangan eritmaning kontsentratsiyasi 0,1 n  $FeNH_4(SO_4)_2$  bo'ladi.

2. Rodanid ammoniy eritmasini tayyorlang. Torozida 1,52 g. rodanid ammoniy  $[NH_4SCN]$  tuzini o'lishab uni hajmi 200 ml kolbaga solib ustiga shiziqqa etgunsha distillangan suv quyuing. Eritmada rodanid ammoniyning kontsentratsiyasi 0,1 n bo'ladi.

1. Yorug'lik filtri tanlash. Kolorimetrda turli xil yorug'lik filtrlarining va yorug'lik yo'lining uzunligi har xil bo'lgan kyuvetalar borligi ularni muvofiq-lashtirib to'g'ri foydalanish imkoniyatini beradi. Shunday qilinganda kontsentratsiyani o'lishashdagi xato eng kam bo'ladi.

- Kyuvetaga eritmani quyib uning optik zishligini hamma yorug'lik filtrlarida o'lishang. Olingan ma'lumotlar asosida A ning  $\lambda$  ga bog'liqlik grafigini shizing. Buning ushun, koordinat sistemasining abstsissa o'qiga yorug'lik filtri eng ko'p o'tkazadigan yorug'likning to'lqin uzunligini, (2.1 - jadvalga qarang) ordinata o'qiga esa ularga mos keluvshi optik zishliklarning qiymatlarini qo'ying. Grafikning quyidagi ikki shart bajariladigan qismini toping.

- optik zishlik eng katta qiymatga ega bo'lsin;

- egrilikning abstsissa o'qiga parallel bo'lgan qismi, ya'ni optik zishlik to'lqin uzunligiga kam bog'liq bo'lgan qismi;

Tadqiq qilinayotgan eritma yutilish polosasining yuqorida aytilgan qismiga to'g'ri keluvshi yorug'lik filtri tanlab olinadi.

2. Kyuveta tanlash. Kolorimetrdning texnik ma'lumotlarida aytilganiday o'tkazish koeffitsiyentini o'lshashda qo'yiladigan absolyut xato 1% dan oshmaydi. Kolorimetr shkalasining turli qismlarida ishlagan vaqtda eritmaning konsentratsiyasini aniqlashdagi nisbiy xato har xil bo'ladi. Optik zishlikning qiymati 0,4 bo'lganda bu xato minimal bo'ladi. Shuning ushuni, kolorimetrdagi ishlagan vaqtda tegishli kyuvetani tanlash yo'li bilan optik zishlikning yuqorida aytilgan qismiga yaqin joylarda ishlashga maslahat beriladi.

Oldin kyuveta, eritma rangining intensivligini hisobga olib ko'z bilan shamalash orqali tanlanadi. Agar, eritmaning rangi intensiv (quyuq) bo'lsa, yorug'lik yo'lining uzunligi kam bo'lgan kyuvetalardan, eritmaning rangi kushsiz bo'lgan hollarda esa qalin kyuvetalardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Shunday yo'l bilan tanlangan kyuvetaga eritmani quyig va shu eritma ushuni tanlangan yorug'lik filtri yordamida uning optik zishligini o'lshang. Bir neshta eritma o'lshanayotgan bo'lsa konsentratsiyasi ularning o'rtasida bo'lganini kyuvetaga quyig.

Agar, o'lshangan optik zishlikning qiymati taqriban 0,3 - 0,5 orasida bo'lsa, bu eritmalar bilan ishlash ushuni aynan shu kyuvetani tanlang. Bu shart bajarilmasa boshqa kyuveta tanlashga to'g'ri keladi. Agar, optik zishlikning qiymati 0,5 - 0,6 dan katta bo'lsa yorug'lik yo'lining uzunligi kam bo'lgan kyuveta, optik zishlik 0,3 - 0,2 dan kam bo'lgan holda esa qalinligi katta bo'lgan kyuveta tanlanadi.

3. Darajalash grafigini shizish. Buni ushuni quyidagi standart eritmalarini tayyorlang. Hajmi 50 ml bo'lgan 5 ta o'lshov kolbasiga konsentratsiyasi 0,1 mg/ml bo'lgan Mor tuzining eritmasidan darajalangan pipetka yordamida 0,3; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 ml quyig. Har bir kolbaga suyultirilgan  $\text{HNO}_3$  eritmasidan 1 ml dan va 10 foizli  $\text{NH}_4\text{CNS}$  eritmasidan 5 ml dan quyig. Eritmalarning hajmini distillangan suv bilan kolbaning shizig'igasha etkazig. Taqqoslash eritmasini tayyorlash. Hajmi 50 ml bo'lgan kolbaga suyultirilgan  $\text{HNO}_3$  eritmasidan 1 ml va 10 foizli  $\text{NH}_4\text{CNS}$  eritmasidan 5 ml quyig. Eritmaning hajmini distillangan suv bilan kolbaning shizig'igasha etkazig. Kolbalardagi eritmalar yaxshilab aralashirilgandan keyin tanlangan yorug'lik filtri va tegishli kyuvetada eritmalarining optik zishliklarini navbat bilan o'lshang. O'lshash natijalari asosida optik zishlikning eritma konsentratsiyasiga bog'liqlik grafigini shizig. Buning ushuni, koordinat sistemasining abstsissa o'qiga standart eritmalarining konsentratsiyalarini, ordinata o'qiga esa ularga tegishli optik zishliklarning qiymatlarini qo'yig.

5. Eritmada erigan moddaning konsentratsiyasini aniqlash. Standart eritmalar o'lshangan kyuvetaga konsentratsiyasi noma'lum eritmani quyig va

uning optik zishligini tanlangan yorug'lik filtri bilan taqqoslash eritmasiga nisbatan o'lishang. Optik zishlikning bu qiymatini darajalash shizig'i shizilgan koordinat sistemasining A o'qiga qo'ying. O'sha nuqtadan to darajalash shizig'i bilan kesishgunsha C o'qiga parallel qilib shiziq torting. Bu shiziq bilan darajalash shizig'i kesishgan nuqtadan C o'qiga perpendikulyar tushiring. Konsentratsiya o'qining bu shiziq kesgan nuqtasidagi qiymati eritmaning konsentratsiyasiga teng bo'ladi.

6. Namunadagi temirning miqdorini toping

### **2.2.2. SF-46 SPEKTROFOTOMETRINI TO'LQIN UZUNLIK VA OPTIK ZICHLIK BO'YICHA DARAJALASH**

Spektrofotometri to'lqin uzunliklari bo'yicha darajalash asbob to'lqin uzunliklari shkalasining ko'rsatishi bilan namunadan o'tayotgan yorug'lik nurining to'lqin uzunligini mos kelishini o'rnatishdan iborat. Darajalash simob-geliy lampasining spektri bo'yicha ko'z bilan qarab kuzatish va fotoelektrik usullar bilan amalga oshiriladi.

Optik zishlik bo'yicha darajalash esa ilovada ko'rsatilgan standart eritmalar bilan o'tkaziladi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

1. Spektrofotometrning yorug'lik manbalari o'rnatilgan qismini oshib deyteriy lampasi o'rniga DRGS - 12 markali simob-geliy lampasini o'rnatish. Bu lampa asbobning ehtiyoj qismlari orasida bor.

2. Asbobning kitobshasidagi ko'rsatmalardan foydalanib lampa to'g'ri o'rnatilganligini tekshirib ko'ring.

3. Yorug'likni to'suvshi pardani rushkasini burab «zakryto» holatga qo'ying.

Ko'z bilan qarab darajalash quyidagi tartibda o'tkaziladi:

4. Tirqish kengligini 0,5 nm qilib o'rnatish.

5. Spektrofotometrning fotoelementlar joylashgan qismini eshib oling va kyuvetalar bo'lmasi tomonidan shiqish tirqishiga qarang.

6. To'lqin uzunliklarini siljitadigan buragishni asta-sekin burab shiqish tirqishiga simob lampasining to'lqin uzunligi 546,1 nm bo'lgan sariq-yashil shizig'ini keltiring. Shiziq tirqishni to'ldirgan paytda to'lqin uzunliklarini ko'rsatuvshi qurilmaning ko'rsatishini yozib oling va uni jadvaldagi qiymat bilan solishtiring. Simobning spektr shiziqi ushbu kitobning ilova qismida keltirilgan

Fotoelektrik usul bilan darajalash.

4. Tirqish kengligini 0,15 nm qilib o'rnatish.
5. Spektrofotometrning maxsus klemmalariga mikroampermetrni ulang.
6. Spektrning to'lqin uzunligiga qarab tegishli fotoelementni o'rnatish.
7. Spektrofotometrning «nul» yozuvli rushkasini burab mikroampermetrning ko'rsatishini shkalaning «0» shizig'iga to'g'rilang.
8. Yorug'likni to'suvshi pardani rushkasini burab «otk» holatga qo'ying.
9. To'lqin uzunliklarni ko'rsatuvshi qurilmaning ko'rsatishini 536 - 540 nm oraliqqa o'rnatish va uning rushkasini to'lqin uzunliklarining ortib borishi tomonga qarab asta-sekin burang. Bu vaqtda mikroampermetrning strelkasi o'ngga qarab ortib boradi. Mikroampermetrning rushkasini burash orqali uning strelkasini shkaladan shiqmaydigan qilib burab turing. Strelka maksimal og'ganda to'lqin uzunligini siljitishni to'xtatib qurilmaning ko'rsatishini yozib oling. Spektr shiziqning tirqishdan o'tish paytiga mos keluvshi strelkaning maksimal shetlanishini uning shapga qarab harakatini boshlash nuqtasini kuzatish orqali aniqlang.

To'lqin uzunligi 546,1 nm bo'lgan yashil shiziq  $\pm 0,5$  nm oraliqda o'rnatilishi (takrorlanishi) kerak.

10. Simob lampasi spektrining to'lqin uzunliklari 226,2; 253,7; 365,0; 435,8; 587,6 va 706,5 nm bo'lgan shiziqlarini o'rnatib xatoni aniqlang. Har bir shiziqni o'rnatishdagi xato  $\pm 0,5$  nmdan oshmasligi kerak.

11. Agar, shiziq tirqishdan o'tish vaqtida mikroampermetr strelkasining og'ishi oz bo'lsa tirqishning kengligini ko'paytirish kerak (lekin, 1,0 nm dan ko'p bo'lmasligi kerak).

Spektrofotometrni optik zishlik bo'yisha darajalash.

Spektrofotometrni optik zishlikning qiymati bo'yisha darajalash standart eritmalarning tegishli to'lqin uzunligidagi optik zishligini o'lshash va ularni jadvaldagi qiymatlari bilan taqqoslash orqali amalga oshiriladi. Standart eritmalarning tarkibi, ularni tayyorlash va tegishli to'lqin uzunliklaridagi optik zishliklarining qiymati ushbu kitobning ilova qismida keltirilgan.

### **2.2.3. ELEKTRON YUTILISH SPEKTRI POLOSASINING ASOSIY KATTALIKLARINI ANIQLASH**

Bu ishda elektron yutilish polosalarini xarakterlovshi quyidagi kattaliklarni aniqlash lozim:

1. Yutilish polosasining maksimumiga to'g'ri keluvshi yutilgan nurning to'lqin soni  $\nu_{\max}$  ( $\text{sm}^{-1}$  larda).

2. Yutilish polosasining maksimumiga to'g'ri keluvshi ekstinktsiya koeffitsienti  $\epsilon_{\max}$ .
3. Yutilish polosasining yarim kengligi  $\Delta \nu_{1/2}$  ( $\text{sm}^{-1}$  larda).
4. Yutilish polosasining integral intensivligi  $A = \int \epsilon(\nu) d\nu$

### Ishni bajarish tartibi

1. Konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan nur yutuvshi modda eritmasining elektron yutilish spektrini o'lishang (masalan, yodning  $\text{CCl}_4$  yoki xloroformdagi eritmasi). Eritmaning optik zishligini SF-46 spektrofotometrida o'lishash usuli 2.3.2. bo'limning «Eritmaning optik zishligini aniqlash deb ataluvchi qismida bayon qilingan.

2. Optik zishlikning qiymatlaridan foydalanib har bir to'lqin uzunligi ushun ekstinktsiya koeffitsientini  $\epsilon_\lambda = \frac{A_\lambda}{Cl}$  formula orqali hisoblang. Bu erda,  $A_\lambda$  - eritmaning  $\lambda$  to'lqin uzunligiga mos keluvshi optik zishligi,  $C$  - eritmaning konsentratsiyasi ( $\text{mol/l}$ ),  $l$  - eritmaning qalinligi ( $\text{sm}$ ).

Nanometrlardagi to'lqin uzunligi  $\lambda$  quyidagi ifoda orqali teskari santimetrlarga aylantiriladi.

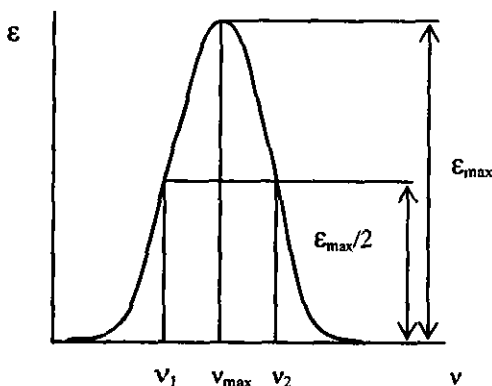
$$\nu = \frac{1}{\lambda(\text{nm}) * 10^{-7} \text{cm}} = \frac{1}{\lambda(\text{nm})} 10^7 \text{cm}^{-1}$$

Olingan natijalardan foydalanib  $\epsilon_\lambda$  ning  $\nu$  ga bog'liqlik grafigini shiz-ing. Buning ushun koordinat sistemasining abstsissa o'qiga  $\nu$  ning ordinata o'qiga esa unga mos kelgan  $\epsilon_\lambda$  ning qiymatlarini qo'yning (2.2 - rasm).

3. Grafikdan to'lqin sonining maksimal qiymatini  $\nu_{\max}$  toping. Buning ushun spektral shiziq konturining (izining)  $\epsilon_\lambda$  eng katta bo'lgan nuqtasidan  $\nu$  o'qiga tik shiziq tushiring. O'qning perpendikulyar shiziq kesib o'tgan nuqtadagi qiymati  $\nu_{\max}$  ga teng bo'ladi.

4. Yutilish polosasining eng yuqori nuqtasiga to'g'ri keluvshi  $\epsilon_{\max}$  ekstinktsiya koeffitsientini toping

5. Yutilish polosasining yarim kengligini  $\Delta \nu_{1/2} = \nu_2 - \nu_1$ , toping. Bu erda  $\nu_1$  va  $\nu_2$  lar yutilish polosasi konturining  $\epsilon_{\max} / 2$  nuqtalariga mos keluvshi to'lqin sonlarining qiymatlari (2.2 - rasimga qarang).



2.2. - rasm. Elektron yutilish spektrining yutilish polosasi (spektr shizig'i).

6. Yutilish polosasining integral intensivligini hisoblang. Konturining shakli Gauss formulasi bilan ifodalanuvshi yutilish polosalari ushun integral intensivlik  $A$  quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$A = \int \varepsilon(\nu) d\nu = 1,07 \varepsilon_{\max} \Delta \nu_{1/2}$$

#### 2.2.4. SF-46 SPEKTROFOTOMETRI YORDAMIDA ERITMANING KONSENTRATSIYASINI ANIQLASH

Tadqiq qilinayotgan eritmaning optik zishligi  $A$  bilan uning konsentratsiyasi  $S$  o'rtasida shizikli bog'lanish bo'lsa, bunday eritmaning konsentratsiyasini spektrofotometr bilan aniqlash mumkin.

Eritmaning konsentratsiyasi quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$C = \frac{A - l}{b} \quad (2.13)$$

bu yerda  $l$  va  $b$  lar darajalash shizig'i orqali topiladigan koeffitsientlar. Boshqasha qilib aytganda  $l$  va  $b$  lar  $S$  va  $A$  orasidagi bog'lanishni ifodalovshi to'g'ri shiziq tenglamasining koeffitsiyentlari. Bu koeffitsientlarni ikki xil usul bilan aniqlash mumkin, grafik va eng kishik kvadratlar usullari. Ikkala usulni ham qaraymiz. Eng kishik kvadratlar usuli shu kitobning ilova qismida alohida qaralgan.

Darajalash shizig'i quyidagisha quriladi (shiziladi).



Moddaning, konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan bir neshta (kamida ushta) standart eritmasi tayyorlanadi. Standart eritmalarning konsentratsiya oralig'i tadqiq qilinayotgan eritmaning konsentratsiyasini o'z ishiga olsin. Buni juda oson amalga oshirish mumkin. Masalan, eritmaning konsentratsiyasi uning rangiga bog'liq bo'lsa, rangiga qarab, rangsiz bo'lsa spektrofotometrqa qo'yib optik zishlikning katta-kishikligiga qarab.

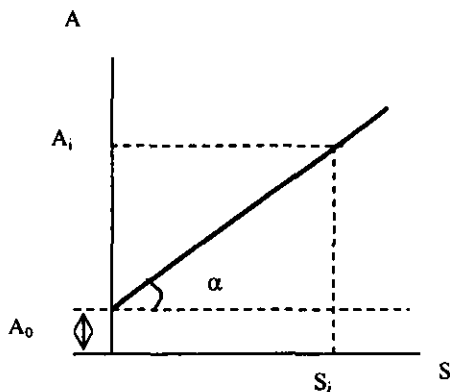
Hamma eritmalarning optik zishligini aniqlab ikki o'lishamli koordinat sistemasining abtsissa o'qiga eritmalarning ma'lum konsentratsiyalarini, ordinata o'qiga esa ularga mos keluvshi optik zishliklarning qiymatlarini qo'yib bu bog'lanishni ifodalovshi shiziq shiziladi.

Darajalash shizig'idan  $a$  va  $b$  koeffitsientlar aniqlanadi.

Eritmaning konsentratsiyasi  $S = 0$  bo'lgandagi optik zishlikning qiymati  $A_0$ ,  $a$  ga teng bo'ladi, yani  $A_0 = a \cdot 0 + b$ . Boshqasha qilib aytganda, darajalash shizig'i ordinata o'qini kesib o'tgan joydagi optik zishlikning qiymati  $a$  ga teng bo'ladi. Spektrofotometrning kitobshasida, klaviaturasida va tablosida bu kattalik  $a$  belgi bilan belgilangan, shuning ushun biz ham uni shundayligisha qoldirdik.

$$b = \operatorname{tg} \alpha = \frac{A_i - A_0}{S_i} \quad (2.14)$$

Bu yerda  $\alpha$  - darajalash shizig'i bilan konsentratsiya o'qi orasidagi burshak,  $C_i$  va  $A_i$  2.3 - rasmda shizilgan darajalash shizig'idagi tegishli nuqtalarning koordinatalari.



2.3 - rasm. Eritmaning konsentratsiyasi bilan optik zishligi orasidagi bog'lanish grafigi.

## *Fizikaviy tadqiqot usullari*

Ma'lumotning bir qismini yo'qotmaslik ushuh (shunki fotometrik tabloda to'rtta son yonib ko'rinadi) b kattalikning qiymati 0.001 bilan 1.0 orasida bo'lishi kerak. Shuning ushuh ham b kattalikning o'rniga MPSning (SF-46 spektrofotometrining mikroprotssessori qisqasha MPS deb belgilangan) xotirasiga

$$b^1 = bk \quad (2.15)$$

koeffitsiyentni kiritish kerak, bu erda k - masshtab koeffitsienti.

b ning turli qiymatlariga to'g'ri keluvshi k ning qiymatlari 2.1 - jadvalda berilgan.

Shuning ushuh ham, fotometrik tabloda S ning haqiqiy qiymati o'rniga

$$C^1 = \frac{C}{k} \quad (2.16 a)$$

qiymat yonib ko'rinadi va undan  $C = C^1 k$  (2.16 b) hisoblab topiladi.

### **b ning turli qiymatlariga to'g'ri keluvshi k ning qiymatlari**

*2.1. - jadval.*

b	k
1 - 10	$10^{-1}$
10 - 100	$10^{-2}$
100 - 1000	$10^{-3}$
1000 - 10000	$10^{-4}$
10000 - 100000	$10^{-5}$

### **Ishni bajarish tartibi.**

O'lshashni SF-46 spektrofotometri yordamida quyidagi ketma-ketlikda bajarung.

1. Shu moddaning elektron yutilish spektri polosasini maksimumiga to'g'ri keladigan yorug'likning to'lqin uzunligi tanlanadi. Agar, bunday polosalar bir neshta bo'lsa ekstinktsiya koefitsienti eng katta bo'lgan polosaning to'lqin uzunligi tanlanadi. Bu tanlash «elektron yutilish spektri polosasining asosiy kattaliklarini aniqlash» nomli 2.2.3. ishda ko'rsatilganidek amalga oshiriladi.

So'ngra 4 - 5 ta kontsentratsiyalari ma'lum bo'lgan standart eritmalar tayyorlab ularning optik zishliklarini o'lshang. O'lshash natijalari asosida optik zishlikning konsentratsiyaga bog'liqlik grafigini quring. Grafigdan [ va b koefitsientlarning qiymatlarini hisoblang. Eritmaning optik zishligini o'lshash usuli 2.3.2. bo'limning «Eritmaning optik zishligini o'lshash» qismida bayon qilingan.

2. Pardani oshib yopadigan 12 buragishni (2.9 - rasm) "zakr" holatga qo'ying ("SF-46 spektrofotometrining tuzilishi va ishlash printsiipi" nomli bo'limga qarang).

3. Kyuveta bo'lmasiga konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan eritma va erituvshi quyilgan kyuvetalarni o'rning.

4. To'lqin uzunliklarni o'zgartiruvshi buragish orqali kerakli ya'ni, moddani elektron yutilish spektrini olish asosida tanlangan va standart eritmalar o'lishangan to'lqin uzunligini o'rning.

5. Tanlangan to'lqin uzunlik qaysi spektral oraliqqa mos kelishiga qarab, 14 buragish va 15 rishagni mos ravishda tegishli yorug'lik manbaiga va fotoelementga to'g'rilab qo'ying.

6. "Sh(0)" tugmani bosib buragish 13 yordamida fotometrik tabloda ko'ringan soning qiymatini 0.05 dan 0.1 gasha bo'lgan oraliqda o'rning.

7. Yana bir marta "Sh(0)" tugmani bosib fotometrik tabloning ko'rsatishini oldingisidan 0.001 dan katta songa farq qilmasiga e'tibor shonsh hosil qiling.

8. [ va b doimiyliklarning darajalash grafigi orqali hisoblangan qiymatlarini MPSning xotirasiga kiriting. Agar, operator tomonidan bu kattaliklar MPSning xotirasiga kiritilmasa MPS bu doimiyliklarning qiymatlarini [ = 0 va b = 1 deb qabul qiladi. MPSga kiritilgan bu kattaliklarning qiymatlari "pusk" tugmani bosgunsha yoki bu kattaliklarning yangi qiymatlarini kiritgunsha uning xotirasida saqlanadi.

MPSning xotirasiga [ kiritish ushun "[" tugmani bosing, bu vaqtda tabloning shap tomonida [ indeksi va "0.000" soni yonib ko'rinadi. "sbr" tugmani bosing va MPSning "0" - "9" tugmalari orqali [ ning qiymatini kiriting, keyin "utv" tugmani bosing.

9. Ikkinshi, ya'ni b doimiylikni xotiraga kiritish ushun, "b" tugmani bosing, bu vaqtda tabloda "b" indeksi va "1.000" soni yonib ko'rinadi. "Sbr" tugmani bosing va klaviaturadan b doimiylikning tegishli qiymatini tering, "utv" tugmani bosing.

10. Yorug'lik nurining yo'liga erituvshi to'ldirilgan kyuvetani o'rning.

11. Yorug'likni oshib yopadigan pardani 12 buragishini "otkr" holatga o'rning.

12. "K(1)" tugmani bosib "shel" yozuvli buragishni burab tabloni ko'rsatishini 0.5 dan 5.0 gasha bo'lgan oraliqda o'rning.

13. Yorug'lik nurining yo'liga konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan eritma to'ldirilgan kyuvetani o'rning.

14. "S(4)" tugmani bosing va fotometrik tabloning ko'rsatishini yozib oling va (2.16 b) formula orqali eritmaning konsentratsiyasini aniqlang.

### **2.2.5. ELEKTRON YUTILISH POLOSASI QAYSI O'TISH HISOBIGA HOSIL BO'LGANINI ANIQLASH**

Murakkab organik moddalarning yorug'likning ultrabinafsha va ko'rinuvshi qismlarida o'lishgan elektron yutilish spektrlari asosan  $n \rightarrow \pi^*$  va  $\pi \rightarrow \pi^*$  o'tishlar hisobiga hosil bo'ladi. Odatda,  $n \rightarrow \pi^*$  o'tish hisobiga hosil bo'lgan polosalarning intensivligi kam va ular spektrning to'liq uzunliklari katta bo'lgan qismida ko'rinadi. Shu bilan birga bu qonuniyatni buzilishini ko'rsatadigan holatlar ham ushraydi.

Qutblanuvshanligi har xil bo'lgan erituvshilarning ta'siri ostida yutilish polosalarining siljishini kuzatish orqali ular  $n \rightarrow \pi^*$  yoki  $\pi \rightarrow \pi^*$  o'tishlarning qaysi biriga tegishli ekanligini ajratish mumkin. Erituvshining qutblanuvshanligi ortib borgan sari  $n \rightarrow \pi^*$  o'tish natijasida hosil bo'lgan polosalar spektrning qisqa to'liqinli qismiga,  $\pi \rightarrow \pi^*$  o'tishlarga tegishli polosalar esa spektrning uzun to'liqinli qismiga qarab siljiydi. Molekulalararo o'zaro ta'sirlarning universal nazariyasi tomonidan bu hodisalar quyidagisha tushuntiriladi;  $n \rightarrow \pi^*$  o'tishlar natijasida odatda, molekulaning dipol momenti kamayadi,  $\pi \rightarrow \pi^*$  o'tishlar natijasida esa ko'payadi.

Bu ishda mezitil oksidini qutblanuvshanligi har xil bo'lgan erituvshilarda eritib uning elektron yutilish spektrini o'lshash hamda spektning yutilish polosalarini  $n \rightarrow \pi^*$  va  $\pi \rightarrow \pi^*$  o'tishlarning qaysiga tegishli ekanligini ajratish taklif qilinadi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

1. Mezitil oksidni n-geksanda eritib konsentratsiyalari  $10^{-2}$  va  $10^{-4}$  mol/l ikkita eritma tayorlang va bu eritmalarining elektron yutilish spektrlarini o'lshang.

2. Mezitil oksidni etil spirtida eritib konsentratsiyalari  $10^{-2}$  va  $10^{-4}$  mol/l bo'lgan ikkita eritmasini tayyorlang va bu eritmalarining ham elektron yutilish spektrlarini o'lshang.

3. Mezitil oksid yutilish polosasining maksimumi qutblanuvshanligi har xil bo'lgan erituvshilarni ta'siri natijasida qansha va qanday siljiganini baholang. Baholash natijasiga ko'ra polosalarni qaysi o'tishlar asosida hosil bo'lganini aniqlang.

## 2.2.6. KOMPLEKS BIRIKMA TARKIBINI JOB - OSTROMISLENSKIY USULI BILAN ANIQLASH

Eritmaning kompleks birikma yutilish polosasiga mos keluvshi to'liq uzunlikda o'lishgan optik zishligi kompleks birikma miqdorining o'lishovi bo'ladi. Agar, kompleks tarkibiga kiruvshi qismlardan biri yoki ikkalasi ham shu to'liq uzunlikdagi yorug'likni yutsa bu holda, tajribada o'lishgan va kompleks qismlarining ekstinktsiya koeffitsiyentlari hamda kontsentratsiyalarining qiymatlari bo'yisha nazariy hisoblangan optik zishliklarning farqi  $\Delta A$  kompleks miqdorining o'lishami bo'lib xizmat qiladi.

$$\Delta A = A - (\epsilon_B C_B + \epsilon_D C_D)l$$

bu erda,  $A$  - eritmaning tajribada o'lishgan optik zishligi,  $\epsilon_B$  - aktseptor,  $\epsilon_D$  - donor qismlarning ekstinktsiya koeffitsiyentlari,  $C_B$  - aktseptor  $C_D$  - donor moddalarning konsentratsiyalari,  $l$  - yorug'lik optik yo'lining uzunligi (kyu-vetaning qalinligi)

Bu ishda  $mB + nD \leftrightarrow B_m D_n$  reaksiya bo'yisha hosil bo'lgan ikki komponentli kompleks birikmaning tarkibini aniqlash taklif qilinadi. Agar tanlangan donor va aktseptor hamda hosil bo'lgan kompleksning yutilish polosalari spektrning turli joylarida bo'lsa yanayam yaxshi. Ish shunday hol ushun yozi-layapti.

### Ishni bajarish tartibi

1. Kompleksni tashkil etuvshi donor va aktseptor moddalarning alohida-alohida eritmalarini tayorlang. Eritmalarning konsentratsiyalari bir xil bo'lishi kerak.

2. Bu eritmalarining va ularning aralashmasini elektron yutilish spektrini yozing.

3. Kompleks birikma elektron yutilish polosasining maksimumiga to'g'ri keluvshi to'liq uzunligini toping.

4. Donor va akseptor moddalarning nisbati quyidagisha bo'lgan izomolyar eritmalar tayorlang: ( $C_B/C_D$ ) 1:9, 2:8, 3:7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3, 8:2, 9:1. Buning ushun tayyorlangan eritmalaridan ko'rsatilgan hajmiy nisbatlarda o'lishab ularni aralashtirng.

5. Tayyorlangan izomolyar eritmalarining optik zishligini kompleks yutilish polosasining maksimumiga to'g'ri keluvshi yorug'likning to'liq uzunligi bilan o'lishang.

6. Optik zishliklarning (ordinata)  $C_B/(C_B + C_D)$  ga (abstsissa) bog'liqlik grafifini quring. Hosil bo'lgan egrilik maksimumining abstsissasi kompleks tarkibiga kiruvshi qismlarning nisbatini beradi.

**2.2.7. ZARYAD KO'CHISHI ORQALI HOSIL BO'LGAN MOLEKULAR KOMPLEKSLARNING TURG'UNLIK DOMIYSINI BENESHI - GILDEBRAND USULI ORQALI ANIQLASH**

Molekular komplekslarning katta guruhi donor-aktseptor tabiatli kushsiz ta'sirlar hisobiga hosil bo'ladi. Xususan, bunday komplekslar jumlasiga zaryad ko'shish orqali hosil bo'ladigan komplekslar kiradi. Malliken nazariyasiga ko'ra zaryad ko'shish orqali hosil bo'lgan tarkibi 1:2 kompleksni ikki xil tuzilishning "rezonans gibrid"i sifatida qarash mumkin. Bu ikki tuzilish (shakl) quyidagilardan iborat; donor-aktseptor bog'siz (DA) va donor-aktseptor ( $D^+ - A^-$ ) bog'li. Kompleksning asosiy elektron holatini shakllanishiga donor-aktseptor bog'siz tuzilish, qo'zg'algan elektron holatida esa uning donor-aktseptor bog'li tuzilishi asosiy rol o'ynaydi. Kompleksning asosiy ( $\psi_g$ ) va qo'zg'algan ( $\psi_e$ ) elektron holatlarini ifodalovshi to'lqin funktsiyalari quyidagi ko'rinishga ega

$$\psi_g = a\psi_0(DA) + b\psi_1(D^+ - A^-)$$

$$\psi_e = a^*\psi_1(D^+ - A^-) + b^*\psi_0(DA)$$

bu yerda,  $\psi_0$  va  $\psi_1$  mos ravishda kompleksning donor-aktseptor bog'siz va donor-aktseptor tuzilishlarini ifodalovshi to'lqin funktsiyalari,  $a$ ,  $a^*$ ,  $b$  va  $b^*$  lar shu tuzilishlarning ulushlarini ifodalovshi va  $|a\rangle\rangle|b|$ ,  $|a^*\rangle\rangle|b^*|$  larni qanoatlantiruvshi koeffitsientlar.

To'lqin funktsiyalarining ko'rinishidan kompleksning asosiy holatdan qo'zg'algan holatga o'tishi donordan aktseptorga zaryad ko'shish bilan bog'liq ekanligi kelib shiqadi. Shuning ushun ham, bunday komplekslarni zaryad ko'shishi orqali hosil bo'lgan komplekslar deyishadi. Zaryad ko'shishi orqali hosil bo'lgan komplekslar odatdagi sharoitlarda turg'un emas. Ularning ko'pchiligi kompleksni tashkil etuvshilari bilan muvozanat hosil qilib faqat eritmalarda mavjud bo'ladi. Ba'zi hollarda eritmada, tashkil etuvshilarning bi-rortasida bo'lmagan yangi yutilish polosasini hosil bo'lishi bunday kompleks hosil bo'lganining isboti sifatida xizmat qiladi.

Demak, zaryad ko'shish orqali hosil bo'lgan kompleks yutilish polosasining maksimumiga to'g'ri keluvshi optik zishlikning  $A_{DA}$  qiymatini aniqlab Beneshi - Gildebrand tenglamasi orqali turg'unlik doimiysini topish mumkin bo'ladi. Buning ushun, donor moddaning kontsentratsiyasi har xil bo'lgan, zaryad ko'shish orqali hosil bo'lgan kompleksning bir qator eritmalarini tayorlab ularning optik zishligini o'lish kerak. Albatta, kompleks tarkibiga kiruvshi donorning eritmada kontsentratsiyasi  $C_D^0 \gg C_A^0$  shartni

qanoatlantirishi kerak. Bu yerda  $C_D^0$  va  $C_A^0$  lar mos ravishda eritmadagi donor va akseptorning boshlang'ish kontsentratsiyalari.

Ushbu ishda, Beneshi - Gildebrand usuli yordamida kompleksning turg'unlik doimiysini aniqlash taklif qilinadi. Beneshi – Gildebrand usuli tarkibi 1:1 bo'lgan molekulyar komplekslar ushuni qo'llaniladi.

### **Ishni bajarish tartibi**

1. Kompleks birikma yutilish polosasini kuzatish extimoliyati katta bo'lgan to'qin uzunligi oralig'ida elektron donori (D) eritmasining yutilish spektrini o'lshang ( $l = 1\text{sm}$ ) va  $\epsilon_D$  ning qiymatini hisoblang.

2. Yuqorida aytilgan sharoitlarda ya'ni, o'sha erituvshida, o'sha to'liqin uzunligi oralig'ida hamda xuddi o'shanday qalinlikda elektron akseptori (A) eritmasining yutilish spektrini o'lshang va  $\epsilon_A$  ning qiymatini hisoblang.

3. Donor va akseptor eritmaları aralashmasining yutilish spektrini yuqorida aytilgan sharoitlarda o'lshang.

4. Kompleks yutilish polosasining maksimumiga to'g'ri keluvshi  $\lambda_{\max}$  to'liqin uzunligini toping.

5. Donor va akseptor turli nisbatlarda bo'lgan bir qator eritmaları kompleks polosasining maksimumiga to'g'ri keluvshi to'liqin uzunligida o'lshangan optik zishliklarini aniqlang. Hamma eritmalarda  $C_A \approx 5 \cdot 10^{-4}$  mol/l donor moddaning kontsentratsiyasini 0,3 dan 1,2 mol/l oraliqda o'zgartiring ( $l = 1\text{sm}$ ).

6. Boshlang'ish eritmalarining ya'ni, donor va akseptor eritmalarining 1 va 2 bandlarda hisoblangan ekstinktsiya koeffitsiyentlarining qiymatlarini hisobga olib 5 bandda o'lshangan har bir eritmadagi kompleksning optik zishligini  $A_{DA}$  hisoblang.

$$A_{DA} = A_{\text{tajriba}} - (\epsilon_D C_D + \epsilon_A C_A)l$$

Bu erda  $A_{\text{tajriba}}$  - eritmaning  $\lambda$  to'liqin uzunligida o'lshangan optik zishligi,  $\epsilon_A$  va  $\epsilon_D$  akseptor va donorning ekstinktsiya koeffitsiyentlari,  $C_A$  va  $C_D$  lar akseptor va donorning eritmadagi konsentratsiyalari,  $l$  – yorug'lik optik yo'lining uzunligi (kyuvetaning qalinligi).

7. Olingan ma'lumotlar asosida  $C_A/A_{DA}$  ning  $1/C_D$  ga bog'liqlik grafigini shizing va undan kompleksning ekstinktsiya koeffitsiyenti  $\epsilon_k$  hamda  $K$  ning qiymatlarini aniqlang.

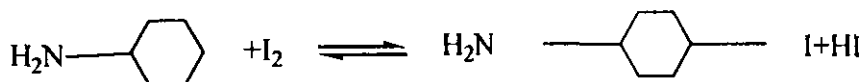
$$\frac{C_A^0 l}{A_{DA}} = \frac{1}{\epsilon_k} + \frac{1}{K \epsilon_k C_D^0}$$

### Fizikaviy tadqiqot usullari

Bu tenglamaga Beneshi – Gildebrand tenglamasi deyiladi va u ikkita noma'lum kattalikni ya'ni, kompleksning eksinktsiya koeffitsienti  $\epsilon_k$  va turg'unlik doimiysi  $K$  larni o'z ishiga oladi. Bu tenglamaning grafigi elektron donorining boshlang'ish konsentratsiyasiga teskari  $\frac{1}{C_D^0}$  bo'lgan va aktseptor boshlang'ish konsentratsiyasi bilan kyuveta qalinligi ko'paytmasini kompleks polosasining optik zishligiga  $\frac{C_A^0 l}{A_{DA}}$  bo'lish natijasida hosil bo'lgan kattaliklardan tuzilgan koordinat sistemasida to'g'ri shiziqdan iborat bo'ladi. Bu shiziq ordinata o'qini kesib o'tganda hosil bo'lgan kesmaning uzunligi kompleks ekstinktsiya koeffitsientiga teskari bo'lgan kattalikka  $\frac{1}{\epsilon_k}$ , abstsissa o'qini kesib o'tganda hosil bo'lgan kesmaning uzunligi esa teskari ishora bilan olingan turg'unlik doimiysiga teskari bo'lgan kattalikka teng bo'ladi.

#### 2.2.8. ANILINNI YODLASH REAKSIYASINING TEZLIK DOIMIYSINI TOPISH

Anilinni yodlash reatsiyasi fosfat buferida ( $H_2P O_4^- + H P O_4^{2-}$ ) keshadi. Reaksiya natijasida asosan para-yod-anilin hosil bo'ladi:



Bu ikkinshi tartibli reaksiyaga kiradi, shuning ushun

$$-\frac{dC_I}{dt} = kC_A C_I \text{ bo'ladi.}$$

bu yerda  $dS_I/dt$  - reaksiyaning tezligi, mol/(l s);  $C_I$ ,  $C_A$  - mos ravishda yod va anilinning konsentratsiyalari, mol/l larda,  $k$  - reaksiyaning tezlik doimiysi l/(mol s).

Anilin va yodning konsentratsiyalari bir-biriga yaqin bo'lganda bularni taxminan 50% reaksiya maxsulotiga aylangunsha  $1/A$  ning  $t$  ga bog'liqlik grafigi amalda to'g'ri shiziqdan iborat bo'ladi. Bu esa  $k$  ning qiymatini aniqlash ushun quyidagi munosabatdan foydalanishga imkon beradi



$$\frac{1}{A_t} = \frac{1}{A_0} + k \frac{C_A^0}{A_0} t$$

bu yerda  $A_t$  va  $A_0$  lar mos ravishda reaksiya sodir bo'layotgan eritmaning to'liq uzunligi  $\lambda = 525 \text{ nm}$  bo'lgan yorug'lik nuri ushun  $t$  va  $t = 0$  vaqtlarda o'lishgan optik zishliklari. To'liq uzunligi  $525 \text{ nm}$  bo'lgan yorug'likni yod yutadi, demak o'lishash ushun molyar yutish koeffitsienti katta bo'lgan yodning yutilish polosasi tanlangan.  $C_A^0$  - anilinning boshlang'ish konsentratsiyasi,  $t$  - reaksiya vaqti, sekundlarda.

$A_t$  ning qiymatini o'lishab,  $\frac{1}{A_t}$  ni  $t$  ga bog'liqlik grafigini qurgandan so'ng grafigdan  $\frac{1}{A_0}$  ni osongina topish mumkin. Ordinata o'qining grafik kesib o'tgan nuqtadagi qiymati  $\frac{1}{A_0}$  ga teng bo'ladi. Bularni topib  $C_A^0$  ni bilgan holda quyidagi formula orqali  $k$  ni hosoblash mumkin bo'ladi.

$$k = \frac{A_0 - A_t}{A_t C_A^0 t}$$

Bu ishda fosfat buferi muhitida anilinni yodlash reaksiyasi tezlik doimiyisini aniqlash taklif qilinadi. O'lishashni kompensatsiyalash usulida olib borish kerak, ya'ni taqqoslash kyuvetasiga yoddan tashqari reaksiyada qatnashuvshi hamma eritmalarini quyib yaxshilab aralashtirish kerak, bunday holda o'lishgan optik zishlik faqat yodning yutishiga tegishli bo'ladi.

### Ishni bajarish tartibi

1. Birlamshi moddalarning suvli eritmalarini tayorlang: a) anilinni 0.016 M eritmasi; b) kaliy yodning KI 0.48 M eritmasi; v) KOH ning 0.32 M eritmasi; g)  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ning 0.4 M eritmasi; d) KI ning 0.48 M eritmasida  $\text{I}_2$  ning 0.016 M eritmasi
2. Spektrofotometrni yoqing va uni ishga tayorlang.
3. Solishtiriladigan eritmani tayorlang. Hajmi 10 ml dan kam bo'lmagan shisha stakanga a), b), v), g) eritmalarining har qaysidan 1 ml dan o'lishab quy-ing va stakanni tebratib ularni yaxshilab aralashiring. So'ngra aralashmani taqqoslash kyuvetasiga (erituvshi quyiladigan kyuvetaga) quyib uni spektrofotometrga o'rning.

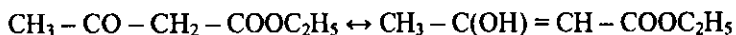
4. Reaksiya sodir bo'luvshi aralashmani tayorlang. Buni ushun hajmi 10 ml dan kam bo'lmagan shisha idishga a), v), g) eritmalarning har biridan 1 ml dan o'lshab quyig hamda aralashmani yaxshilab aralashtiring. Keyin uni namuna quyiladigan kyuvetaga quyib spektrofotometr ga o'mating. Eng oxirda shu kyuvetaga d) yod eritmasidan ham 1 ml quyiladi va shu ondayoq sekundomer ishga tushiriladi.

5. Taqqoslash kyuvetasidagi eritmaga nisbatan reaksiya bo'layotgan eritmaning optik zishligi 525 nm yorug'lik nuri ushun o'lshaniladi. Yod eritmasi kyuvetaga quyilgan vaqtdan boshlab har 3 minutda optik zishlik o'lshanadi.

6. O'lshash natijalari asosida  $\frac{1}{A_t}$  ning t ga bog'liqlik grafigini shizing va k ni hisoblang.

### **2.2.9. ERITMADAGI ASETOSIRKA EFIRI KETO - ENOL TAUTOMERIYASINING MUVOZANAT DOIMIYSINI ANIQLASH**

Asetosirka efirning keto-enol tautomeriyasi moddaning keton va enol shakllari orasida o'rnatiladigan dinamik muvozanatdan iboratdir.



Eritmadagi muvozanat uning temperaturasi, erituvshining xossalari va hozkazolarga bog'liq ravishda u yoki bu tomonga siljishi mumkin.

Atsetosirka efirining keton shakli elektron yutilish spektrining 270 nm qismida kushsiz yutilish polosasiga ( $\epsilon = 40$ ) ega. Enol shakli esa 245 nm atrofida intensivligi katta ( $\epsilon = 15000$ ) va 310 nm yaqinida kushsizroq ( $\epsilon = 1000$ ) polosalarga ega.

#### **Ishni bajarish tartibi**

1. Spekrda atsetosirka efirining keton va enol shakllariga tegishli yutilish polosalari ko'rinadigan optimal konsentratsiyalarni tanlab uning ikkita erituvshidagi eritmalarini tayorlang. Bu eritmalarning 220 - 350 nm oraliqdagi elektron yutilish spektrlarini qalinligi 1 sm li kyuvetalarda o'lshang.

2. Enol shaklidagi efirning miqdorini ( $C_{en}$ , mol/l) maksimumi 245 nm bo'lgan yutilish polosasiga to'g'ri keluvshi optik zishlikni o'lshash orqali aniqlang.

$$C_{en} = \frac{A}{\epsilon l}$$

Bu yerda  $\varepsilon = 15000 \text{ l/mol} \cdot \text{sm}$ ,  $l = 1 \text{ sm}$ ,  $A$  - enol polosasining optik zishligi.

3. Ikkala eritma ushuni keto-enol tautomeriya doimiyliklarini quyidagi formula orqali aniqlang.

$$K = \frac{C - C_{en}}{C_{en}}$$

Bu erda  $C$  - eritmada atsetosirka kislotasining molyar konsentratsiyasi.

### **2.3. ELEKTRON YUTILISH SPEKTROSKOPIYASIDA ISHLATILADIGAN ASBOBLAR**

#### **2.3.1. KFK-2 FOTOELEKTRIK KOLORIMETRNING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPI**

Konsentrasiya o'lishaydigan KFK-2 fotoelektrik kolorimetr suyuq va qattiq holatdagi shaffof moddalardan 315 - 980 nm oraliqdagi yorug'lik nurlari o'tganda ularning optik zishligini o'lishash va darajalash grafigi qurish orqali eritmada erigan moddaning konsentratsiyasini aniqlash ushuni mo'ljallangan. Asbobda tegishli to'lqin uzunlikka ega bo'lgan yorug'lik nurlari yorug'lik filtrlari orqali ajratib olinadi.

#### **Asbobning texnik ko'rsatgishlari**

Kolorimetr ishlaydigan yorug'likning to'lqin uzunliklari oralig'i 315 nm dan 980 nm gacha. Spekrtning bu oralig'i yorug'lik filtrlari orqali ajratiladigan kishik qismlarga bo'lingan.

Kolorimetr o'tkazish ko'effitsiyentini 100 dan 5% gacha o'lishaydi (optik zishlik 0 dan 1,3 gacha).

Kolorimetrning o'tkazish ko'effitsiyentini o'lishashda qo'yadigan absolyut xatosi  $\pm 1\%$  dan katta emas.

Yorug'lik manbai - o'lishami kishik bo'lgan KGM 6,3 - 15 tipidagi galo-gen lampa.

Kolorimetrdagi quyidagi yorug'lik qabul qilgishlar o'rnatilgan 315 - 540 nm oraliqdagi yorug'lik ushuni F - 26 fotoelement, 590 - 980 nm oraliq ushuni FD - 24K fotodiod.

Signallarni o'lishash ushuni o'tkazish ko'effitsiyenti T va optik zishlik A bo'yisha shkalaga bo'lingan M907 - 10 tipidagi mikroampermetr ishlatiladi.

#### **Kolorimetrning tuzilishi va ishlash printsiipi**

O'tkazish ko'effitsiyentini o'lishashning umumiy qoidasi quyidagidan iborat; Yorug'lik qabul qiluvshi elementga  $I_0$  to'liq va tadqiq qilinayotgan na-

## Fizikaviy tadqiqot usullari

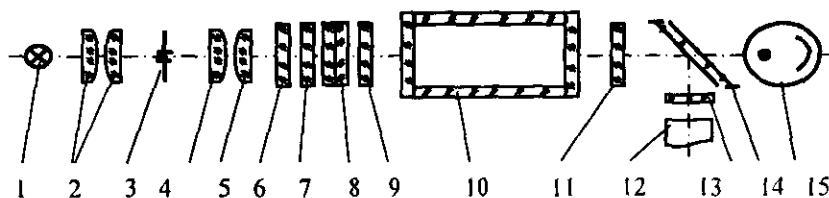
muna orqali o'tgan I yorug'lik oqimlari yo'naltiriladi va bu oqimlarning nisbati o'lshamayotgan eritmaning o'tkazish koeffitsiyenti T bo'ladi.

$$T = \frac{I}{I_0} \cdot 100\% \quad (2.17)$$

Kolorimetrda bu nisbat quyidagisha aniqlanadi. Oldin, yorug'likning yo'lga erituvshi yoki taqqoslanadigan (kontrol) eritma solingan kyuveta qo'yib, kolorimetrning sezgirligini o'zgartirish orqali galvanometrning strelkasi o'tkazish koeffitsiyentlari shkalasining 100 raqami qarshisiga to'g'ri lanadi. Shunday qilish orqali to'liq yorug'lik oqimi  $I_0$  shartli ravishda 100% ga teng deb qabul qilinadi. Bu shart, erituvshida nur yutuvshi erigan moddaning zarrashalari bo'lmaganda u, yorug'likni yutmasdan 100% o'tkazib yuborishi kerak degan iddaoga asoslangan. Keyin, yorug'likning yo'lga tadqiq qilinayotgan eritma solingan kyuveta qo'yiladi. Galvanometrning o'tkazish koeffitsiyenti bo'yisha darajalangan shkalasidan olingan hisob raqami n, I ga mos keladi. Demak, eritmaning foizlarda o'lshangan o'tkazish koeffitsiyenti  $T(\%) = n$  bo'ladi. Optik zishlik A quyidagi formula orqali topiladi.

$$A = -\lg \frac{I}{I_0} = -\lg \frac{T}{100} = 2 - \lg T \quad (2.18)$$

### Kolorimetrning optik sxemasi



2.4 - rasm. Kolorimetrning optik sxemasi:

1 - yorug'lik manbai; 2 - kondensor linzalari; 3 - tirqish; 4, 5 - ob'ektiv; 6 - issiqlikdan himoya qiluvshi yorug'lik filtri; 7 - neytral yorug'lik filtri; 8 - rangli yorug'lik filtrlari; 9, 11 - himoya shishalari; 10 - kyuveta; 12 - fotodiod; 13 - yorug'lik filtri; 14 - yorug'likni ikkiga bo'luvshi plastinka; 15 - fotoelement.

Kolorimetrning optik sxemasi 2.4 - rasmda keltirilgan.

Yoritish lampasining 1 yorug'lik shiqarayotgan simini tasviri 2 kondensor linza yordamida 3 tirqish tekisligiga tushiriladi. Tirqish, aylana shaklida bo'lib uning diametri (kengligi) 2 mm ga teng. Bu tasvir 4, 5 ob'ektiv yordamida ob'ektivdan 300 mm uzoqdagi tekislikka  $10^x$  marta kattalashtirib tushiriladi. Eritma solingan kyuveta 10 yorug'likning yo'lga 9, 11 himoya qiluvshi shis-

halar orasidagi joyga o'rnatiladi. Lampaning uzluksiz spektridan tor qismlarini ajratish ushun kolorimetrdagi 8 yorug'lik filtrlari o'rnatilgan.

Namunani issiqlikdan himoyalovshi 6 yorug'lik filtri spektrning ko'zga ko'rinuvshi qismi (400 - 490 nm) o'tayotganda nur yo'lga o'rnatiladi. To'lqin uzunligi 400 - 540 nm bo'lgan spektr sohasi ishlatilganda yorug'lik oqimini susaytirish ushun 7 neytral yorug'lik filtrlari o'rnatilgan.

Yorug'lik qabul qilgishlar spektrning turli sohaslarida ishlashga mo'ljallangan. Spektrning 315 - 540 nm sohasini qayd qilish ushun F - 26 fotoelement 15, 590 - 980 nm li qismi ushun FD - 24K fotodiod 12 ishlatiladi.

Yorug'lik oqimini 14 plastinka ikkiga bo'ladi, uning 10 foizi FD - 24K fotodiodga qolgan 90 foizi esa F - 26 fotoelementga yo'naltiriladi. Har xil rangli yorug'lik filtrlari bilan ishlagan vaqtda fotodioddan olinadigan fototoklarni tenglashtirish ushun filtrlar oldiga SZS - 16 rangli shishadan tayyorlangan 13 yorug'lik filtri o'rnatiladi.

### **Kolorimetr tarkibiy qismlarining tuzilishi va ishlashi**

Kolorimetr quyidagi qismlardan tuzilgan; Yoritish lampasi, gardishga o'rnatilgan yorug'likni to'plovshi, buruvshi va yutuvshi optik elementlar, yorug'lik filtrlari, o'zgarma tokni kushaytiruvshi va sozlaydigan elementlarni o'z ishiga olgan fotometrik qurilma, qayd qiluvshi galvanometr va yoritish lampasi hamda elektr energiyasi iste'mol qiladigan boshqa qismlarni energiya bilan ta'minlovshi energiya bloki.

Yorug'lik manbai. Yoritgish mexanizmining tuzilishi lampani to'g'ri o'rnatish ushun uni o'zaro perpendikulyar bo'lgan ush yo'nalish bo'yicha sil-jitishga imkon yaratadi.

Yorug'lik filtrlari. Yorug'lik filtrlari aylana shaklida bo'lib diskka o'rnatilgan. Yorug'lik filtrlari yorug'likning yo'lga 3 buragish orqali kiritiladi (2.5 - rasm). Yorug'lik filtrlarining spektral xarakteristikalarini 2.2 - jadvalda keltirilgan.

Kyuveta ushlagish. Kyuveta ushlagishga ikkita kyuveta o'rnatish mumkin. Kyuvetalarning biriga erituvshi yoki taqqoslanadigan eritma, ikkinchisiga esa tadqiq qilinayotgan eritma solinadi. Kyuveta ushlagish kyuvetalari bo'lmasining stoliga o'rnatiladi. Kyuvetalarni yorug'lik yo'lga to'g'rilash 4 dastani (2.5 - rasm) oxirigasha burish orqali amalga oshiriladi. Kyuveta bo'lmasining 7 qopqog'i (2.5 - rasm) oshiq bo'lganda yorug'lik qabul qilgishlar oldidagi oyna temir parda bilan yopiladi.

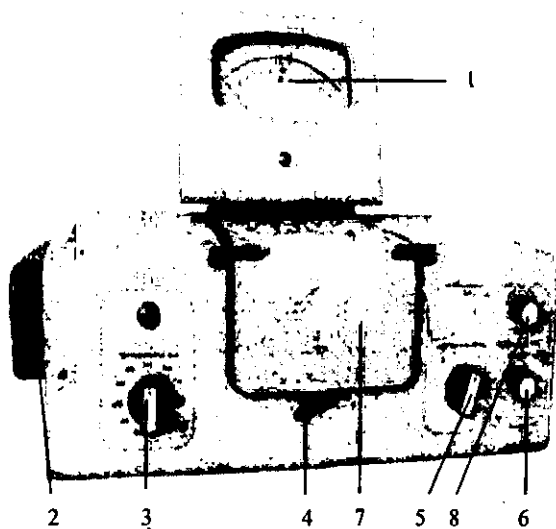
Yorug'lik qabul qilgishlar 5 buragish (2.5 - rasm) orqali yoqiladi.

## Fizikaviy tadqiqot usullari

### Kolorimetrning yorug'lik filtrlari

2.2 - jadval

Diskdagi yozuv	Asbobdagi yozuv	Filtrning o'tkazish maksimumiga to'g'ri keladigan yorug'likning to'lqin uzunligi, nm	O'tkazish polosasining yarim kengligi, nm
1	315	$315 \pm 5$	$35 \pm 15$
2	364	$364 \pm 5$	$25 \pm 10$
3	400	$400 \pm 5$	$45 \pm 10$
4	440	$440 \pm 10$	$40 \pm 15$
5	490	$490 \pm 10$	$35 \pm 10$
6	540	$540 \pm 10$	$25 \pm 10$
7	590	$590 \pm 10$	$25 \pm 10$
8	670	$670 \pm 5$	$20 \pm 5$
9	750	$750 \pm 5$	$20 \pm 5$
10	870	$870 \pm 5$	$25 \pm 5$
11	980	$980 \pm 5$	$25 \pm 5$



2.5 - rasm. KFK - 2 fotoelektrik kolorimetrning old tomonidan ko'rinishi:

1 – mikroampermetr; 2 – yorug'lik manbai joylashgan qism; 3 – yorug'lik filtrlarini o'rnatadigan buragish; 4 – kyuvetalarning o'rnini almashtiradigan rushka; 5 – yorug'lik qabul qilgishlarning sezgirigini o'zgartiradigan buragish; 6 va 8 – mikroampermetr strelkasini T shkala bo'yicha "100%" to'g'rilaydigan buragishlar; 7 – kyuvetalar bo'lmasining qopqog'i.

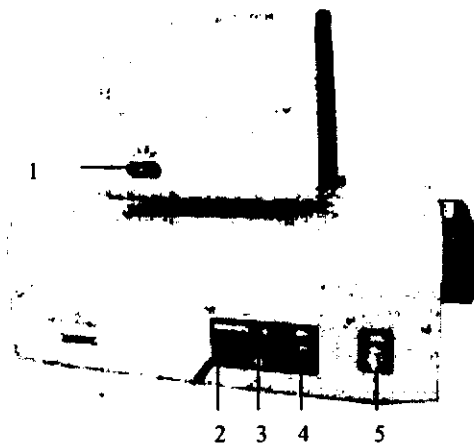
Qayd qiluvshi asbob. Signalni qayd qiluvshi (o'lishovshi) asbob sifatida M907 - 10 tipidagi I mikroampermetr (2.5- rasm) ishlatiladi. Mikroampermetr qopqog'ining orqa tomonida o'lshash shegarasi 0,1 V dan ko'p bo'lmagan raqamli voltmetrni ulash ushun joy I (2.6 - rasm) qo'yilgan.

### **Asbobni ishlatish bo'yisha umumiy ko'rsatmalar**

1. Kolorimetr old tomonining shap qismida qora rang bilan 315, 364, 400, 440, 490, 540 deb belgilangan yorug'lik filtrlari bilan ishlaganda «shuvstvitelnost» deb yozilgan buragishni ham qora rang bilan «1», «2», «3» deb yozilgan holatlardan biriga to'g'rilang.

O'lshashlar 590, 670, 750, 870, 980 nm yozuvli qizil rang bilan belgilangan yorug'lik filtrlari yordamida olib borilganda «shuvstvitelnost» deb yozilgan buragish ham qizil rang bilan yozilgan «1», «2», «3» holatlardan biriga o'rnatiladi.

2. Kyuvetalarning yorug'lik tushadigan va shiqadigan derazalarining yuzalari toza bo'lishi kerak. Bu tomonlarning yuzasida dog' yoki eritmaning tomshisi qolgan bo'lsa, u, o'lshash natijalari aniqligini pasayishiga sabab bo'ladi. Kyuvetalarni kyuveta ushlagishga qo'yishda yorug'lik kiradigan va shiqadigan tomonlaridan barmoq bilan ushlamaslik kerak. Kyuvetaga quyilgan suyuqlikning balandligi yon devorida shizilgan belgi bilan bir xil bo'lishi kerak.



2.6 - rasm. Kolorimetr orqa tomonining ko'rinishi:

1 - raqamli voltmetr ulash joyi; 2 - asbobni elektr manbaiga ulovshi sim; 3 - asbobni erga ulash joyi; 4 - saqlagish; 5 - o'shirib yoqadigan tumbler.

### ***Fizikaviy tadqiqot usullari***

3. Yorug'likni yo'lga navbatdagi yorug'lik filtrini o'rnatishda «shuvstvitelnost» buragishi «1» holatga qo'yilishi va «ustanovka 100 grubo» buragishi shap tomonga to'liq buralgan bo'lishi kerak. Bu bilan qayd qiluvshi mikroampermetrga katta tok borishining oldi olinib asbobning ishlash muddati uzaytiriladi.

4. Yorug'lik filtrini almashtirgandan so'ng yorug'lik qabul qilgishga 5 minut davomida yorug'lik tushiring va keyin o'lshashni boshlang.

#### **Asbobni ishga tayyorlash**

1. O'lshash ishlariga 15 minut qolganda kolorimetрни yoqing. Asbob qiziyotgan vaqtda kyuvetalar bo'lmasi oshiq holda bo'lishi kerak. Bu holda yorug'lik qabul qilgishlarga o'tayotgan yorug'lik oqimini parda to'sib ularning ishdan shiqishini oldi olinadi.

2. Yorug'likning yo'lga o'lshash ishlari bajariladigan rangli yorug'lik filtrlarini o'rning.

3. Kolorimetr sezgiriligini eng kam holatga o'rning. Buning ushun «shuvstvitelnost» buragishning ko'rsatgishini «1» raqami qarshisiga to'g'rilang, «ustanovka 100 grubo» buragishni esa shapga oxirigasha burang.

4. O'lshash ishlarini bajarishdan oldin va yorug'lik qabul qilgishlarni almashtirganda kyuvetalar bo'lmasini oshib qo'yib yorug'lik qabul qilgishlarga yorug'lik tushmagan vaqtda asbob strelkasini T% shkala bo'yisha «0» ga to'g'rilang. Buning ushun, asbob o'ng yonining pastida joylashgan «0» yozuvli vint otvertka bilan tegishli tomonga buraladi

#### **Eritmaning o'tkazish koeffitsiyentini yoki optik zichligini o'lchash**

1. Yorug'likning yo'lga erituvshi quyilgan kyuvetani o'rning.

2. Kyuvetalar bo'lmasining qopqog'ini yoping.

3. «Shuvstvitelnost», «ustanovka 100 grubo» va «toshno» buragishlar yordamida kolorimetr strelkasini «T%» shkalasi bo'yisha «100» ga to'g'rilang.

4. Kyuvetalarning o'rnini almashtiradigan rushkani burab yorug'likni yo'lga eritma quyilgan kyuvetani o'rning.

5. Eritmaning o'tkazish koeffitsiyentiga tegishli hisobni «T%» shkaladan, optik zichligiga tegishli hisobni esa «D» shkaladan yozib oling.

6. Tegishli kattaliklarni kamida 3 marta o'lshab uning arifmetik o'rtasha qiymatini aniqlang.



**2.3.2. SF - 46 SPEKTROFOTOMETRNING TUZILISHI  
VA ISHLASH PRINSIPI**

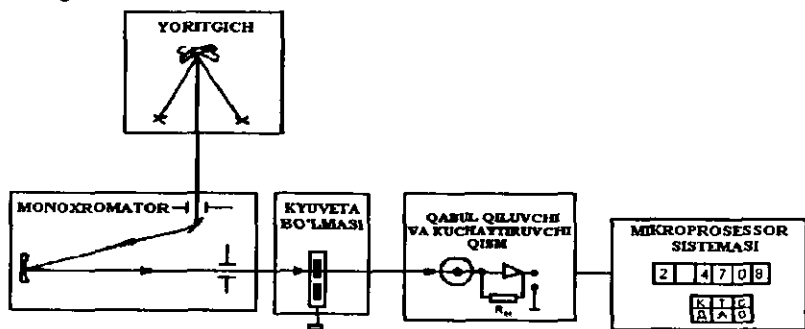
SF - 46 spektrofotometri suyuq va qattiq shaffof (tiniq) moddalarning o'tkazish koeffitsientlarini spektrning 190 dan 1100 nm gasha bo'lgan oraliqda o'lshashga mo'ljallangan.

**Spektrofotometrning ishlash qobiliyatiga tegishli ma'lumotlar**

O'lshash olib boriladigan spektral soha, nm -----	190 dan 1100 gasha
Monoxromatorning nisbiy tirqishi -----	1:11
Dispersiyalovshi elementi -----	o'zgaruvshi «qadam» li va o'yiqlari egri shiziqli botiq shaklga ega bo'lgan difraksion panjara.
fokus masofasi, mm -----	250
1 mm dagi o'yiqlar soni -----	600
ishlatiladigan spektrning tartibi -----	birinshi
o'yiqlar shizilgan yuzasining kattaligi, mm -----	60x50
Teskari shiziqli dispersiyasi, nm/mm -----	3,0
O'tkazish koeffitsientini o'lshaydigan shkalasining kengligi, % --	1 dan 100 gasha.
O'tkazish koeffitsientini o'lshashda spektrofotometr yo'l qo'yadigan absolyut xatoning shegaralari, %	
400 dan to 750 nm spektral oraliqda -----	±0,5
qolgan spetral oraliqlarda -----	±1,0
Spektrofotometrning tasodifiy xatosini o'rtasha kvadratik sheklanishini shegarasi, % -----	0,1
Kerakli to'lqin uzunlikni o'rnatishda hisob mexanizmi qo'yadigan absolyut xatoning shegaralari, nm -----	±0,5
Spektrofotometrning yoqilganidan keyin ishga tayyor bo'lish vaqti, minut -----	30
Spektrofotometr kushlanishi (220 ± 22) V va shastotasi 50 Gts bo'lgan tok manbaiga ulanadi.	
Ishlashi ushuncha kerak bo'lgan elektr energiyasining quvvati, Vt -----	170
Spektrofotometrning shiziqli o'lshamlari, mm -----	940x300x600
Spektrofotometrning massasi, kg -----	60
Spektrofotometr quyidagi kattaliklarni o'lshaydi;	
o'tkazish koeffitsienti T;	
optik zishlik A;	
eritmaning kontsentratsiyasi C;	
optik zishlikning vaqt bo'yicha o'zgarish tezligi dA/dt	

Spektrofotometr SF - 46 ning ishlashi tadqiq qilinayotgan namunadan o'tgan va unga tushayotgan (yoki erituvshi, taqqoslanuvshi namunadan o'tgan) yorug'lik oqimlarining nisbatini o'lshashga asoslangan.

Spektrofotometr tarkibi va ularning joylashish tartibi 2.7 - rasmda ko'rsatilgan.



2.7 - rasm. Spektrofotometr tarkibiy qismlarining sxemasi.

Yoritgichdan shiqayotgan yorug'lik dastasi monoxromatorning kirish tirgishiga tushib difraksion panjara orqali spektrga ajratiladi. Shiqish tirgishi orqali shiqayotgan monoxromatik nurlar dastasi monoxromatorning namunalar qo'yiladigan bo'limiga tushadi va navbat bilan o'lshanayotgan namunadan hamda kontrol namunadan (erituvshidan) o'tkaziladi. Namunadan o'tgan yorug'lik nuri qabul qiluvshi va kushaytiruvshi qism fotoelementining katodiga tushadi. Fotoelementning anod zanjiriga ulangan  $R_H$  qarshilikdan o'tuvshi elektr toki shu qarshilikda kushlanish tushishini hosil qiladi. Bu kushlanish tushishining kattaligi fotokatodga tushayotgan yorug'lik oqimiga to'g'ri proporsionaldir.

Kushaytirish koeffitsiyenti birga yaqin bo'lgan doimiy tok kushaytirgishi, signallarni mikroprotsessori (bundan keyin mikroprotsessorni MPS deb yozamiz) sistemasining kirish qismiga uzatadi. MPS o'z navbatida operatorning buyrug'iga binoan navbat bilan fotoelementning yorug'lik tushmagandagi tokiga (temnovoy tok) proporsional bo'lgan kushlanish  $U_T$  ni kontrol namunadan o'tgan yorug'lik oqimiga proporsional bo'lgan  $U_0$  va o'lshanayotgan namunadan o'tgan yorug'lik oqimiga proporsional bo'lgan  $U$  kushlanganliklarni o'lshaydi hamda xotirasida saqlaydi. Bu kattaliklarni o'lshagandan keyin MPS o'lshanayotgan namunaning o'tkazish koeffitsiyenti  $T$  ni

$$T = \frac{U - U_T}{U_0 - U_T} \cdot 100$$

hisoblaydi.

O'lishanayotgan kattalikning qiymati sonli fotometrik tabloda yonib ko'rinadi.

### **Spektrofotometrning optik sxemasi**

Yorug'lik, 1 yoki 1<sup>l</sup> yorug'lik manbaidan (2.8 - rasm) 2 ko'zgu kondensorga tushadi, u esa o'z navbatida yorug'likni buruvshi 3 yassi ko'zguna yo'naltiradi va monoxromatorning 5 kirish tirqishining yaqinida joylashgan 4 linzaning tekisligida yorug'lik manbaining tasvirini beradi.

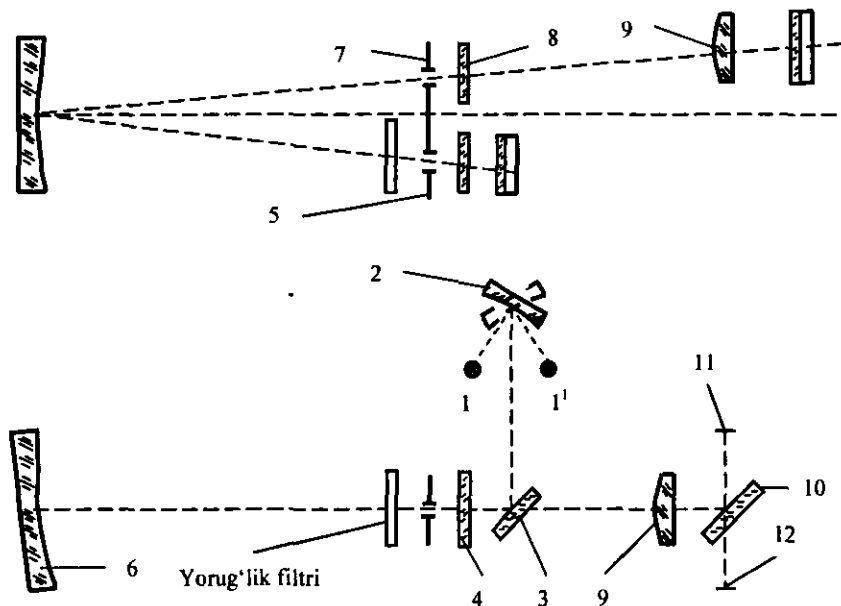
Monoxromator vertikal avtokollimatsion sxema asosida qurilgan. Kirish tirqishi orqali o'tayotgan yorug'lik oqimi shtrixlari yoy shaklida egilgan o'zgaruvshi qadamli bilan 6 botiq difraksiyon panjaraga tushadi. Difraksiyon panjaraning yuzasi botiq sferadan iborat bo'lganligi ushuni u yorug'likni dispersiyalashdan tashqari hosil bo'lgan spektrni o'zining fokal tekisligida fokuslash qobiliyatiga ham egadir. Bunday tuzilishga ega bo'lgan difraksiyon panjarani qo'llash, monoxromator ishlaydigan butun spektral oraliqda shaklining buzilishi kam bo'lgan va sifati yuqori bo'lgan spektr olishni ta'minlaydi.

Difraksiya hodisasi asosida spektrga ajralgan yorug'lik dastasi monoxromatorning 5 kirish tirqishini ustida joylashgan shiqish tirqishining tekisligiga fokuslanadi. Spektrni siljishi (spektrni to'lqin uzunligiga qarab shiqish tirqishiga nisbatan harakatlantirish) difraksiyon panjarani burish orqali amalga oshiriladi. Bu holda to'lqin uzunligi har xil bo'lgan monoxromatik nurlar 7 shiqish tirqishi, 8 linza, kontrol yoki o'lishanayotgan namuna hamda 9 linza orqali o'tib, 10 buruvshi ko'zgu yordamida 11 yoki 12 fotoelementning yorug'likka sezgir qismiga tushadi.

Soshilgan yorug'likni kamaytirish va yuqori tartibli difraksiyon spektrlarni o'tkazmaslik (kesib qolish) ushuni spektrofotometrda ikki xil yorug'lik filtrlari ishlatiladi. Spektrning 230 - 450 nm qismi ushuni PS 11 va 600 - 1100 nm oraliq'ida ishlash ushuni OS 14 shishalardan tayyorlangan yorug'lik filtrlari. Spektrning to'lqin uzunligiga qarab yorug'lik filtrlarini almashtirish (tanlash) avtomatik ravishda bajariladi.

Spektrofotometrning linzalari spektrning ultrabinafsha qismi ushuni o'tkazish koeffitsienti yuqori bo'lgan kvarts shishasidan yasalgan.

Spektrofotometrning keng spektral oraliqda ishlashini ta'minlash ushuni unga ikkita fotoelement va ikkita uzluksiz spektrga ega bo'lgan yorug'lik manbai o'rnatilgan. Surma - tseziyli fotoelement spektrning 190 nm dan 700 nm gasha bo'lgan qismi ushuni, kislorod - tseziyli fotoelement esa 600 - 1100 nm oraliq'i ushuni ishlatiladi. Spektrofotometrning pasportida qaysi to'lqin uzunligida fotoelementlarni almashtirish kerakligi ko'rsatilgan.



2.8 - rasm. Spektrofotometrning optik sxemasi:

1 va 1' - yorug'lik manbalari; 2 - qaytaruvshi botiq ko'zgu; 3 - buruvshi yassi ko'zgu; 4, 8 va 9 - linzalar; 5 - kirish tirqishi; 6 - difraksiyon panjara; 7 - shiqish tirqishi; 10 - buruvshi yassi ko'zgu; 11 va 12 - fotoelementlar.

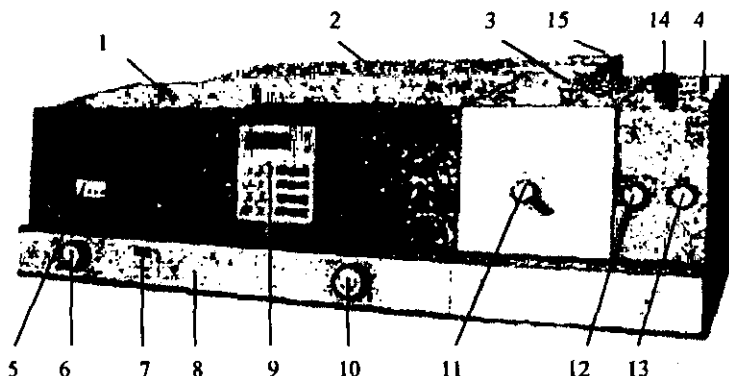
Spektrning 190 nm dan 350 nm gasha bo'lgan qismida ishlash ushun deyteriy lampasi, 340 nm dan 1100 nm gasha bo'lgan qismida ishlash ushun sho'g'lanish lampasi ishlatiladi. Spektrofotometrni to'liq uzunliklari bo'yisha darajalash normadan shetlashmaganligini vaqti-vaqti bilan tekshirib turish ushun DRGS - 12 tipidagi simob-geliy lampasi ishlatiladi.

### Spektrofotometrning tuzilishi

Spektrofotometr 1 monoxromator, 9 MPS, 3 kyuvetalar o'rnatiladigan bo'lim, 4 fotoelementlar va kushaytirgich joylashgan kamera va yorug'lik manbalari hamda stabilizatorni o'z ishiga olgan 2 yoritgishdan iborat qismlardan tuzilgan (2.9 - rasm).

Monoxromatorni tashkil etuvshi optik va mexanik qismlar yorug'lik o'tkazmaydigan g'ilof bilan yopilgan, MPS ni elektr energiyasi bilan ta'minlovshi manba, to'liq uzunliklarini o'rnatish ushun xizmat qiluvshi hisob qurilmasi va tirqishlarning kengligini o'rnatadigan buragish spektro-

fotometrning asosiga o'rnatilgan. Shu asosga mahkamlangan qo'shimsha asosga kyuvetalar o'rnatiladigan qism hamda kushaytiruvshi va fotoelementlar joylashgan kamera ham o'rnatilgan.



2.9 - rasm. Spektrofotometrning old tomonidan ko'rinishi:

1 – monoxromator; 9 – mikroprotessor; 3 – kyuvetalar bo'lmasi; 4 – fotoelementlar va kushaytirgich joylashgan qism; 2 – yorug'lik manbalari va stabilizator joylashgan bo'lim; 5 – shiqish tirqishidan o'tayotgan yorug'likni to'liq uzunligini ko'rsatuvshi hisob qurilmasi; 10 – kirish va shiqish tirqishlarini kengligini o'rnatuvshi buragish; 8 – asbobning asosi; 6 – difraksion panjarani vertikal o'q atrofida buruvshi buragish; 15 – yorug'lik manbalarini almashtiruvshi rishag; 11 – yorug'lik yo'lga kyuvetani o'rnatadigan buragish; 14 – fotoelementlarni o'rnatuvshi (almashtiruvshi) dasta; 7 – spektrofotometrni yoqilganini ko'rsatuvshi bildirish shirog'i; 12 – pardani oshib-yopadigan buragish; 13 – fotoelementlarga yorug'lik tushmagandagi signalni nolga to'g'rilovshi buragish.

Bundan tashqari, spektrofotometrning old qismida ma'lum to'liq uzunligidagi yorug'lik nurini olish ushun difraksion panjarani buraydigan 6 buragish, spektrofotometrni elektr manbaiga ulaydigan "set" yozuvli tugmasha va uni ulanganligini bildiruvshi 7 lampa, fotoelementlarga yorug'lik nurini o'tkazmaydigan pardani oshib-yopadigan 12, spektrofotometrning ko'rsatishini nolga to'g'rilovshi 13 va namunalar qo'yilgan kyuvetalarni navbat bilan shiqish tirqishning qarshisiga o'rnatadigan 11 buragishlar o'rnatilgan.

Spektrofotometrning ustki qismida yorug'lik manbalarini almashtiruvshi 15 rishag va kerakli fotoelementni o'rnatuvshi 14 buragish o'rnatilgan.

Spektrofotometrning kirish va shiqish tirqishlarining balandligi 15 millimetr bo'lib kengligini to'liq uzunligi birligida 0.15, 0.5, 1.0, 2.5, va 6.5 nanametr gasha o'zgartirish mumkin. Yuqorida aytilganday ularning kengligi bir vaqtda 10 buragish yordamida o'rnatiladi.

Yorug'lik manbalarini almashtirish spektrning 340 dan 350 nanometr-gasha bo'lgan oralig'ida 15 rishagni "D" harfi qarshisidan "N" harfiga (yoki teskari) burash orqali amalga oshiriladi. Bunda yorug'lik manbalarini o'rab turgan g'ilofning ustidagi "D" harfi - deyteriy lampasiga, "N" harfi - sho'g'lanish lampasiga to'g'ri keladi.

Suyuq namunalarni tadqiq qilish ushuni spektrofotometrda kvarts shishasi-dan tayorlangan to'g'ri burshakli kyuvetalar ishlatiladi. Kyuvetalarda suyuqlik qatlaminin g' qalinligi 1,0 sm bo'ladi.

Bir vaqtda to'rtta kyuvetaga suyuqlik quyib ularni maxsus kyuveta ushla-gish orqali karetkaga qo'yish mumkin. Karetka 11 buragish orqali siljtiladi.

Tushayotgan monoxromatik yorug'likning to'lqin uzunligiga qarab 14 buragish orqali mos fotoelement o'rnatiladi. Agar, buragish "F" holatda tursa yorug'lik surma - seziy, "K" holatida esa kislorod - seziy fotoelementlariga tu-shadi.

MPS da fotometrik tablo va o'lshash jarayonini boshqarish ushuni klavia-turalar bor.

### **Spektrofotometrni ishga tayyorlash**

Boshqarish a'zolari (organlari) va tabloda yonib ko'rinadigan sonlar hamda simvollarning xizmat vazifalari.

"Set" ezuvli tugmasha spektrofotometrni yoqishga va o'shinishga xizmat qiladi, uning yuqorisida joylashgan indikator lampasi spektrofotometrning yo-qilganligi haqida ma'lumot beradi.

Buragish 6 yorug'likning kerakli to'lqin uzunligini o'rnatish ushuni xizmat qiladi, uning qiymati esa 5 hisoblash qurilmasidan olinadi.

Buragish 10 tirqishlarning kengligini tanlash ushuni xizmat qiladi. Spektrning ma'lum oralig'ini yozib olishda ularning kengligini o'zgartirishga to'g'ri keladi. Tirqishlarning spektral kengligini qiymatlari spektrofotometr-nin old tomoniga nanometrlarda o'yib yozilgan.

Buragish 11 yorug'lik yo'lga o'lshayanayotgan namunani kiritish va shiqar-ish ushuni xizmat qiladi.

Buragish 12 pardani oshish ("otkr" holati) va yopish ("zacr" holati) ushuni xizmat qiladi.

Buragish 13 orqali, 12 buragish "zacr" holatida turganda, fotoelementlarn-ing yorug'lik tushmagandagi toki (temnovoy tok) kompensatsiya qilinadi (ko'rsatilgan oraliqda bo'lishi ta'minlanadi).

Buragish 14 fotoelementlarni, 15 rishag esa yorug'lik manbalarini al-mashtirish ushuni xizmat qiladi.

MPS ning klaviaturalari spektrofotometrni ishini boshqarish ushuni va kerakli ma'lumotlarni operator tomonidan uning xotirasiga kiritish ushuni ishlatiladi.

"Sh(0)" va "K(1)" tugmalarni bosish orqali yoritilmagan fotoelement hosil qilgan kushlanganlikning ("Sh(0)" da) va standart namunadan (erituvshidan) o'tgan yorug'lik oqimi hosil qilgan kushlanganlikning ("K(1)" da) qiymatlari aniqlanadi. Bu kushlanganliklarning voltlarda o'lshangan qiymatlari fotometrik tabloda yonib ko'rinadi.

" $\tau(2)$ " yoki "D(5)" tugmalarni bosgan vaqtda fotometrik tabloda o'tkazish koeffitsientining va optik zishlikning mos ravishda foizlarda va optik zishlik birliklarida hisoblangan qiymatlari yonib ko'rinadi.

"Ts/R" tugma MPS ni bir marta o'lshaydigan tartibdan ma'lum davr ishida doimiy o'lshab turadigan tartibga (yoki teskarisiga) o'tkazish ushuni xizmat qiladi. MPS qaysi tartibda ishlayotganini indikator lampalari "R" (разовый - bir martali) yoki "Ts" (tsiklichnyy-davriy) yonib ko'rsatib turadi.

Davriy tartibda ishlayotgan MPS da o'lshanayotgan kattaliklarni hisoblash va ularni fotometrik tabloda yonib ko'rinishi har 5 sekunda tugmani qo'shimsha bosmasdan amalga oshiriladi.

"S(4)" va "A(3)" tugmalar spektrofotometrni namunaning kontsentratsiyasini va optik zishlikning o'zgarish tezligini o'lshash tartiblarida ishlashini ta'minlovshi rejimlarni o'rnatadi.

"Sbr", "utv", "[", va "b" tugmalari MPSga u, "S(4)" va "A(3)" rejimlarda ishlayotgan vaqtda kerakli koeffitsientlarning qiymatlarini kiritish va noto'g'ri bo'lgan vaqtda o'shinish ushuni xizmat qiladi. Bu koeffitsientlar MPSning xotirasiga "0"- "9" tugmalar orqali kiritiladi.

Tugmalarni bosgan vaqtda fotometrik tabloning shap qismida MPS ishlayotgan tartibga (rejimga, programmaga) mos keluvshi simvol yonib ko'rinadi.

O'lchash ishlarini bajarish vaqtida va spektrofotometr tekshirilayotganda uning navbatdagi tugmasini 2 sekundan keyin bosish kerak.

### **Spektrofotometrni yoqish**

1.1 Pardani 12 buragishini "zakr" holatga qo'yib fotoelementni yoping (unga yorug'lik tushmasin) va 10 buragish bilan tirqishlarning kengligini 0.15 nm qilib o'rnatang.

1.2 "Set" deb yozilgan tugmashani bosing, bu vaqtda uning ustidagi indikator lampa yonishi kerak. MPSning "pusk" tugmasini bosing, tabloda vergul belgisi yonib ko'rinishi kerak.

## *Fizikaviy tadqiqot usullari*

---

1.3 Rishag 15 "N" holatga qo'yilgan bo'lsa "set" tugmashasini bosganda sho'g'lanish lampasi, agar, u "D" holatda turgan bo'lsa deyteriy lampasi yonishi kerak.

1.4 Spektrofotometrning ish maromi u yoqilganidan 30 daqiqadan so'ng muqimlashadi.

1.5 Spektrofotometr "set" tugmashasini bosish orqali o'shiriladi.

### **Spektrofotometrda ishlash tartibi**

2.1 Spektrofotometrni «spektrofotometrni yoqish» bo'limida ko'rsatilgan qoidalarga amal qilib yoqing.

2.2 Kyuveta ushlagishga o'lshandigan namunalar solingan bittadan ushtagasha kyuveta, to'rtinshi joyga standart (erituvshi) to'ldirilgan kyuveta o'rnatilishi mumkin. Kyuveta ushlagishni kyuveta bo'limidagi karetaga o'rnatish.

2.3 To'lqin uzunliklarini o'rnatadigan buragishni katta to'lqin uzunliklari tomon burab kerakli to'lqin uzunligini o'rnatish. Agar buraganda keragidan katta to'lqin uzunligiga o'tib ketilsa shkalani 5 - 10 nm orqaga surib keyin ehtiyotkorlik bilan kerakli to'lqin uzunligini o'rnatish.

2.4 Tanlangan spektral oraliqda o'lshashni ta'minlaydigan yorug'lik manbaini 15 rishag orqali va shu oraliqqa sezgir bo'lgan fotoelementni 14 buragish orqali o'rnatish.

2.5 Agar kushlanishning kattaligi noma'lum bo'lsa har bir yangi o'lshashdan oldin fotoelementlarni ko'p yorug'lik tushib erta ishdan shiqishini oldini olish ushun tirqishlarning kengligini eng kishik, 0.15 nm qilib o'rnatish kerak.

2.6 Kyuveta bo'limining qapqog'i mahkam yopilgan vaqtda fotometrik tablning ko'rsatishini yozib olish kerak. Kyuveta bo'limining qapqog'ini faqat pardaning buragishi "zakr" holatida turgan vaqtdagina oshish mumkin.

### **O'tkazish koeffitsiyentini o'lchash**

3.1 Buragish 12 ni "zakr" holatga qo'ying.

3.2 "Sh(0)" tugmani bosish, bu vaqtda fotometrik tabloda fotoelementga yorug'lik tushmaganda hosil bo'lgan tokga proporsional bo'lgan kushlanishning voltlardagi qiymati yonib ko'rinadi.

3.3 "Nul" deb belgilangan 13 buragish yordamida fotometrik tablodagi sonning qiymatini 0.05 bilan 0.1 oralig'ida o'rnatish. Tablning ko'rsatishi "Sh(0)" tugmani bir nesha marta bosganda o'zgarmasa yoki oldingi ko'rsatishidan 0.001 dan katta songa farq qilmasa uni yozib oling. Tablning



oxirgi ko'rsatishi MPSning xotirasiga yoziladi va u erda "Sh(0)" tugmani qayta bosgunsha saqlanib turadi.

3.4 Karetkani 11 buragish orqali burab yorug'lik dastasining yo'liga standart (erituvshi) to'ldirilgan kyuvetani to'g'rilang. Standart bo'lmagan vaqtda o'lshash havoga nisbatan bo'ladi.

3.5 Buragish 12 ni "otkr" holatiga qo'ying.

3.6 "K(1)" tugmani bosib, "shel" deb yozilgan buragishni burab fotometrik tabloning ko'rsatishini 0.5 - 5.0 oralikda o'rnating.

Fotometrik tabloda vergulni o'shib yonishini kuzatib (u, bir sekundda bir marta o'shib yonadi) 10 s. dan so'ng yana "K(1)" tugmani bosing.

Eslatma: "K(1)" tugmani bosganda tabloning shap tomonida "1" indeksi yonadi. Agar tabloning ko'rsatishi 5.0 dan katta bo'lsa u vaqtda "P" (peregruzka-kushlanishni normadan ortib ketishi) indeksi yonadi. Bunday paytda yorug'lik o'tayotgan tirqishning kengligini kamaytirish orqali kushlanishni qiymatini pasaytirish kerak.

3.7 " $\tau(2)$ " tugmani bosing, bu holda fotometrik tabloning ko'rsatishi  $100.0 \pm 0.1$  bo'lib, uning shap tomonida "2" indeksi yonishi kerak. Agar tablodagi qiymat  $100.0 \pm 0.1$  dan farq qilsa yana bir marta "K(1)" tugmani bosib 3.6 bandedagi ko'rsatmani bajarish kerak.

3.8 "Ts/R" tugmani bosing, bu vaqtda MPSning "Ts" tartibda ishlayotganini ko'rsatuvshi indikator lampasi yonishi kerak. " $\tau(2)$ " tugmani bosing. Bu vaqtda spektrofotometr o'lshashning davriy tartibiga o'tadi va har 5 sekundda namunani o'lshaydi, hamda o'lshash natijasini tabloda ko'rsatadi.

3.9 Buragish 11 bilan karetkani siljitib yorug'lik dastasining yo'liga navbat bilan o'lshadigan namunalarni qo'ying va tabloda oldingi ko'ringan qiymatdan  $\pm 0.1$  ga farq qilmaydigan o'lshashning natijasi ko'ringanda uni yozib oling.

3.10 Ko'p vaqt davom etmaydigan o'lshashlarda fotoelementga yorug'lik tushmagan vaqtda hosil bo'lgan tokning (temnovoy tok) qiymati o'zgarmasa bu kattalikni MPSning xotirasiga tajribaning boshida bir marta kiritish etarlidir. Bunday vaqtda ikkinshisidan boshlab keyingi hamma o'lshashlar 3.4 bandning ko'rsatmasini bajarishdan boshlanadi.

### **Eritmaning optik zichligini aniqlash**

4.1 3.1 dan 3.6 gasha bo'lgan bandlarning ko'rsatmalarini navbat bilan bajarilg.

4.2 "Ts/R" tugmani bosing, bu holda MPSning davriy ("Ts") tartibda ishlayotganini ko'rsatuvshi indikator lampasi yonishi kerak.

4.3 "D(5)" tugmani bosong, bu holda fotometrik tabloda  $0.000 \pm 0.001$  soni, uning shap tomonida esa "(5)" indeksi paydo bo'ladi.

Agar u, boshqa qiymatni ko'rsatsa, "K(1)" tugmani bosib erituvchidan yoki havodan o'tgan yorug'lik oqimi hosil qilgan tokka proporsional bo'lgan kushlanishning qiymatini MPSning xotirasiga yana bir marta kiritish kerak. Buragish 11 orqali karetkani siljitib yorug'lik nurining yo'liga navbat bilan namunalarni kiriting va fotometrik tabloni ko'rsatishi oldingisidan (bitta namuna ushuni)  $\pm 0.001$  dan katta farq qilmasa, bu natijani yozib oling.

Eslatma: spektrofotometr namunaning optik zichligini o'lshash tartibida ishlayotgan vaqtda MPS optik zichlikni

$$A = -\log \tau$$

formula orqali hisoblaydi, bu yerda  $\tau$  - o'lshayotgan namunaning o'tkazish koeffitsienti (spektrofotometrda shunday harf bilan belgilangan).

### **Optik zichlikning o'zgarish tezligini SF-46 spektrofotometri yordamida aniqlash**

5.1 Pardani buragishini «zakr» holatiga to'g'rilab qo'ying.

5.2 Erituvshi va o'lshadigan eritma quyilgan kyuvetalarni kyuveta ushlagishga o'rnatng.

5.3 Kyuveta ushlagichni kyuvetalar bo'lmasiga o'rnatng.

5.4 «Sh(0)» tugmani bosib «nul» buragishni burab tabloning ko'rsatishini 0,05 - 0,1 oraliqda o'rnatng. «Sh(0)» ni bir nasha marta bosib tabloning keyingi ko'rsatishi oldingisidan 0,001 dan katta songa farq qilmasligiga ishonsh hosil qiling.

5.5 [ va b doimiyliklarni MPSning xotirasiga kiriting. Agar, operator tonidan bu kattaliklar MPSning xotirasiga kiritilmasa MPS bu doimiyliklarning qiymatlarini [ = 0 va b = 1 deb qabul qiladi. MPSga kiritilgan bu kattaliklarning qiymatlari "pusk" tugmani bosgunsha yoki bu kattaliklarning yangi qiymatlarini kiritgunsha uning xotirasida saqlanadi.

MPSning xotirasiga [ kiritish ushuni "I" tugmani bosong, bu vaqtda tabloning shap tomonida [ indeksi va "0.000" soni yonib ko'rinadi. "sbr" tugmani bosong va MPSning "0" - "9" tugmalari orqali [ ning qiymatini kiriting, keyin "utv" tugmani bosong.

Ikkinshi, ya'ni b doimiylikni xotiraga kiritish ushuni, "b" tugmani bosong, bu vaqtda tabloda "b" indeks va "1.000" soni yonib ko'rinadi.

5.6 Yorug'likni yo'liga erituvshi solingan kyuvetani to'g'rilang.

5.7 Pardani buragishini «otkr» holatga o'rnatng.

5.8 «K(1)» tugmani bosib «shel» deb yozilgan buragishni burab fotometrik tabloning ko'rsatishini 0,5 - 5,0 oraliqda o'rnatng. Fotometrik

tabloda vergulning o'shib yonishini kuzatib 10 s. dan so'ng yana «K(1)» tugmani bosib.

5.9 Yorug'likning yo'liga eritma to'ldirilgan kyuvetani to'g'rilang.

5.10 «A(3)» tugmani bosib, bu holda tabloda «b» indeks va «1,000» son yonib ko'rinadi. Bu son o'lshashlar orasidagi vaqt 10 s. qilib tanlanganiga mos keladi.

5.11 Agar, o'lshashlar orasidagi vaqtни o'zgartirish zarur bo'lsa «sbr» tugmani bosish kerak.

5.12 O'lshashlar orasidagi kerakli vaqtни «1» dan to «9» gasha bo'lgan tugmalardan birini bosib o'mating. Shunday yo'l bilan o'lshashlar orasidagi vaqtни 10 s. dan 90 s. gasha qilib tanlash mumkin.

5.13. «Utv» tugmani bosib, bu holda fotometrik tabloning shap tomonida «3» indeksi yonadi o'ng tomonida esa birortasi yonmaydi.

O'rnatilgan vaqt o'tgandan so'ng tablning o'ng tomonida optik zichlikning son qiymati yonib ko'rinadi, uni yozib oling.

Davriy maromda (rejimda) ishlash mumkin, bu holda optik zichlikning keyingi qiymati o'lshanayotgan vaqt oralig'ida oldingi qiymatiga nisbatan o'zgarishini ko'rsatadi.

Optik zichlik o'zgarishining tezligini hisoblash quyidagi formula bo'yisha amalga oshiriladi.

$$\Delta = \frac{\left( \frac{A_2 - A_1}{\Delta t} \cdot 60 - \right)}{b}$$

Bu yerda  $\Delta$  - optik zichlikning 1 minut ishidagi o'zgarishi,  $A_1$ ,  $A_2$  lar mos ravishda optik zichlikning  $\Delta t$  vaqtning boshidagi va oxiridagi qiymatlari.

Operator tomonidan sekund birligida kiritiladigan vaqt oralig'i mikroprotessor tomonidan minutga aylantiriladi.

### **2.3.3. OPTIZEN III SPEKTROFOTOMETRNING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPI**

Optizen III spektrofotometri yorug'likning ultrabinafsha va ko'rinadigan sohaslarida ishlatish uchun mo'ljallangan. Optizen III ni yorug'likning ko'rinadigan sohasida ishlashini volfram-galogen va ultrabinafsha sohada ishlashini esa deyteriy yoritgichlari ta'minlaydi.

Optizen tipidagi spektrofotometrlarda suvli eritmalarining oddiy analizidan tortib to murakkab biokimyoviy tadqiqotlarga bo'lgan turli o'lchashlarni katta aniqlikda bajarish mumkin.

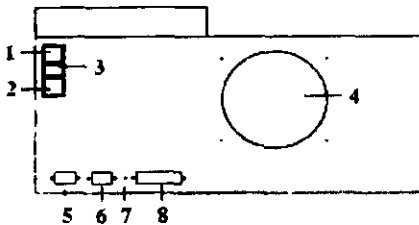
## *Fizikaviy tadqiqot usullari*

Asbobni shaxsiy kompyuterga ulash mumkin. Uning Optizen View programmasi Windows-95/98 muhitida ishlab, asbob ishini nazorat qilish, o'lchash natijalarini qayta ishlashga imkon yaratadi.

### **Spektrofotometrning texnik xarakteristikallari**

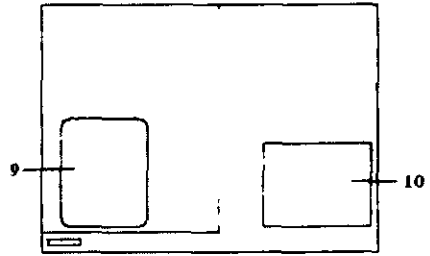
To'lqin uzunliklari oralig'i, nm	190-1100
Spektr polosasining kengligi, nm	<1
To'lqin uzunligini o'rnatish-aniqligi, nm	±0,2
O'rnatilgan to'lqin uzunligining takrorlanishi, nm	±0,005
Monoxromatorda 1200 shtrix/mm li golografik difraksion panjara o'rnatilgan.	
Spektrga yoyish tezligi, nm/min	sekin, o'rtacha, tez; — 3000
Sochilgan yorug'lik miqdori, 220 va 340 nm larda	0,005 %T
Fotometrik kattaliklarni o'lchash oralig'i:	
Optik zichlik	-0,3-3,0
O'tkazish koeffitsiyenti	0-125 %
Shovqin darajasi, 220 va 340 nm larda	0,0002 A
Fotometrik kattaliklarni o'lchash aniqligi;	
Optik zichlik bo'yicha	±0,003
O'tkazish koeffitsiyenti bo'yicha	1 foizdan kam
Dreyf (siljish), 340 nm da	0,002 A/soat,
O'lchash natijasining vaqt bo'yicha turg'unligi	±0,002 A/soat
Yorug'lik manbalari	galogen va deyteriy lampalari
Display turi	suyuq kristalli (LCD) rangli displey
Namunalar o'rnatiladigan bo'lma	8-o'rinli ko'p kyuvetali avtomatik bo'lma
To'lqin uzunligini orqaga qaytarish tezligi	1200 nm/min
Asbob o'lchaydigan kattaliklar:	optik zichlik, o'tkazish koeffitsiyenti % va konsentratsiya
Standart amallar	o'lchash natijasini umumiy holda ko'rish, darajalash chizig'ini chizish, yutilish koeffitsiyentini (ekstinktsiya) topish, kinetik kattalik
Energiya ta'minoti	220 V, 60 Gts
O'lchamlari, mm	490x430x235.

Spektrofotometr quyidagi qismlardan tashkil topgan: yoritish manbai, monoxromator, kyuvetalar bo'lmasi, elektron hisoblash mashinasi, displey va klaviatura. Spektrofotometrning tashqi ko'rinishi quyidagi sxemalarda ko'rsatilgan:



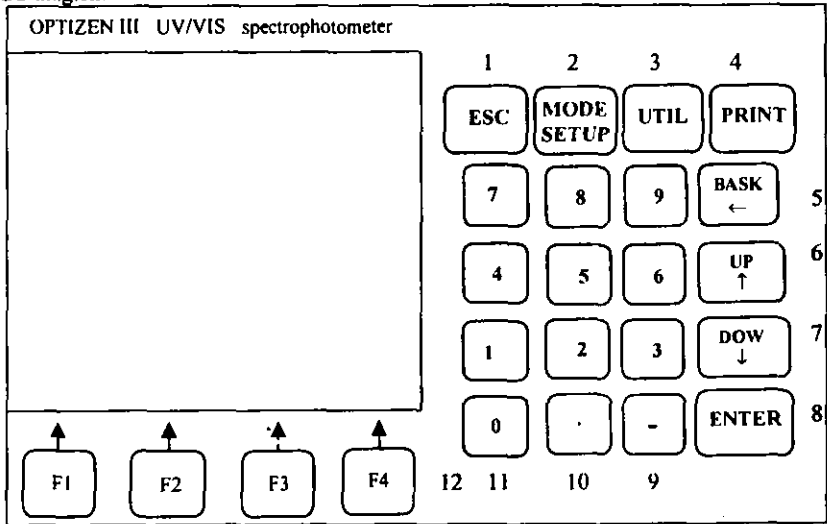
2.10 - rasm. Asbobning orqa tomoni:

1 – o‘chirib-yoqish tugmasi; 2 – elektr energiya bilan ta‘minlovchi kabelni ulash joyi; 3 – saqlagich; 4 – sovtgich; 5 – kompyuterga ulash uchun 9 Pin RS-232C ulagich; 6 – qo‘shimcha asboblarga ulash uchun 9 Pin RS - 232C ulagich; 7 – LCD-displey ekranining yoritish darajasini sozlagich; 8 – printerga ulash uchun 25 Pin RS-232C ulagich.



2.11 - rasm. Asbob yuqori qismining ko‘rinishi:

9 – kyuvetalar bo‘lmasi, 10 – LCD-displey va klaviatura.



2.12-rasm. Optizen III spektrofotometr displaying ekrani va klaviaturasini ko‘rinishi.

### 2.3.3.1. ASOSIY AMALLAR

1. Spektrofotometrni yoqish. Elektr toki keladigan kabelni manbaga ulang va asbobning orqasidagi o‘chirib-yoqadigan tugmani “ON” holatga bo-

## ***Fizikaviy tadqiqot usullari***

sing. Displeyda Optizen III ning belgisi ko'ringach initsializatsiya boshlanadi va asbobning holati tekshiriladi. Agar, xato topilmasa ekranda asosiy oyna paydo bo'ladi (2.13 - rasm).

Initsializatsiya taxminan 20 sekund davom etadi. Asbobning turg'un rejimda ishlashini ta'minlash uchun yoqilgandan keyin 30 daqiqa isitish kerak.

**2. Tugmalar bilan ishlash.** Asbobning yozuvli tugmalari quyidagi amallarni (ishlarni, funktsiyalarni) bajaradi:

1. [ESC] – rejimdan chiqish yoki kiritilgan ma'lumotni bekor qilish.
2. [MODE SETUP] – tegishli o'lchash rejimini o'rnatish.
3. [UNIL] – utilitalar rejimiga o'tish.
4. [PRINT] – natijani qog'ozga bosish.
5. [BACK] – kiritilgan qiymatni tuzatish.
6. [UP] – keyingi kyuvetaning tartib raqamini tanlash.
7. [DOWN] – oldingi kyuvetaning tartib raqamini tanlash.
8. [ENTER] – kiritishni tasdiqlash yoki ma'lum bir amalni bajarish.
9. [-] – minus belgisini kiritish.
10. [.] – nuqta belgisini kiritish.
11. 0 - 9 – 0 dan 9 gacha bo'lgan sonlarni kiritish.
12. F1 – F4 – ma'lum bir o'lchash rejimiga doir har xil amallarni bajarish.

### **3. O'lchash usulini tanlash**

MAIN MENU	OPTIZEN by DS MBEASYS
<ol style="list-style-type: none"><li>1. ABS/%T/CONC</li><li>2. SURVEY SCAN</li><li>3. STANDARD CURVE</li><li>4. ABS RATIO</li><li>5. KINETICS</li><li>6. COMMUNICATION</li></ol>	
<b>To select option, press number of selection.</b>	

2.13 - rasm. Asbobning asosiy oynasi.

Asosiy oynada o'lchash usullari va ularning tartib raqami ko'rsatilgan. O'lchash usulini tanlash uchun, klaviaturadan unga mos keladigan raqam yozilgan tugmani bosish kerak.

Bir usuldan ikkinchi usulga o'tganda oldingi usulga tegishli ma'lumotlar protsessorning xotirasida saqlab qolinadi.

Odatda, ekran yuqori qismining chap tomonida sarlavha, o'ng tomonida esa ma'lumotlar haqida axborot, bosib chiqish holati va kyuvetaning tartib raqami joylashgan bo'ladi. Markazda esa grafiklar yoki o'lchashlarning tafsilotlari joylashadi. Ekraning pastki qismida tushuntirish, buyruq va bajariladigan amallar (funktsiyalar) uchun menyu joylashgan.

**4. Kyuveta tanlash usuli.** Kyuvetalarni bo'lmasiga bir vaqtda 8 ta kyuveta joylashtirish mumkin. Kyuvetalarning o'rni "B, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7" raqamlari bilan belgilangan va ularni tanlash uchun [UP] (yuqoriga), [DOWN] (pastga) tugmalari ishlatiladi.

Esingizda tursin, «B» o'rin standart namuna (erituvchi yoki taqqoslash eritmasi) quyilgan kyuveta uchun ishlatiladi.

### 2.3.3.2. UTILITALAR (FOYDALI AMALLAR, MASLAHATLAR)

Klaviaturadagi [UTIL] tugmani bosganda ekranda 2.14 - rasmdagi oyna ko'rinadi.

ABS/%T/CONC SELECT UNIT	600.0 nm	SLO.: L0 INT.: 0.0	1
1. C	9. mmol/L		
2. PPI	10. ng/mL		
3. PPE	11. ng/L		
4. PPII	12. I.U.		
5. ng/mL	13. g/L		
6. µg/mL			
7. µg/L			
8. mol/L			
Insert New unit number : 3			

UTILITIPS	OPTIZEN by DS MECASYS
<p>1. Lamp Change WL : 370.nm</p> <p>2. Lamp Saving Mode : OFF</p> <p>3. LCD Back light : ON</p> <p>4. Cell Holder Speed : SLOW</p> <p>5. Select Unit</p>	
<p>To change item, press number of selection. Press ESC to return.</p>	

2.14 - rasm. Utilitalar oynasining ko'rinishi.

2.15 - rasm. Birlik tanlash oynasi.

**1. Yorug'lik manbaini o'zgartirish (Lamp change WL).** Optizen 111 ni yorug'likning ko'rinadigan sohasida ishlashini volfram-galogen va ultrabinafsha sohasida ishlashini esa deyteriy yoritgichlari ta'minlaydi. O'lchayotganda, deyteriy yoritgichi chiqaradigan yorug'lik bilan volfram-galogen lampasi

chiqaradigan yorug'lik sohalari ajratadigan to'lqin uzunligini kiritish mumkin. Bu to'lqin uzunligi 350 va 470 nm orasida bo'lishi lozim. Oldindan o'rnatilgan to'lqin uzunligining qiymati 370 nm.

2. **Yoritgich sarflayotgan energiyani tejash rejimi (Lamp Saving Mode).** Bu rejim, ishlatilmayotgan yoritgichni avtomatik ravishda elektr manbaidan uzadi. Yoqilgan holda (ON), to'lqin uzunligi ko'rinadigan → ultrabinafsha yoki ultrabinafsha → ko'rinadigan sohalarga o'zgarganda, yoritgichlarni ma'lum muddat sovutish lozim.

3. **LCD displeyni yoritish (LCD Back-light).** Displeyning orqa tomonida joylashgan yoritgichni o'chirish yoki yoqish orqali ekranni yoritilganlik darajasini o'zgartirish mumkin.

4. **Kyuvetani almashtirish tezligi (Cell Holder Speed).** Kyuvetalar o'rnatilgan stolchanning aylanish tezligini tanlash. Klaviaturadan [4] raqamli tugmani bosib tegishli tezlikni o'rnatish mumkin. Sekin (Slow) rejimi o'rnatilganda natijalarning aniqligi ko'proq bo'ladi.

5. **Birlik tanlash (Select Unit).** Qaysi birliklar borligi va ularning tartib raqamlari 2.15 - rasmdagi oynada keltirilgan. Tegishli birlikni tanlash uchun klaviaturadan uning tartib raqami yozilgan tugmani bosish kerak. Masalan, konsentratsiyaning birligi tanlangandan so'ng o'lchash natijalari qayd qilinadigan konsentratsiya ustuniga S harfi o'rniga tanlangan birlik yoziladi.

#### **O'lchash usullari va ularni o'rnatadigan amallar**

Asbobda amalga oshirish mumkin bo'lgan o'lchash usullariga eritmaning elektron yutilish spektrini (SURVEY SCAN) olish, optik zichlik, o'tkazish koeffitsiyenti va konsentratsiyani (ABC/%T/CONC) o'lchash, darajalash grafigi (STANDARD CURVE) yordamida konsentratsiyani o'lchash, optik zichliklar nisbatini o'lchash (ABS RATIO) va kimyoviy REAKSIYAlarning kinetik kattaliklarini o'lchash (Simple Kinetics) kiradi.

#### **2.3.3.3. OPTIK ZICHLIK, O'TKAZISH KOEFFITSIYENTI VA KONSENTRATSIYANI O'LCHASH USULI (ABC/%T/CONC)**

Bu usulda o'lchash ishlarini bajarish uchun display ekranida asbobning asosiy oynasi (2.13 - rasm) ko'ringan vaqtda klaviaturaning [1] raqami yozilgan tugmasini bosish kerak. Ekranda 2.16 - rasmda ko'rsatilgan oyna paydo bo'ladi.

1. **O'lchash usulining oynasi va boshlang'ich qiymatlar (2.16 - rasm) (Test Mode Screen & Initial Values)**



Bu usul to'lqin uzunligi va kyuvetani tanlab, optik zichlik, o'tkazish koef-fitsiyenti va konsentrasiyani o'lchashga imkon beradi.

Boshlang'ich qiymatlar quyidagicha:

- Kyuveta - 0(V)
- To'lqin uzunligi - 600.0 nm
- Slope - 1.00
- Y-Intercept - 0.00

PROGRAMING SELECTION	YOU CAN SELECT 0-9 WL & 1-7 CELL
	1. To Select WL 2. Clar All WL Data 3. To Select Cell 4. To Select SW : OFF
To select item, press number of selection. Press ESC to return	

2.16 - rasm.

ABS/%T/CONC		600.0 nm		SLO.: 1.0	INT.: 0.0
TN	C	WL	ABS	%T	C
1	1	600.0	1.612	2.44	1.612
2	1	600.0	1.734	1.84	1.734
3	1	600.0	1.865	1.36	1.865
4	1	600.0	1.931	1.16	1.931
5	3	600.0	0.697	20.84	0.697
6	3	600.0			

Ready...

NEW WL	MEASURE	FACTOR	MFAS S
--------	---------	--------	--------

2.17 - rasm.

2.16 - rasmga izoh

- TN - Test (o'lchashning) tartib raqami
- C - Kyuvetaning tartib raqami
- WL - Namunaga tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi
- ABS - Optik zichlik (A)
- %T - O'tkazish koefitsienti
- C - Konsentrasiya

**2. O'lchash (qadam-baqadam) Measure (Step by Step)**

1. O'lchashlar o'tkaziladigan yangi to'lqin uzunligini kiriting [NEW W.L.], buning uchun [F1] tugmani bosing. Tegishli to'lqin uzunligining nanometrlardagi qiymatini klaviaturadagi raqamlar yozilgan tugmalarni bosish orqali kiriting (masalan, 600.0 nm.) va [ENTER] tugmani bosing.

2. Kyuvetaning tartib raqamini tanlang ([DOWN] va [UP] tugmalar yordamida).

3. [MEASURE] amalining qarshisidagi [F2] tugmani bosing. Asbob o'lchash ishini amalga oshiradi va uning natijasi ekranda jadval ko'rinishida qayd qilinadi.

4. Tanlangan har bir to'liqin uzunligi uchun yuqoridagi amallar takrorlanadi. Shuning uchun o'lchash usuli qadam-baqadam deb atalgan.

5. Darajalash (standart) chizig'i bo'yicha kontsentratsiyani o'lchash (Measure by Standard Curve).

[MEAS.S]-ni bosing. Bu rejimda darajalash chizig'i avvaldan saqlangan bo'lishi lozim. Oynada [MEAS.S] menyusi chiqishi uchun (2.16 - rasm) 2.18 - rasmdagi oynada Scroll Mode: yozuvining qarshisida "OFF" yozuvi bo'lishi kerak, aks holda ekranda 2.22 - rasmdagi oyna ko'rinadi. [MEAS.S] menyusi bilan namunaning kontsentratsiyasini o'lchaganda yorug'likning yo'lga tegishli kyuvetani o'rnatish [UP] va [DOWN] tugmalarni bosish orqali amalga oshiriladi.

**4. Programma bo'yicha o'lchash rejimi (User Programming Measure)**

1. Rejim tanlash oynasidan dastur bo'yicha o'lchash rejimini tanlang. Buning uchun, klaviaturadan [MODE SETUP] deb yozilgan tugmani bosing, ekranda "ABS/%T/CONC MODE SETUP" oynasi (2.18 - rasm) ochiladi.

2. Klaviaturadan [2] raqamli tugmani bosing, ekranda "PROGRAMMING SELECTION" oynasi ko'rinadi (2.19 - rasm).

3. To'liqin uzunliklarini kiriting (maksimum 10 ta). Buning uchun [1] raqamli tugmani bosing. Ekranda 2.20 - rasmdagi oyna paydo bo'ladi. [ENTER] tugmani bosing, ekranning pastida "Insert wavelength" (to'liqin uzunligini kiriting) yozuvi chiqadi. Tanlangan to'liqin uzunligining qiymatini klaviaturadan kiriting va [ENTER] ni bosing. Har bir to'liqin uzunligi shunday yo'l bilan kiritiladi. To'liqin uzunliklari tanlangach [ESC] tugmasini bosing, ekranda 2.19 - rasmdagi oyna ko'rinadi.

4. Kyuvetaning tartib raqamini tanlang. Klaviaturadan [3] raqamli tugmani bosing, ekranda 2.21 - rasmdagi oyna paydo bo'ladi. Qaysi kyuvetaga namuna quyilgan bo'lsa, ularning qarshisida "ON" yozuvi bo'lishi kerak. Buning uchun [ENTER] tugmani bosing. Kyuveta o'rnatilmagan yacheyka nomerining qarshisida "OFF" yozuvi bo'lishi kerak, buning uchun [ESC] tugmani bosing. Kyuvetalar tanlangandan so'ng yana bir marta [ESC] tugmani bosib 2.19 - rasmdagi oynaga qayting.

5. [4] raqamli tugmani bosib To Select SW-ni "ON" holatga keltiring.

6. [ESC] tugmani bosib TEST rejimiga qayting, ekranda 2.22 - rasmdagi oyna paydo bo'ladi va o'lchash uchun [F2] tugmani bosing.

ABS/%T/CONC rejimida eritmaning konsentratsiyasi o'lchanganda uning qiymati optik zichlik bilan bir xil chiqadi. Ekranda ko'rinadigan jadvalning ABS va C ustunlaridagi qiymatlar bitta eritma uchun bir xil bo'ladi. Bu hol 2.16, 2.22, 2.23 va 2.24 - rasmlarda ko'rsatilgan oynalarda ko'rinib turibdi.

Buning sababi spektrofotometr kompyuterining xotirasiga kiritilgan to'g'ri chiziq koeffitsientlarining boshlang'ich qiymatlaridir. Bu qiymatlar 2.16, 2.22, 2.23 va 2.24 - rasmlardagi oynalarning yuqori qismini o'ng tomonida ko'rinib turibdi, ya'ni SLO: 1.0 (yoki A) va INT: 0.0 (yoki B). Eritma konsentrasiyasining qiymati to'g'ri bo'lishi uchun standart eritmalarining konsentrasiyalari va o'lgangan optik zichliklari orasidagi bog'lanishni ifodalovchi darajalash grafigi quriladi. Grafikdan shu chiziqning koeffitsiyentlari A (SLO) va B (INT) lar topiladi. Bu qiymatlar 2.24 - rasmda ko'rsatilgan oynadagi SLOPE va Y-INT menyulari yordamida kompyuterining xotirasiga kiritiladi. Eritmalarining optik zichliklari yana bir marta o'lchanadi, bu safar jadvalning konsentrasiya ustunida ko'ringan raqamlar haqiqiy konsentrasiyani ko'rsatib optik zichlikdan farq qiladi.

**Rejimni o'rnatish (Mode Setup).** O'lchashning ABS/%T/CONC usulida 2.18 - rasmdagi oynada ko'ringan 4 amalni bajarish mumkin.

ABS/%T/CONC MODE SETUP	600.0 nm	SLO.: LB	0.0	[1]
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clear Data</li> <li>2. Programming Mode : OFF</li> <li>3. Single Cell Mode : OFF</li> <li>4. Scroll Mode : OFF</li> </ol>				
To change item, press number of selection. Press ESC to return.				

2.18 - rasm.

PROGRAMING SELECTION	YOU CAN SELECT 0 - 9 WL & 1 - 7 CELL
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. To Select WL</li> <li>2. Clear All WL Data</li> <li>3. To Select Cell</li> <li>4. To Select SW : OFF</li> </ol>	
To select item, press number of selection. Press ESC to return	

2.19 - rasm.

**Ma'lumotlarni o'chirish (Clear Data).** ABS/%T/CONC usuliga tegishli ma'lumotlarni o'chirish uchun, klaviaturadagi [1] raqamli tugmani bosib 2.19 - rasmdagi oynadan To Select Cell yozuvni tanlang. Buning uchun klaviaturadan [3] raqamli tugmani bosib, ekranda 2.17 - rasmdagi oyna ko'rinadi. [ESC] (OFF - o'chirilgan) va [ENTER] (ON - yoqilgan) tugmalarni bosib namuna qo'yiladigan kyuvetalarni tanlang.

**Dasturli rejim (Programming Mode).** Bu rejimda bir nechta to'lqin uzunliklarda va bir nechta kyuvetalardan foydalanib o'lchash mumkin.

To'lqin uzunligini kiritish oynasining ko'rinishi 2.20 - rasmda ko'rsatilgan. Bu erda o'nta (WL0-WL9) to'lqin uzunligining qiymatlarini kiritish mumkin. Buning uchun, dasturli rejim "Programming Select WL" oy-

## Fizikaviy tadqiqot usullari

nasining pastki qismidagi "Insert Wavelength: \_ nm" «to'lqin uzunligini kiriting» deb yozilgan joyiga tanlangan to'lqin uzunliklarining qiymati navbat bilan raqamli tugmalarni bosish orqali kiritiladi.

PROGRAMING SELECT WL.	YOU CAN SELECT 0-9 WL. & 1-7 CELL
WL0 : 500.0 nm	
WL1 : 550.0 nm	
WL2 : 600.0 nm	
WL3 : 650.0 nm	
WL4 : 700.0 nm	
WL5 : 750.0 nm	
Insert Wavelength : _ nm	

2.20 – rasm. To'lqin uzunliklarining qiymatlarini kiritish oynasining ko'rinishi.

PROGRAMING SELECT CELL	YOU CAN SELECT 0-9 WL. & 1-7 CELL
CELL1 : OFF	
CELL2 : ON	
CELL3 : OFF	
CELL4 : ON	
CELL5 : OFF	
CELL6 : ON	
CELL7 : ON	
If you want to select this cell, Press ENTER, else Press ESC.	

2.21 – rasm. Kyuveta tanlash oynasining ko'rinishi.

Bu erda [ENTER] bilan 1 dan 7 gacha bo'lgan kyuvetalarning tartib raqamini tanlashingiz mumkin. Tanlangan kyuveta "ON" bilan belgilanadi. Tanlashni bekor qilish uchun [ESC] tugma ishlatiladi. Tanlanmagan kyuveta "OFF" bilan belgilanadi.

**Ro'yxat (Scroll) rejimini o'chirish/yoqish.** Yoqilgan holda, [F3]/[F4] tugmalar test rejimida yuqoriga/pastga (UP/DOWN) amalini bajaradi. Bu holda oynada (2.22 - rasm) ko'rinadigan ma'lumotlar pastga/yuqoriga siljiydi.

**Bitta kyuveta rejimi (Single Cell Mode).** Ko'p-kyuveta ishlatiladigan rejimdan bitta kyuvetaga o'tganda bu rejim o'rnatiladi (ON). Bu rejim tanlanganda [Autozero] funktsiya qo'shiladi (2.23 - rasm).

**To'lqin uzunligini tanlash (Selecting Wavelength).** To'lqin uzunligini tanlang. Oldindan o'rnatilgan qiymat 600.0 nm. Agar, boshqa to'lqin uzunligi bilan o'lchamoqchi bo'lsangiz uni "ABS/%T/CONC-TEST" oynasida [F1] tugma yordamida kiriting. To'lqin uzunligi qiymatining chegarasi 190.0 – 1100.0 nm orasida. Agar, bu oraliqqa tegishli bo'lmagan to'lqin uzunligini kirsangiz ekrandagi raqam o'zgar olmaydi. Ekranni yuqori-o'rta qismida eng oxirda tanlangan to'lqin uzunligining qiymati, markaziy qismida esa testlarga tegishli to'lqin uzunligining qiymati joylashgan.

ABS/%I/CONC		346.5 nm		SLO.: 1.0		
TEST				INT.: 0.0	1	
IN	CN	WL	ABS	%I	C	
1	1	346.5	3.612	0.02	3.61	
2	1	346.5				
Ready...						
NEW WL		MEASUREMENT		UP	DOWN	

2.22 - rasm.

ABS/%I/CONC		346.5 nm		SLO.: 1.0		
TEST				INT.: 0.0	1	
IN	CN	WL	ABS	%I	C	
1	1	346.5	3.612	0.02	3.61	
2	1	346.5				
Make AUTOZERO!						
NEW WL				AUTOZERO		

2.23 - rasm.

### Koeffitsiyentni o'rnatish (Factor Setup)

ABS/%I/CONC		346.5 nm		SLO.: 1.0		
TEST				INT.: 0.0	1	
IN	CN	WL	ABS	%I	C	
1	1	346.5	3.612	0.02	3.61	
2	1	346.5				
Press ESC to abort.						
SLOPE				Y-INT.		

2.24 - rasm.

To'g'ri chiziqning koeffitsiyentlari foydalanuvchi tomonidan kiritilishi mumkin. Bu o'lchash usulida [FACTOR] amali orqali kiritilgan koeffitsiyentlar bilan tegishli konsentrasiyani hisoblash mumkin.

$$ABS = B + A \cdot C$$

Bu yerda, ABS - yutilish (optik zichlik - A), C - konsentrasiya, A va B to'g'ri chiziqning koeffitsiyentlari. A va B larning o'zgarish sohasi: -99.99 dan

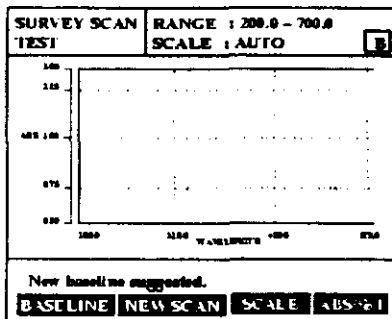
to +99.99 gacha. Bu erda B eritmaning konsentrasiyasi nolga teng bo'lgandagi optik zichligining qiymati, A esa konsentrasiya o'qi (abstsissa) bilan to'g'ri chiziq orasidagi burchakning tangensi.

SLOPE - A, Y-INT - B.

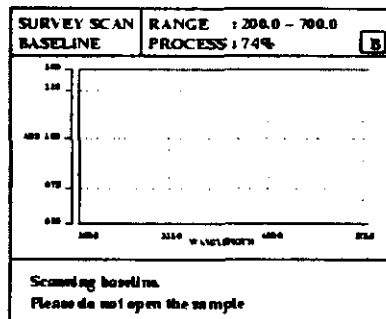
### 2.3.3.4. ELEKTRON YUTILISH SPEKTRINI OLISH (SURVEY SCAN)

Bu usul bilan ma'lum to'lqin uzunliklari oralig'ida namunaning elektron yutilish spektrini olish mumkin. Buning uchun ko'rsatilgan amallarni quyidagi tartibda bajarish kerak.

1. Asbobning asosiy oynasidan (2.13 - rasm) «SURVEY SCAN» rejimini tanlang, buning uchun klaviaturadagi [2] raqamli tugmani bosing. Ekranida SURVEY SCAN TEST oynasi (2.25 - rasm) ko'rinadi.



2.25 - rasm.



2.26 - rasm.

2. Asbobning shu rejimda ishlashi uchun zarur bo'lgan kattaliklarning boshlang'ich qiymatlarini kiritish uchun klaviaturaning [MODE SETUP] tugmasini bosing. Ekranida 2.30 - rasmda ko'rsatilgan oyna ko'rinadi.

3. O'lchanadigan kattalikni tanlang. Klaviaturaning [1] raqamli tugmasini bosish orqali eritmaning optik zichligi (ABS) yoki o'tkazish koeffitsiyentini (T, %) o'lchashni tanlash mumkin. Tanlangan kattalik 1. MODE yozuvining qarshisida paydo bo'ladi. Oldindan o'rnatilgan kattalik - ABS (optik zichlik).

4. O'lchash oralig'ining boshlang'ich to'lqin uzunligini tanlang. Buning uchun klaviaturaning [2] raqamli tugmasini bosing. Oynaning pastki qismida Insert start wavelength : \_ nm yozuv paydo bo'ladi. Klaviaturadagi raqamli tugmalar orqali boshlang'ich to'lqin uzunligining qiymatini kiriting va [ENTER] tugmani bosing. Ekrandagi 2. Start Wavelength yozuvining qarshisida hozir kiritilgan son ko'rinadi. Oldindan o'rnatilgan qiymat - 200.0 nm.

5. O'lchash oraliq'ining oxirgi to'lqin uzunligini tanlang. Buning uchun klaviaturadagi [3] raqamli tugmani bosing. Oynaning pastki qismida "Insert stop wavelength : \_ nm" yozuv paydo bo'ladi. Raqamli tugmalar yordamida oraliqning oxirgi qiymatini kiriting va [ENTER] tugmani bosing. Ekrandagi 3. Stop Wavelength yozuvining qarshisida hozir kiritilgan son ko'rinadi. Oldindan o'rnatilgan qiymat - 700.0 nm.

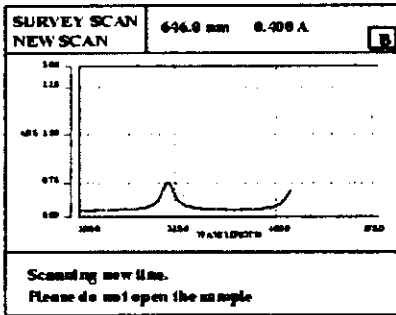
6. Klaviaturadagi [ESC] tugmani bosing, ekranda 2.25 - rasmda ko'rsatilgan oyna paydo bo'ladi. Oyna yuqori qismining o'ng tomonida tanlangan oraliqning boshlang'ich va oxirgi to'lqin uzunliklari, kyuveta o'rnatilgan joyning raqami paydo bo'ladi.

7. Kyuvetalar bo'lmasining qopqog'ini ochib erituvchi quyilgan kyuvetani (agar, toza suyuqlik o'lchanayotgan bo'lsa bo'sh kyuvetani) «B» yozuvli joyga, eritmalarini esa tartib bilan 1, 2, 3, ....7 raqamli o'rinlarga o'rming. Kyuvetaning kvartsdan tayyorlangan tiniq oynalarini yorug'lik kiradigan va chiqadigan tomonlarga to'g'rilab qo'ying. Bo'lmaning qopqog'ini yoping.

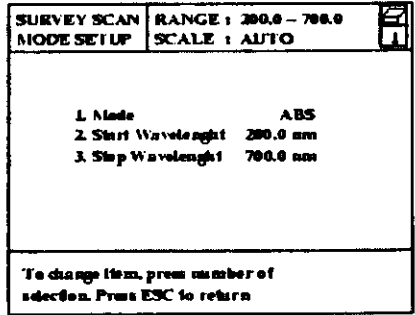
8. [BASELINE] amalining pastidagi [F1] tugmani bosing. Bu holda difraksion panjara tanlangan oraliqning boshlang'ich to'lqin uzunligiga to'g'ri keluvchi holatda o'rnatiladi. Eritmadan o'tayotgan monoxromatik nurning intensivligi  $I_0$ , 100% ga to'g'rilab olinadi. Chunki optik zichlik  $A = \lg I_0/I$ .

[SURVEY SCAN] rejimida yangi eritmaning elektron yutilish spektrini olish uchun albatta [BASELINE] amalidan foydalanish kerak. Bir marta [BASELINE] ni bosib bir nechta eritmaning spektrini olish mumkin emas.

Skan qilish jarayonida ya'ni, tanlangan oraliqdagi yorug'lik nurlarini kyuvetadan navbat bilan o'tkazish jarayonida 2.26 - rasmdagi oyna ko'rinadi. Ekraning yuqori o'ng qismida PROCESS yozuvining qarshisida 0 dan 100% gacha bo'lgan sonlar paydo bo'ladi. Bu jarayon tugagandan so'ng ekraning pastida «Please do not open the sample» (namunalar bo'lmasining qopqog'ini ochmang) yozuvining o'miga "Ready..." (tayyor) yozuvi chiqadi.



2.27 - rasm.



2.28 - rasm.

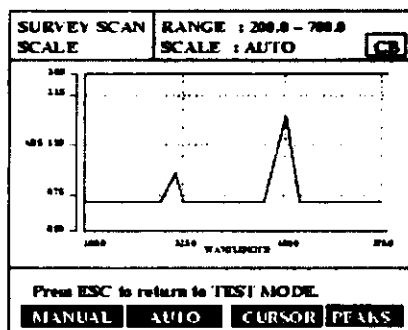
## Fizikaviy tadqiqot usullari

9. Yorug'likning yo'liga eritma quyilgan kyuvetani o'rnating. Buning uchun «B» yozuvi o'rniga shu kyuveta o'rnatilgan joyning tartib raqami ko'ringuncha [UP] tugmani bosish kerak. [NEW SCAN] yozuvining pastidagi [F2] tugmani bosing, ekranda 2.27 - rasmdagi oyna ko'rinadi. O'lchash davomida displeyning yuqori qismida namunaga tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunligining va shu nur uchun eritmaning optik zichligi yoki o'tkazish koeffitsiyentining qiymatlari ko'rinadi. Markaziy qismida esa optik zichlikning yoki o'tkazish koeffitsiyentining to'lqin uzunligiga bog'liqlik grafigi chiziladi. Skan qilish jarayoni tugagach, ekran maydonidan optimal foydalanish uchun grafik qaytadan chiziladi. Bu grafik eritmaning elektron yutilish spektri bo'ladi.

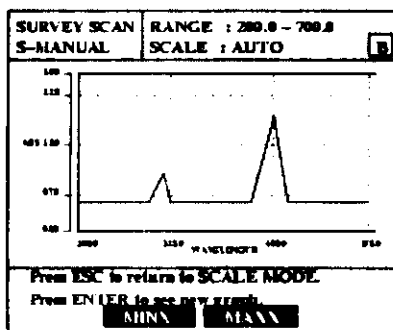
10. Eritmadagi yutuvchi zarracha eng ko'p yutayotgan yorug'likning to'lqin uzunligini, ya'ni yutilish polosasining maksimumini  $\lambda_{max}$  toping. Buning uchun, grafikning pastki qismida ko'rinib turgan [SCALE] (masshtab) amalining ostidagi [F3] tugmani bosing, ekranda 2.29 - rasmdagi oyna ko'rinadi. [CURSOR] amalining pastidagi [F3] tugmani bosing, bu holda ekranda 2.31 - rasmdagi oyna ko'rinadi.

11. Ekran pastidagi «→» buyruqni ko'rsatib turgan [F3] tugmani bosing. Bu holda grafikning A (yoki T, %) o'qiga parallel bo'lgan chiziq o'ngga qarab 1 nmga siljiydi, ekranning yuqorisida esa shu chiziq turgan nuqtadagi to'lqin uzunlik va unga mos keluvchi optik zichlikning (yoki T, %) qiymati ko'rinadi. Kursorni chappa yoki o'ngga siljitib eng katta optik zichlikni va unga mos keluvchi to'lqin uzunlikni topish mumkin. [←P\_V] va [P\_V→] amallar eng katta-kichik qiymatlarni qidirish uchun ishlatiladi.

12. Spekrtning ba'zi muhim joylarini sinchiklab ko'rish uchun [MANUAL] amalidan foydalanish mumkin (2.29 - rasm). Amal qarshisidagi [F1] tugmani bosing, ekranda 2.30 - rasmdagi oyna paydo bo'ladi.



2.29 - rasm.

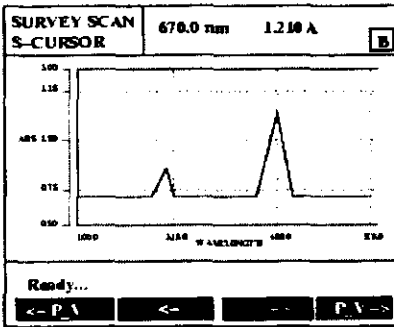


2.30 - rasm.

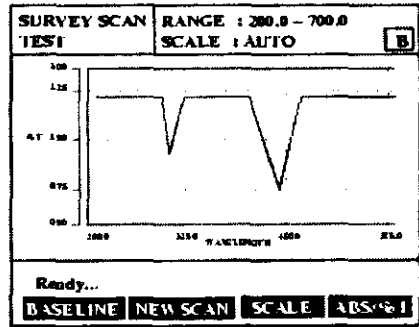


13. To'lqin uzunligining sinchiklab ko'rish zarur bo'lgan oraliq'ini tanlang. Buning uchun [MINX] qarshisidagi [F2] tugmani bosib, ekranning pastida "Insert minimum x : \_" (x ning eng kichik qiymatini kiriting) yozuvi chiqadi. Klaviaturadan oraliqning eng kichik to'lqin uzunligini kiriting. [F3] tugmani bosib, ekranning pastki qismida "Insert maximum x : \_" (x ning eng katta qiymatini kiriting) yozuvi ko'rinadi. Klaviaturadan oraliqning eng katta to'lqin uzunligini kiriting va [ENTER] tugmani bosib. Ekranda spektrning tanlangan oraliqdagi grafigi chiqadi.

14. [AUTO] amalini ko'rsatib turgan [F2] tugmani bosib, ekranda boshlang'ich spektr ko'rinadi.



2.31 - rasm.



2.32 - rasm.

### 2.3.3.5. DARAJALASH CHIZIG'I BO'YICHA O'LCHASH USULI (STANDARD CURVE) O'LCHASH REJIMINING OYNASI VA BOSHLANG'ICH QIYMATLAR (2.33 - rasm) (TEST MODE SCREEN & INITIAL VALUES)

Ikki xil yo'l bilan darajalash grafigini qurish mumkin; 1. konsentratsiyalari ma'lum bo'lgan standart namunalarning optik zichliklarini o'lchab va 2. konsentratsiya va optik zichlikka tegishli oldindan o'lchangan ma'lumotlarni kiritib. Ikkala holni ham qaraymiz.

Standart eritmalarning optik zichliklarini o'lchab darajalash grafigi qurish.

1. Buning uchun konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan kamida beshta standart eritma tayyorlang. Eritmalardan birining elektron yutilish spektrini oling va undan yutilish polosasining maksimumiga to'g'ri keluvchi yorug'likning to'lqin uzunligini toping. Ishning bu qismini bajarishda shu bobning «2.3.3.4. Elektron yutilish spektrini olish» qismidan foydalaning.

## Fizikaviy tadqiqot usullari

Endi darajalash chizig'i bo'yicha o'lchash usuliga o'tish mumkin.

2. Asbobning asosiy oynasiga (2.13 – rasm) o'ting. Klaviaturadan [3] raqamli tugmani bosing. Ekranida 2.33 – rasmdagi oyna paydo bo'ladi.

STD. CURVE MAKE	A: 0.0 B: 1.0 600.0 nm linear (0) <input type="checkbox"/>
<b>NUM</b>	<b>CH1</b> <b>C</b> <b>ABS</b>
Press ADD to set concentrations. Press ESC to return.	
<b>ADD</b>	

2.33 - rasm.

STD. CURVE MODE SETUP	A : 0.0 B: 1.0 600 nm linear(0) <input type="checkbox"/>
1. Wavelength : 600.0 nm 2. Select Type : LINEAR(0) 3. Manual Input : OFF	
To change Item, press number of selection. Press ESC to return	

2.34 - rasm.

[MODE SETUP] tugmani bosing va ekranida ko'rinadigan 2.34 - rasmdagi oynadan foydalanib o'lchashning boshlang'ich qiymatlarini o'rnatib.

3. O'lchash o'tkaziladigan to'lqin uzunligini kiriting. Buning uchun, [1] raqamli tugmani bosing, oynaning pastida "Insert wavelength:\_" (to'lqin uzunligini kiriting) yozuvi chiqadi. Tugmalar orqali hozirgina topilgan to'lqin uzunligining qiymatini kiriting va [ENTER] tugmani bosing. Ekrandagi 1. Wavelength yozuvining qarshisida kiritilgan son ko'rinadi. Oldindan o'rnatilgan qiymat 600 nm.

4. Darajalash chizig'ining shaklini tanlang (Select Type). Chiziq turlari quyidagicha: Linear (0) - noldan o'tadigan chiziqli, Segmented - segmentli, ya'ni ma'lum bir nuqtalarni bir-biri bilan bog'laydigan grafik turi. Klaviaturadan [2] raqamli tugmani bosganda oynadagi 2. Select Type yozuvining qarshisida navbat bilan quriladigan darajalash chizig'ining nomlari paydo bo'ladi. Chiziqlardan koordinata boshidan o'tuvchi Linear (0) ni tanlang. So'ngra [ESC] tugmani bosib 2.33 – rasmdagi oynaga qayting.

5. Standart eritmalar quyilgan kyuvetalarni konsentratsiyasini o'sishi tartibida kyuvetalar bo'lmasining o'rindiqclariga joylashtiring. Konsentratsiyasi eng kichkinasi «1» undan kattasi «2» va eng kattasi oxirgi o'rindiqqa joylashtiriladi. Standart eritmalarining maksimal soni ettitagacha bo'lishi mumkin.

6. Eritmalarining optik zichligini o'lchang. Buning uchun [ADD] amali qarshisidagi [F1] tugmani bosing, oynaning pastida "Insert Concentration:\_" (konsentratsiyaning qiymatini kiriting) yozuvi, yuqorida kyuveta qo'yiladigan

o'ringning tartib raqamini ko'rsatuvchi katakda esa "1" raqami paydo bo'ladi. Tugmalar orqali "1" o'rindiqdagi kyuvetaga quyilgan standart eritma konsentratsiyasining qiymatini kiriting va [ENTER] ni bosing. Oynadagi jadvalning 3 - ustunida kiritilgan konsentratsiyaning qiymati ko'rinadi va ekranning pastida [MEASURE] amali paydo bo'ladi. Uning qarshisidagi [F2] tugmani bosing oynaning pastida "Measuring...", qisqa vaqtdan keyin esa "Just moment, Please." yozuvlari paydo bo'ladi va o'lchash amalga oshadi. Namunaning optik zichligi jadvalning 4 - ustuniga (ABS) yoziladi va pastdagi yozuvlarga yana ikkita [VIEW] hamda [EDIT] amallari qo'shiladi. Xuddi shunday yo'l bilan qolgan standart eritmalarining optik zichliklarini o'lchang.

7. [VIEW] amali qarshisidagi [F3] tugmani bosing. O'lchash natijalari grafik (darajalash grafigi) shaklida ko'rinadi (2.35 – rasm). Bu to'g'ri chiziqning tenglamasi

$$ABS = B + A * C$$

ko'rinishda bo'lib uning doimiyliklari (A va B koeffitsientlar) oynaning yuqorisiga yoziladi.

Bu yerda, ABS - yutilish (optik zichlik - A), C - konsentratsiya, A va B to'g'ri chiziqning koeffitsiyentlari. Bu tenglama to'g'risida 2.3.3.4. qismda ma'lumot berilgan.

Optik zichlik va to'g'ri chiziq koeffitsiyentlaridan biri bir xil harf bilan ifodalanishiga qaramasdan biz ham uni o'zgartirmadik. Chunki, adabiyotlarda optik zichlikni A harfi bilan ifodalash qabul qilingan. Spektrofotometrning kitobchasida va monitor ekranida to'g'ri chiziq koeffitsiyenti ham A harfi bilan ifodalanagan.

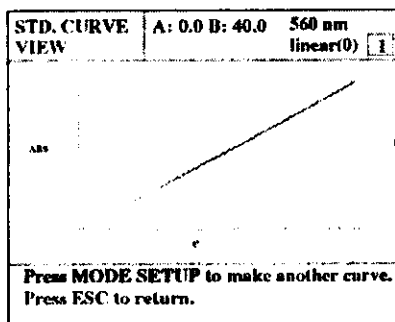
Endi darajalash grafigi orqali namunaning konsentratsiyasini o'lchash mumkin.

8. Buning uchun asbobning asosiy oynasi orqali [ABS/%T/CONC] rejimiga o'ting. Ekranida 2.16 – rasmdagi oyna ko'rinadi. Oynaning "WL" ustunida standart eritmalar o'lchangan yorug'likning to'lqin uzunligi yoziladi. Yorug'likning yo'lga namuna solingan kyuvetani [UP] va [DOWN] tugmalari yordamida o'ratib [MEAS.S] (darajalash chizig'i orqali o'lchash) amali qarshisidagi [F4] tugmani bosing. O'lchash ishi bajariladi va ekranda namunaning optik zichligi (ABS), o'tkazish koeffitsiyenti (%T) va konsentratsiyasi C paydo bo'ladi.

**Tuzatish rejimi (Edit Mode).** Bu rejim konsentratsiya qiymatlarini tuzatish uchun ishlatiladi. U orqali konsentratsiyaning tegishli qiymatlarini tuzatish yoki hammasini o'chirish mumkin. [EDIT] rejimini tanlaganda quyidagi oyna paydo bo'ladi (2.36 – rasm). Konsentratsiya qiymatlarini tuzatish

## Fizikaviy tadqiqot usullari

uchun [MODIFY] amalidan foydalaning. [DEL ALL] amali yordamida konsentratsiyaning hamma qiymatlarini o'chirish mumkin.



2.35 - rasm.

STD. CURVE EDIT	A: 0.0 B: -3.2	450.0 nm linear(0)	2
NCM	CELL	C	ABS
1	1	4.000	-0.100
2	2	6.876	0.012
Press ESC to abort.			
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DEL ALL</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">MODIFY</span>			

2.36 - rasm.

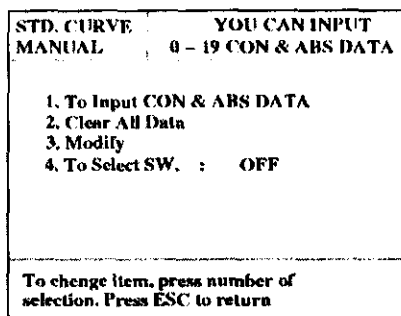
[MODIFY] amali qarshisidagi [F3] tugmani bosganda ekranning pastida "Insert number for edit:\_" yozuvi paydo bo'ladi, tuzatilishi kerak bo'lgan konsentratsiyaning tartib raqamini kiritib [ENTER] ni bosing. Ekranning pastida "Insert Concentration:\_" yozuvi chiqadi. Klaviaturadan konsentratsiyaning yangi qiymatini kiriting va [ENTER] ni bosing. [ESC] tugmani bosib o'lchash oynasiga qayting.

**Oldingi o'lchashlar natijasida ma'lum bo'lgan ma'lumotlardan foydalanib darajalash grafisini qurish (Manual Input).**

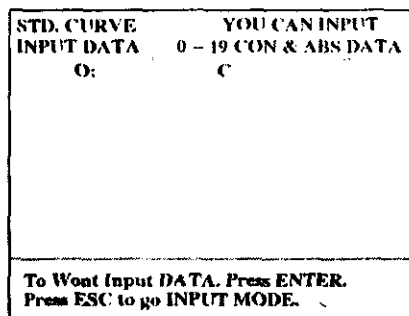
Ba'zi ishlab chiqarish, nazorat qilish va shunga o'xshagan tashkilotlarda deyarli har kun bir xil namunalarni o'lchashga to'g'ri keladi. Masalan, rangli suvlar ishlab chiqaradigan shirkatlarda suvda eritilgan turli rangdagi bo'yoq moddalarning miqdori nazorat qilinadi. Bunday hollarda har kuni standart eritmalar tayyorlab ular orqali darajalash grafigi qurishning hojati yo'q. Buning o'rniga har 10 - 15 kunda bir marta standart eritma tayyorlab ularning optik zichligini o'lchash kerak. Bu ma'lumotlarni esa har kuni o'lchashsiz ishlatish mumkin. Buning uchun OPTIZEN III spektrofotometrining Manual Input rejimidan foydalanish kerak. Konsentratsiyaning va yutilishning 20 tagacha qiymatini kiritib standart chiziqni hosil qilish mumkin. Bu rejimda, standart chiziq [MEASURE] siz ya'ni, o'lchashsiz hosil bo'ladi. Quyida bu amaldan foydalanishning tartibi bayon qilinadi.

1. Yuqorida bayon qilingan 2 bandning ko'rsatmalaridan foydalanib 2.34 - rasmdagi oynani o'rnatish.

2. Klaviaturadan [3] raqamli tugmani bosib, ekranda 2.37 - rasmdagi oyna ko'rinadi. [2] raqamli tugmani bosib oldingi hamma ma'lumotlarni o'chiring.



2.37 - rasm.



2.38 - rasm.

3. [1] raqamli tugmani bosib ekranda 2.38 - rasmdagi oyna ko'rinadi. [ENTER] tugmani bosib, shu oynaning pastida «Insert concentration : \_» (konsentratsiyani kiriting) yozuvi chiqadi. Klaviaturadan konsentratsiyasi past bo'lgan birinchi eritmaning qiymatini kiriting va [ENTER] tugmani bosib. Oynaning pastida «Insert absorbance data: \_» (optik zichlikning qiymatini kiriting) yozuvi chiqadi. Shu eritma optik zichligining qiymatini kiriting va [ENTER] ni bosib. Ekran o'rtasining yuqori qismida hozirgina kiritilgan qiymatlar ko'rinadi. Shunday yo'l bilan kamida 5 - 7, ko'pi bilan esa 20 tagacha qiymat kiritish mumkin. Bu ish tugagandan so'ng [ESC] tugmani bosib, ekranda 2.37 - rasmdagi oyna ko'rinadi.

4. Klaviaturadan [4] raqamli tugmani bosib, ekrandagi 4. To Select SW :OFF (o'chgan) yozuvining o'rniga "ON" (yoqilgan) yozuvi paydo bo'ladi (2.40 - rasm). Yana bir marta [ESC] tugmani bosib, ekranga 2.34 - rasmdagi oyna chiqadi. Unda «3. Manual Input :» qarshisida "OFF" o'rniga "ON" yozuvi ko'rinadi. Endi [1] raqamli tugmani bosib bundan keyingi o'lchashlar o'tkaziladigan yorug'likning to'liq uzunligini kiritish mumkin. [ESC] tugmani bosib, oynaning pastida «Jast moment, Please.» yozuvi ko'rinadi. Birozdan so'ng ekranda 2.35 - rasmdagi oyna ko'rinadi.

Asbobning mikroprotssessori kiritilgan ma'lumotlar asosida eng kichik kvadratlar usuli yordamida shu nuqtalardan o'tuvchi optimal to'g'ri chiziqni hisoblab uni chizadi (2.35 - rasm). Bu chiziqqa darajalash grafigi deyiladi. Endi darajalash grafigi orqali eritmaning noma'lum konsentratsiyasini aniqlash mumkin. Bu ish ABC/%T/CONC usuli orqali amalga oshiriladi.

## *Fizikaviy tadqiqot usullari*

5. Buning uchun asbobning asosiy oynasiga (2.13 – rasm) qaytib [1] raqamli tugmani bosib va ABC/%T/CONC rejimiga o'ting. Bu holda ekranda 2.16 - rasmdagi oyna paydo bo'ladi. [UP] va [DOWN] tugmalari orqali konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan eritma solingan kyuvetani yorug'likning yo'liga to'g'rilang va MEAS.S menyusi qarshisidagi [F4] tugmani bosib. Bu holda ekranning pastida "MEASURING ..." yozuvi ko'rinadi va birozdan so'ng ekran o'rtasining yuqori qismida namunaning optik zichligi, o'tkazish koeffitsiyenti va konsentratsiyasining o'lchangan qiymatlari jadval shaklida yoziladi.

Xuddi shunday yo'l bilan boshqa namunalarining ham konsentratsiyasi o'lchanadi. Bu ish o'lchangan optik zichlik va unga mos keluvchi konsentrat-siya qiymatlarini darajalash grafigiga qo'ymasdan bajariladi.

Agar ma'lumotlarni kiritishda xatoliklarga yo'l qo'yilsa yoki ularni ba'zilarini tuzatish zarurati paydo bo'lsa buni 3. Modify amalidan foydalanib to'g'rilash mumkin.

1. Buning uchun ESC tugmani bosib 2.37 - rasmdagi oynaga qayting. Keyin klaviaturadan [3] raqamli tugmani bosib. Ekranda 2.39 - rasmdagi oyna ko'rinadi.

STD. CURVE MODIFY	YOU CAN INPUT 0 - 19 CON & ABS DATA
O:	C
<p>To Wont MODIFY DATA. Press ENTER. Press ESC to go INPUT MODE.</p>	

2.39 - rasm.

STD. CURVE MANUAL	YOU CAN INPUT 0 - 19 CON & ABS DATA
<p>1. To Input CON &amp; ABS DATA 2. Clear All Data 3. Modify 4. To Select SW. : ON</p>	
<p>To change Item, press number of selection. Press ESC to return</p>	

2.40 - rasm.

2. ENTER tugmani bosib, shu oynaning pastida «Insert number : \_» yo-zuvi chiqadi. Tuzatilishi kerak bo'lgan ma'lumot qatorining jadvaldagi tartib raqamini kiriting va ENTER ni bosib. Shu joyda «Insert concentration: \_» yozuvi ko'rinadi. Konsentratsiyaning qiymatini kiriting va ENTER ni bosib, shu joyda «Insert absorbance data: \_» yozuvi chiqadi. Raqamli tugmalar orqali shu eritmaga tegishli optik zichlikning qiymatini kiriting va ENTER ni bosib. Tuzatish tugagandan so'ng ESC tugmani bosib, ekranda 2.40 - rasmdagi oyna ko'rinadi

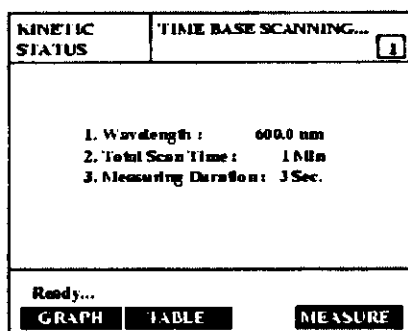
3. Klaviaturadan [1] raqamli tugmani bosib, ekranda 2.38 - rasmdagi ma'lumotlar yozilgan oyna paydo bo'ladi. Ishni qolgan joyidan davom ettiring.

### 2.3.3.7. KIMYOVIY REAKSIYALARNING TEZLIK DOIMIYSINI O'LCHASH

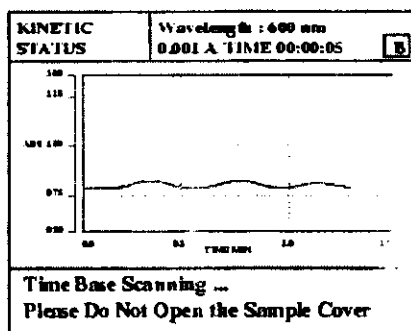
**Oddiy kinetika rejimining oynasi va boshlang'ich qiymatlar (Simple Kinetics).** Bu rejim bitta to'lqin uzunligida namunaning optik zichligini vaqtga bog'liq ravishda o'lchashga imkon beradi. Tegishli to'lqin uzunligi esa eritmaning elektron yutilish spektrini olish natijasida tanlanadi.

O'lchash ishlari quyidagi tartibda bajariladi:

1. Ekranda asosiy oyna (2.13 - rasm) ko'rinib turganda klaviaturadan [5] tugmani bosib. Ekranda 2.41 - rasmdagi oyna ko'rinadi.



2.41 - rasm.



2.42 - rasm.

2. Klaviaturadan [1] tugmani bosib, ekranning pastida "Enter New Wavelength (190 ~ 1100 nm) .." (yangi to'lqin uzunligini kiriting, bu qiymat 190 - 1100 nm oraligida bo'lishi kerak) yozuvi ko'rinadi. Tegishli tugmalarni bosib orqali tanlangan to'lqin uzunligini kiriting. Ekranda 1. Wavelength : yozuvining qarshisida kiritilgan qiymat ko'rinib turadi, [ENTER] ni bosib. To'lqin uzunligining oldindan o'rnatilgan qiymati - 600 nm.

3. [F2] tugmani bosib, ekranning pastida "Enter Total Time (1 ~ 120 Min) .." (Umumiy o'lchash vaqti, bu qiymat 1 - 120 minut oralig'ida bo'lishi kerak) yozuvi ko'rinadi. Tugmalar yordamida umumiy o'lchash vaqtini kiriting, "2. Total Scan Time : " yozuvining qarshisida kiritilgan son ko'rinadi, [ENTER] ni bosib. Oldindan o'rnatilgan qiymat 1 minut.

4. [3] tugmani bosib, ekranning pastki qismida "Enter Delta Time (1~umumiy o'lchash vaqti, sec) (o'lchash oralig'i vaqtini kiriting, bu vaqt 1 – umumiy o'lchash vaqti (sekundlarda) oralig'ida bo'lishi kerak) yozuvi chiqadi. Tugmalar yordamida tegishli vaqtni kiritib [ENTER] ni bosib, ekranning pastida "Ready ..." yozuvi ko'rinadi. O'lchash oralig'i umumiy o'lchash vaqtiga proporsional bo'ladi.

5. Kyuvetalar bo'lmasining qopqog'ini ochib «B» joyga namuna quyilgan kyuvetani o'rnatib va qopqoqni yoping.

6. Namuna optik zichligining vaqt bo'yicha o'zgarishini o'lchash uchun [MEASURE] (o'lchash) amali qarshisidagi [F4] tugmani bosib (2.41 - rasm). O'rnatilgan vaqt oraliqlarida asbob namunaning optik zichligini o'lchaydi. O'lchashlar natijasi ekranda grafik shaklida chizib boriladi (2.42 - rasm). O'lchash tugagach koordinat sistemasidan optimal foydalanish uchun grafik qaytadan chiziladi. Kimyoviy REAKSIYANing tezlik doimiysini o'lchash uchun grafikning to'g'ri chiziqli bog'lanishga ega bo'lgan qismi ishlatiladi.

7. O'lchash natijalarini jadval shaklida ko'rish uchun [TABLE] amali qarshisidagi [F2] tugmani bosish kerak.

### **2.3.3.8. SPEKTROFOTOMETRNI KOMPYUTERGA ULASH (COMMUNICATION)**

Optizen View dasturini ishlatishdan oldin, asosiy oynadan (2.13 - rasm) [COMMUNICATION] xizmatining tartib raqamini ya'ni [6] tugmani bosib. Bu rejimdan chiqish uchun [ESC] yoki Optizen View dasturining [DISCONNECT] tugmasini bosib.



### 3. INFRAQIZIL YUTILISH SPEKTRLARI

#### 3.1. TEBRANISH SPEKTRLARINING NAZARIY ASOSLARI

##### 3.1.1. IKKI ATOMLI MOLEKULANING TEBRANISHI. ODDIY GARMONIK OSTSILLYATOR

Kovalent bog'langan ikki atomdan iborat molekula (masalan HCl) hosil bo'lishining sababini uning ichidagi elektronlarni qaytadan joylashishi natijasi deyish mumkin. Turg'un molekulaning vujudga kelishini, ikkita muvozanatda turgan kuchning natijasi deb ham qarash mumkin. Bir tomondan ikkala atomning musbat zaryadlangan yadrolari va manfiy zaryadlangan elektron bulutlari o'rtasida o'zaro itarish kuchlari, ikkinchi tomondan bir atomning yadrosi bilan ikkinchi atomning elektronlari o'rtasida (hamda aksincha xuddi shunday) tortishish kuchlari mavjud. Ikkala atomning yadrolari shunday o'rtacha masofada joylashadiki bu ikki qarama-qarshi kuch muvozanatda bo'ladi. Bunday holda molekulaning energiyasi eng kichkina bo'ladi.

Agar sistema energiyasini ko'paytirsak uning tebranish amplitudasi ortadi lekin, chastotasi o'zgarmaydi. Elastik bog'lanish xuddi prujinaga o'xshab ma'lum bir tebranish chastotasiga ega bo'ladi va u sistemaning massasiga, k kuch doimiysiga bog'liq lekin, deformatsiyaning ya'ni tebranish amplitudasining katta kichikligiga bog'liq emas. Tebranish chastotasi (Gts)

$$\omega_{me\delta} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}} \quad (\text{Gts}) \quad (3.1)$$

Bu yerda  $\mu$  - sistemaning keltirilgan massasi bo'lib u,

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

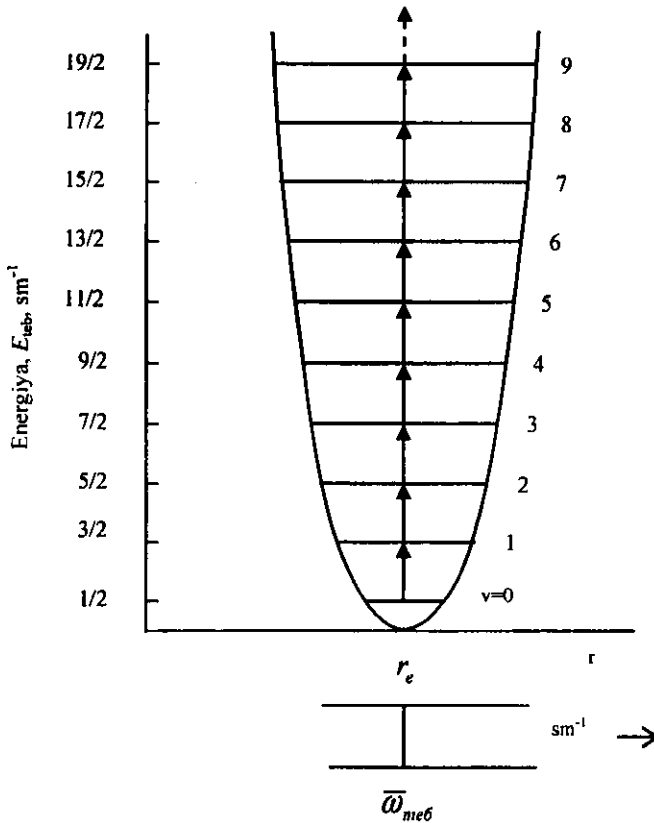
$m_1$  va  $m_2$  lar tebranyotgan atomlarning massalari. Bu tebranish chastotasini yorug'likning tezligi  $s$  (sm/s) ga bo'lib tebranish spektroskopiyasida ishlatiladigan to'lqin soniga ( $\text{sm}^{-1}$ ) aylantirish mumkin.

$$\omega_{me\delta} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu}} \quad (\text{sm}^{-1}) \quad (3.2)$$

Molekulaning boshqa ixtiyoriy energiyasi kvantlangan bo'lganiday tebranish energiyasi ham kvantlangandir va u, ma'lum aniq sistema uchun Shredinger tenglamasini echish orqali topiladi. Oddiy garmonik ostsillyator uchun tenglamaning echimi quyidagini beradi.

$$E_v = (v + \frac{1}{2})\omega_{me\delta} \text{ (sm}^{-1}\text{)} \quad (3.3)$$

bu yerda  $v$  - tebranish kvant soni bo'lib u, quyidagi qiymatlarni qabul qiladi  $v = 0, 1, 2, 3, \dots$ . Bir nechta tebranish energetik sathlari 3.1 - rasmda ko'rsatilgan.



3.1 - rasm. Garmonik harakat qilayotgan ikki atomli molekulaning tebranish energetik sathlari va ular orasidagi o'tishlar.

Shredinger tenglamasidan garmonik ostsillyatorning tebranish sathlari orasida o'tish oddiy tanlash qoidasiga amal qilishi kelib chiqadi  $\Delta v = \pm 1$ .

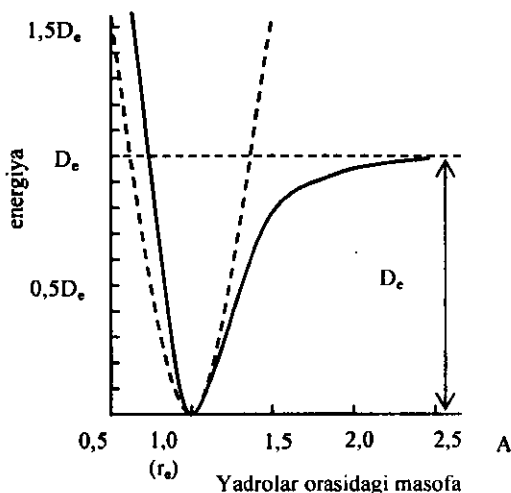
Yorug'likning elektromagnit nazariyasi shuni ko'rsatadiki, faqatgina o'zining muvozanat holati atrofida tebranganda dipol momenti hosil qiluvchi molekulargina yorug'likni yutishi (yoki chiqarishi) mumkin. Tebranganda molekulaning dipol momenti o'zgarmasa bunday molekula nurni yutmaydiyam chiqarmaydiyam. Agar, ikki atomli molekula simmetrik bo'lsa (masalan  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$ ) uning dipol momenti bo'lmaydi va u, yorug'likning infraqizil qismiga tegishli nurlarni yutmaydiyam, chiqarmaydiyam. Shuning uchun, ularning infraqizil yutilish spektrlari yo'q. Demak har xil atomlardan tashkil topgan ikki atomli molekula infraqizil spektrga ega. Molekula qanday chastotada tebranma harakat qilayotgan bo'lsa xuddi shunday chastotadagi infraqizil yorug'likni yutadi. Tanlash qoidasini qo'llab v tebranish sathidan v + 1 tebranish sathiga o'tgandagi yutilgan nurning energiyasini  $sm^{-1}$  larda hisoblaymiz.

$$E_{v \rightarrow v+1} = \bar{\omega}_{me\theta} (sm^{-1})$$

3.1 - rasmdan ko'rinib turibdiki tebranish sathlari orasidagi masofa bir-biriga teng, shuning uchun, qo'shni turgan ikkita sath o'rtasidagi kvant o'tish energiyaning bir xilda o'zgarishiga olib keladi. Teskari santimetrlarda o'lchangan sathlar o'rtasidagi energiyaning farqi to'g'ridan-to'g'ri yutilish spektridagi spektr chiziqning (pulosaning) to'lqin uzunligini beradi.

### 3.1.2. GARMONIK BO'LMAGAN (ANGARMONIK) OSTSILLYATOR

Real molekularidagi atomlarning tebranma harakati oddiy garmonik harakat qonunlariga to'g'ri kelavermaydi, kimyoviy bog'lanishlar, Guk qonunini absolyut aniq bajarilishini qanoatlantiradigan darajada qat'iy elastik emas. Agar, ikki atom orasidagi bog'lanish etarli darajada cho'zilsa u uzilib molekula dissotsiatsiyalanib atomlarga ajralib ketadi. Shuning uchun ham, katta bo'lmagan qisilish va cho'zilishda bog'lanishni mutlaqo elastik deb hisoblash mumkin. Katta amplitudalarda esa (masalan, o'rtacha uzunlikning 10 % dan katta bo'lgan) bu harakatning qonunlari ancha murakkabdir. 3.2 - rasmda ikki atomli molekula uchun energiyaning atomlar orasidagi masofaga bog'lanishi sxematik ravishda ko'rsatilgan. Taqqoslash uchun oddiy garmonik ostsillyator uchun to'g'ri bo'lgan parabolik bog'lanish grafigi (uzuqli chiziq) ham rasmda keltirilgan.



3.2 - rasm. Angarmonik xarakat qilayotgan ikki atomli molekulaning energiyasi, Morze funktsiyasining grafigi. Taqqoslash uchun garmonik ostsillyatorning ham grafigi keltirilgan.

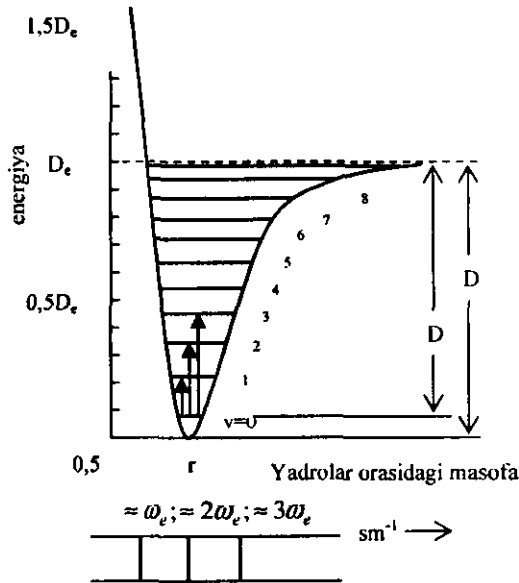
Shunday egri chiziqning shaklini beradigan tajribaga asoslangan ifoda P.Morze tomonidan topilgan va u Morze funktsiyasi deb ataladi.

$$E = D_e [1 - \exp\{a(r_e - r)\}]^2 \quad (3.4)$$

bu yerda,  $a$  - qaralayotgan molekula uchun xarakterli kattalik,  $D_e$  - dissotsiyalash energiyasi. Agar, Shredinger tenglamasiga (3.4) ning qiymatini qo'ysak u vaqtda, tebranish energiyasining mumkin bo'lgan qiymatlari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$E_v = (v + \frac{1}{2})\bar{\omega}_e - (v + \frac{1}{2})^2 \bar{\omega}_e x_e \text{ (sm}^{-1}\text{)} \quad (3.5)$$

bu yerda,  $\bar{\omega}_e$  - to'lqin sonida ifodalangan tebranish chastotasi,  $x_e$  - garmonik bo'lmagan harakatga tegishli doimiylik, valent tebranishlar uchun uning qiymati doim kichkina va musbatdir ( $\approx +0.01$ ), binobarin  $v$  ning ortishi bilan tebranish sathlari bir-biriga yaqinlashib boradi (3.3 - rasm).



3.3 - rasm. Angarmonik tebranayotgan ikki atomli molekulaning tebranish energetik sathlari va ular orasidagi ba'zi o'tishlar.

Angarmonik ostsillyatorlar uchun tanlash qoidasi quyidagicha bo'ladi.

$$\Delta v = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

Shunday qilib, angarmonik ostsillyatorlarda tebranish kvant soni katta bo'lgan o'tishlar ham bo'lishi mumkin. Nazariyaning aytishicha va tajribaning ko'rsatishicha  $v$  katta bo'lgan energetik sathlardan o'tishning ehtimoli juda kam. Tebranish kvant sonlarining farqi  $\Delta v = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$  bo'lgan sathlar orasidagi o'tishlar natijasida hosil bo'lgan spektral chiziqlarning intensivligini o'lchash mumkin bo'ladi. Bundan tashqari Boltsman taqsimlanishiga asosan uy temperaturasida  $v = 1$  sathdagi zarrachalar soni  $v = 0$  asosiy holatdagingining bir foizini tashkil etadi xolos. Shuning uchun ham, uchta o'tish bilan cheklanib  $v \geq 1$  sathlar orasidagi o'tishlarni hisobga olmasa ham bo'laveradi.

1.  $\nu = 0 \rightarrow \nu = 1$ ,  $\Delta\nu = +1$  bunday o'tish natijasida intensivligi katta bo'lgan yutilish polosasi hosil bo'ladi va uning chastotasi quyidagiga teng.

$$\Delta E = E_{\nu=1} - E_{\nu=0} = \left(1 + \frac{1}{2}\right)\omega_e - x_e \left(1 + \frac{1}{2}\right)^2 \omega_e - \left\{ \frac{1}{2}\omega_e - \left(\frac{1}{2}\right)^2 x_e \omega_e \right\} = \omega_e (1 - 2x_e) \quad (\text{sm}^{-1}) \quad (3.6.a)$$

2.  $\nu = 0 \rightarrow \nu = 2$ ,  $\Delta\nu = +2$  bunday o'tish natijasida intensivligi past bo'lgan yutilish polosasi hosil bo'ladi va uning chastotasi quyidagiga teng.

$$\Delta E = \left(2 + \frac{1}{2}\right)\omega_e - x_e \left(2 + \frac{1}{2}\right)^2 \omega_e - \left\{ \frac{1}{2}\omega_e - \left(\frac{1}{2}\right)^2 x_e \omega_e \right\} = 2\omega_e (1 - 3x_e) \quad (\text{sm}^{-1}) \quad (3.6.b)$$

3.  $\nu = 0 \rightarrow \nu = 3$ ,  $\Delta\nu = +3$  bunday o'tish natijasida intensivligi juda past bo'lgan yutilish polosasi hosil bo'ladi va uning chastotasi quyidagiga teng.

$$\Delta E = \left(3 + \frac{1}{2}\right)\omega_e - x_e \left(3 + \frac{1}{2}\right)^2 \omega_e - \left\{ \frac{1}{2}\omega_e - \left(\frac{1}{2}\right)^2 x_e \omega_e \right\} = 3\omega_e (1 - 4x_e) \quad (\text{sm}^{-1}) \quad (3.6.v)$$

Mana shu uchta o'tish 3.3 - rasmda ko'rsatilgan. Shu o'tishlarga mos kelgan spektr chiziqlarning chastotalari  $\bar{\omega}_e, 2\bar{\omega}_e, 3\bar{\omega}_e$  bo'ladi. Chastotasi  $\bar{\omega}_e$  ga yaqin bo'lgan chiziqqa (yutilish polosasiga) asosiy yutilish chizig'i deyiladi, chastotalari  $2\bar{\omega}_e$  ga  $3\bar{\omega}_e$  ga yaqin bo'lgan chiziqlar mos ravishda birinchi va ikkinchi obertonlar deb ataladi.

### 3.1.3. KO'P ATOMLI MOLEKULALARNING TEBRANISHI

Atomlar soni  $N$  bo'lgan molekulani qaraymiz. Har bir atomning o'rni uning uchta koordinatasini aniqlash orqali topish mumkin (masalan, to'g'ri burchakli koordinat sistemasida  $x$ ,  $y$  va  $z$  koordinatalari). Koordinata qiymatlarining to'liq soni  $3N$  bo'ladi va shuningdek, uning har bir koordinatasi boshqalariga bog'liq bo'lmagan holda berilgani uchun molekula  $3N$  erkinlik darajasiga ega deb aytish mumkin. Molekulaning hamma  $3N$  koordinatasini aniqlash, ya'ni uni to'liq aniqlash kimyoviy bog'larning uzunligini, ular orasidagi burchaklarni, egallagan joylarining o'rini topish imkoniyatini beradi.

Molekula uch o'lchamli fazoda o'z konfiguratsiyasini o'zgartirmasdan bir butun bo'lib erkin harakat qilayotgan bo'lsin. Molekulaning har lahzadagi bunday harakati uning og'irlik markazini holati bilan aniqlanadi, buning uchun esa uning uchta koordinatasini bilish kifoya. Boshqacha qilib aytganda, molekulaning ilgarilanma harakati  $3N$  erkinlik darajasining uchasi bilan xarakterlanadi va bu qolgan  $3N - 3$  darajasiga tegmaydi. Chiziqli bo'lmagan molekulaning har qanday aylanishini o'zaro perpendikulyar bo'lgan uchta o'qqa nisbatan aylanishlarining yig'indisi shaklida ifodalash mumkin. Shun-

day qilib aylanishni bayon qilish ham uchta erkinlik darajasini talab qiladi va shundan so'ng molekulada  $3N - 6$  erkinlik darajasi qoladi. Molekula harakatining yana bir oxirgi shakli uning ichki tebranishlaridir. Chiziqli bo'lmagan  $N$  atomdan tashkil topgan molekulalar  $3N - 6$  ta har xil ichki tebranishga ega bo'ladi.

Demak, chiziqli bo'lmagan molekulalar  $3N - 6$  ta har xil asosiy tebranishga ega

Ikkinchi tomondan, agar molekulalar chiziqli bo'lsa uning o'z o'qi atrofidagi aylanishini hisobga olmasa ham bo'ladi va bunday molekulalar ikkita aylanish erkinligiga ega bo'ladi. Chiziqli molekulalarda tebranish uchun  $3N - 5$  ta erkinlik darajasi qoladi, bu chiziqli bo'lmagan molekulalardan bitta ko'pdur.

Demak, chiziqli molekulalar  $3N - 5$  ta asosiy tebranish xili bor.

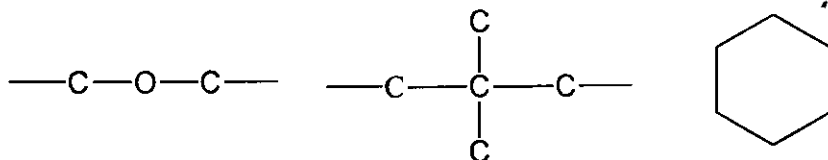
Ikkala holda ham  $N$  atomdan iborat tsiklik bo'lmagan molekulalar  $N - 1$  ta kimyoviy bog'ga ega va  $N - 1$  ta tebranish shu bog'lanishlar bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Bunday tebranishlar valent tebranishlar deb ataladi. Qolgan  $2N - 5$  (chiziqli bo'lmagan molekulalar uchun) yoki  $2N - 4$  (chiziqli molekulalar uchun) tebranishlar bu bog'larni egiltiradi, shuning uchun ular deformatsion tebranishlar deb ataladi.

### **3.1.4. INFRAQIZIL SPEKTROSKOPIYANING QO'LLANILISHI**

Har bir tebranish modasi molekulaning hamma yoki bir qism atomlarini shu harakatga jalb qiladi, lekin tebranishning ba'zi xilida hamma atomlar taqriban bir xil masofaga siljiydi, boshqa xilida esa atomlarning kichkina gruppasi boshqalariga nisbatan ancha ko'p siljiydi. Mana shu belgiga qarab normal tebranishlarni ikkiga ya'ni molekulalar gavdasining (skletining) tebranishlari va xarakteristik (funktional) gruppalarining tebranishlariga ajratish mumkin. Molekulaning gavdasi tebranganda uning hamma atomlari bu tebranishda bir xilda qatnashadi, xarakteristik gruppalar tebranganda esa molekulaning bir gruppalar atomlari harakatga keladi. Bu tebranishlarni alohida-alohida qaraymiz.

Molekulalar gavdasi tebranishlarining chastotasi odatda,  $1400 - 700 \text{ cm}^{-1}$  oraliqqa to'g'ri keladi va molekuladagi chiziqli hamda tarmoqlangan zanjirli strukturaga (tuzilishga) tegishlidir. Masalan, qo'yidagi har bir gruppalar (gavda, sklet) bir nechta tebranish turiga ega va ularga mos ravishda spektrning infraqizil sohasida bir nechta yutilish polosasi ko'rinadi.

## Fizikaviy tadqiqot usullari



Bu polosalarning shakli zanjirda yoki halqada joylashgan o'rinbosarning tabiatiga juda sezgirdir. Shuning uchun, bunday polosalarni ba'zida «barmoq izlari» ham deyishadi, chunki ularning borligi orqali butun molekulaning yoki uning strukturasi bir qismini bilish mumkin. Xarakteristik gruppning tebranish chastotasi umuman olganda molekulaning tuzilishiga bog'liq emas va ko'pincha ularning chastotalari gavda tebranishlari chastotasidan ancha katta yoki ancha kichik sohada joylashgan. Quyidagi jadvalda ba'zi bir molekulyar gruppalarining xarakteristik chastotalari berilgan

### Ba'zi molekular gruppalar valent tebranishlarining xarakteristik chastotalari

3.1-jadval

Gruppa	Chastotaning taqribiy qiymati, $\text{sm}^{-1}$	Gruppa	Chastotaning taqribiy qiymati, $\text{sm}^{-1}$
$\text{---OH}$	3600	$\text{>C=C<}$	1650
$\text{---NH}_2$	3400	$\text{>C=N}$	1600
$\equiv\text{CH}$	3300	$\text{>C-C<}$	1200 - 1000
aromat-H	3060	$\text{>C-N<}$	
$\equiv\text{CH}_2$	3030	$\text{>C-O-}$	
$\text{---CH}_3$	2970 (valent assimm) 2870 (valent simmetr) 1460 (deform asim) 1375 (deform simmet)	$\text{>C=S}$	1100
$\text{---CH}_2\text{---}$	2930 (valent asimmet) 2860 (valent simmetr) 1470 (deform)	$\text{>C-F}$	1050
$\text{---SH}$	2580	$\text{>C-Cl}$	725
$\text{---C}\equiv\text{N}$	2250	$\text{>C-Br}$	650
$\text{---C}\equiv\text{C}$	2220	$\text{>C-I}$	550
$\text{>C=O}$	1750-1600		



Jadvaldan ko'rinib turibdiki molekulaning oxirida joylashgan va tarkibida engil atomlari bo'lgan (masalan,  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{C}\equiv\text{N}$ ,  $>\text{C}=\text{O}$  ...) gruppalarining tebranish chastotalari kattadir. Og'ir atomlar (masalan,  $-\text{C}-\text{Cl}$ ,  $-\text{C}-\text{Br}$ , metall-matall) dan iborat gruppalarining tebranish chastotalari kichkinadir. Molekulyar gruppalarining tebranish chastotalari xuddi shuningdek, ularning spektrlari nihoyatda xarakterlidir, shuning uchun ularning bu belgisidan analizda foydalaniladi. Masalan,  $-\text{CH}_3$  gruppasi uchun  $\text{C}-\text{H}$  bog'ning simmetrik valent tebranishi natijasida hosil bo'ladigan yutilish polosasining chastotasi doimo  $2850$  bilan  $2890 \text{ sm}^{-1}$  orasida yotadi, shu bog'ning antisimmetrik valent tebranish chastotasi  $2940 - 2980 \text{ sm}^{-1}$  oraliqda joylashgandir. Simmetrik deformatsion tebranishning chastotasi  $1375 \text{ sm}^{-1}$  atrofida («ochiq yopiq zont») antisimmetrik deformatsion tebranishning chastotasi  $1470 \text{ sm}^{-1}$  atrofida joylashgan bo'ladi. O'z navbatida  $>\text{C}=\text{O}$  gruppasi o'rinbosarning xiliga bog'liq bo'lgan  $1600 - 1750 \text{ sm}^{-1}$  oraliqda joylashgan etarli darajada aniq va intensivligi katta bo'lgan yutilish polosasini beradi.

Har xil molekulyar gruppalarining o'zaro ta'siri natijasida xarakteristik gruppalarining chastotalari siljishi mumkin. Masalan, spirtlarda  $-\text{OH}$  gruppalarining xarakteristik chastotasi bu gruppalar hosil qiladigan vodorod bog'lanishning energiyasiga bog'liqdir chunki, vodorod bog'lanish  $-\text{OH}$  bog'ni uzaytirib uni kuchsizlantiradi va buning natijasida uning tebranish chastotasi kamayadi. Agar, vodorod bog'lanish  $-\text{OH}$  va karbonil gruppasi o'rtasida bo'lsa buning natijasida karbonil gruppasining ham tebranish chastotasi kamayadi

Tebranish chastotalarining shunga o'xshash siljishi moddaning fizik holati o'zgarganda ham sodir bo'ladi, bu ayniqsa molekula dipol momentiga ega bo'lsa yorqin ko'rinadi. Odatda modda qattiq holatda bo'lsa uning molekularlarini tebranish chastotasi gaz holatdagi molekularlarining tebranish chastotasidan kichik bo'ladi ya'ni,

$$V_{\text{gaz}} > V_{\text{suuq}} \approx V_{\text{eritma}} > V_{\text{katttik}}$$

Masalan, qutbli molekularlardan iborat  $\text{HCl}$  gaz holatdan suyuq holatga o'tganda uning tebranish chastotasi  $100 \text{ sm}^{-1}$  ga, suyuq holatdan qattiq holatga o'tganda esa yana  $20 \text{ sm}^{-1}$  ga kamayadi.

Yuqoridagi jadvalning natijalarini o'rganish shuni ko'rsatadiki, xarakteristik gruppalarining chastotalarini baholash uchun

$$\bar{\omega} = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{k}{\mu}} \quad (\text{sm}^{-1})$$

formuladan foydalansa bo'ladi. Masalan, shu gruppaga kirgan atomlardan birini massasini oshirish (ya'ni  $\mu$  ni oshirish) chastotaning kamayishiga olib keladi ( $-\text{C}-\text{X}$ ,  $-\text{C}=\text{X}$ ,  $-\text{C}\equiv\text{X}$ , bu erda  $\text{X} = \text{C}, \text{N}, \text{O}$  ( $\text{O}$  birinchi va ikkinchi fragmentda))

Ma'lumki, tebranish molekulaning dipol momentini o'zgarishiga olib kelsa IQ spektr hosil bo'ladi. Shuning uchun ko'proq qutblangan bog'lanishning tebranishidan hosil bo'lgan IQ spektr polosasining intensivligi ham ko'proq bo'ladi deb xulosa qilish o'rinalidir. Bu xulosa umuman olganda tajribada tasdiqlanadi. Masalan, IQ spektrning ba'zi xarakteristik gruppalariga tegishli polosalarining intensivliklari quyidagicha o'zgaradi.

$$I_{>\text{C}=\text{O}} > I_{\text{C}=\text{N}-} > I_{>\text{C}=\text{C}<} \text{ hamda } I_{-\text{OH}} > I_{>\text{NH}} > I_{>\text{CH}}$$

Xuddi shu sababga asosan ion kristall panjarasini tebranishidan hosil bo'lgan IQ polosalarning intensivligi ham katta bo'ladi.

Shunday qilib, bu usul ma'lum moddalarning IQ spektri bilan noma'lum moddalarning IQ spektrini solishtirish asosida molekulaning tuzilishi to'g'risida ma'lumot olish imkonini beradi.

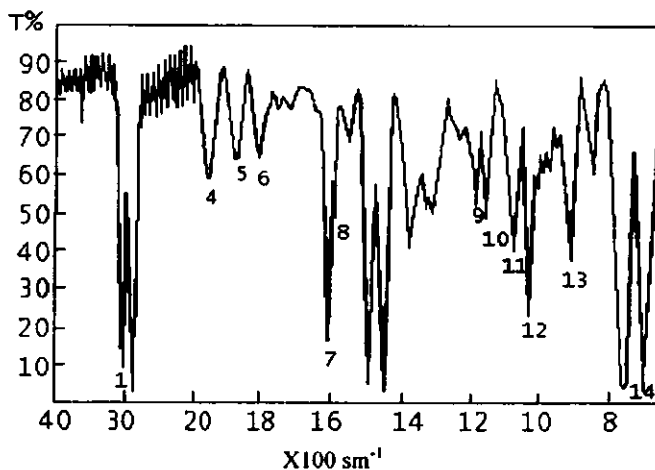
## **3.2. TEBRANISH SPEKTROSKOPIYASI BO'YICHA AMALIY ISHLAR**

### **3.2.1. IKS-29 SPEKTROFOTOMETRNI TO'LQIN SONI BO'YICHA DARAJALASH**

Spektrofotometrlarni to'lqin soni bo'yicha darajalash uchun, yutilish polosalarining maksimumlari yuqori aniqlikda o'lchangan ba'zi moddalarning spektrlaridan foydalanish juda qulay. Moddaning spektrini etalon sifatida ishlatish uchun u, juda ko'p ingichka yutilish polosalariga ega bo'lishi kerak. Ba'zi oddiy moddalarning ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ) tebranish-aylanish spektrining polosalari bunday talabga javob beradi. Bu spektrlar yutilish polosalarining maksimumlari  $0,01 \text{ sm}^{-1}$  aniqlikkacha o'lchangan. Ba'zi bir suyuqliklarning va qattiq plenkalarning spektrlarini ham etalon sifatida ishlatish mumkin.

Spektrning  $700 - 4000 \text{ sm}^{-1}$  oralig'ida ishlovchi spektrofotometrlarni darajalashda qalinligi  $25 \text{ mkm}$  bo'lgan polistirol plyonkasi ishlatiladi. Polistirol, spektrning  $2800 - 3100 \text{ sm}^{-1}$  va  $700 - 2000 \text{ sm}^{-1}$  oraliqlarida juda xarakterli yutilish polosalariga ega (3.4 - rasm). Qalinligi  $10 \text{ sm}$  va bosimi  $200 \text{ mm}$  s.u. bo'lgan gaz holatidagi ammiak spektrning  $3100 - 3500 \text{ sm}^{-1}$  va  $700 - 1250 \text{ sm}^{-1}$  oraliqlarida,  $\text{HCl}$  bug'lari  $2600 - 3100 \text{ sm}^{-1}$ ,  $\text{HBr}$  bug'lari  $2400 - 2600 \text{ sm}^{-1}$

va CO ning bug'leri 2000-2200  $\text{sm}^{-1}$  oraliqlarda ingichka yutilish polosalariga ega.



3.4 - rasm. Polistirol plyonkasining infraqizil yutilish spektri.

#### **Ishni bajarish tartibi**

1. Spektrofotometrning tegishli yorug'lik yo'liga qalinligi 25 mkm bo'lgan polistirol plyonkasini o'rnatib.

2. Polistirol spektrini yozing va uning yutilish polosalarini maksimumiga to'g'ri keluvchi to'lqin sonlarini o'lchang ( $\nu_{o'lchangun}$ ).

3. Olingan spektrni etalon spektr bilan solishtirib o'xshash polosalarni toping. Polistirolning IQ spektriga tegishli ma'lumotlar ilovaning 6.5. bo'limida berilgan.

4. Etalon spektr polosasining haqiqiy qiymati ( $\nu_{etalon}$ ) bilan asbob o'lchagan (ko'rsatgan) qiymatlari ( $\nu_{o'lchangan}$ ) orasidagi bog'lanishni ifodalovchi darajalash grafigini chizing.

### **3.2.2. SUYUQLIKLARNING VA ERITMALARNING INFRAQIZIL YUTILISH SPEKTRLARINI O'LCHASH**

Ma'lumki, hozirgi vaqtda infraqizil spektroskopiya usullari suyuq, qattiq va gaz holatdagi moddalarning spektrini olish imkonini beradi. Lekin amaliyotda, ko'pincha suyuqliklar yoki eritmalarning spektrlari bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi.

## ***Fizikaviy tadqiqot usullari***

Suyuqliklar va eritmalarning IQ spektrlarini olishda ikki xil kyuveta – qalinligi doimiy bo'lgan va yig'iladigan kyuvetalar ishlatiladi.

Bu ishda toza suyuqlik va eritmaning IQ yutilish spektrlarini o'lchash tavsiya etiladi.

### **Ishni bajarish tartibi**

#### **A. Toza suyuqlikning IQ spektrini o'lchash**

1. Polistirol plyonkasi yordamida spektrofotometrni to'liq soni bo'yicha darajalang.

2. Tadqiq qilinayotgan suyuqlikning bir tomchisini yig'ma kyuvetaning oynalari orasiga joylashtirib ularni ushlagich orqali mahkamlang va uni spektrofotometrning namuna qo'yiladigan yo'liga o'rning.

3. Xuddi shunday oynalardan birini ushlagichga mahkamlab spektrofotometrning erituvchi (standart) qo'yiladigan yo'liga o'rning.

4. Tadqiq qilinayotgan suyuqlikning spektrini, keng oraliqda ( $400 - 4000 \text{ sm}^{-1}$ ) yozing.

#### **B. Eritmaning IQ spektrini o'lchash**

1. Polistirol plyonkasi yordamida spektrofotometrni darajalang.

2. Keng oraliqda IQ spektrga ega bo'lgan biror organik moddani inert erituvchida eritib (masalan,  $\text{CCl}_4$  da) konsentratsiyasi  $0.06 \text{ mol/l}$  bo'lgan eritmasini tayyorlang.

3. Qalinligi o'zgarmas bo'lgan ikkita bir xil kyuveta tanlab, biriga eritmani ikkinchisiga erituvchini quyuing va ularni spektrofotometrning tegishli yorug'lik yo'llariga o'rning.

4. Eritmaning IQ spektrini yozib oling.

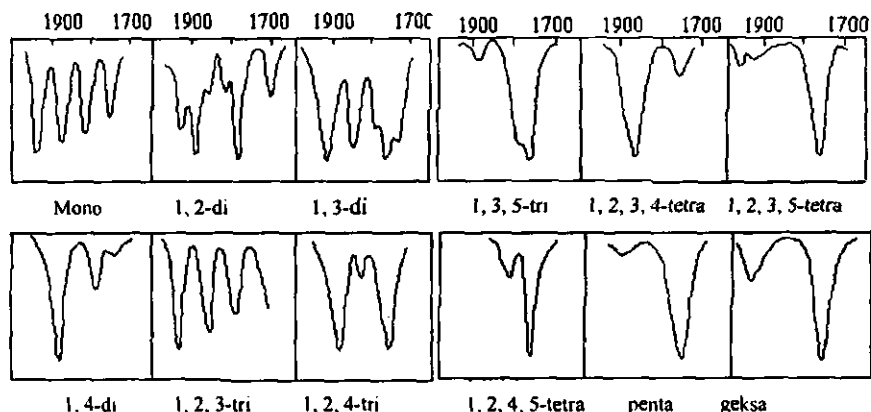
5. Agar eritmaning optik zichligi, spektr yozish uchun tanlangan optimal shartlarni qanoatlantirmasa eritmaning konsentratsiyasini o'zgartirib (ko'paytirib yoki kamaytirib) 4 banddagi amalni takrorlang.

6. Kitobning ilova qismidagi tegishli jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib spektrdagi intensiv polosalarni qaysi guruhlarga tegishli ekanligini toping.

### **3.2.3. BENZOL HALQASIDAGI ALMASHISHNING TIPINI ANIQLASH**

Odatda benzol hosilalarining IQ spektrlari turli xil tebranish modalariga tegishli juda ko'p yutilish polosalariga ega bo'ladi. Xususan, spektrning  $1650 - 2000 \text{ sm}^{-1}$  oralig'ida ikkitadan oltitagacha bo'lgan polosalar ko'rinadi. Bu

polosalar benzol halqasidagi CH gruppani tekislikda bo'lmayotgan deformatsion tebranishlarini oberton va tarkibiy chastotalariga tegishlidir. Bu polosalar soni va o'rni asosan o'rinbosarning soni va joyiga bog'liqdir (3.5 - rasm).



3.5-rasm. Benzol infraqizil spektrining oberton va tarkibiy chastotali polosalari joylashgan qismi.

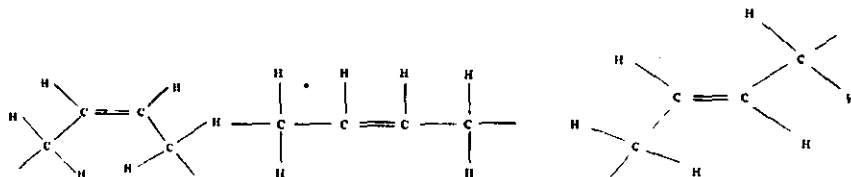
Bu ishda ba'zi benzol hosilalarini IQ spektrlarini o'lchash va spektrning 1650 - 2000  $\text{sm}^{-1}$  oralig'ida ko'rinadigan yutilish polosalarini 3.5 - rasmdagi polosalarning shakli bilan taqqoslash orqali o'rinbosarning joyini aniqlash tavsiya qilinadi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

1. Spektrofotometrni polistirol bilan to'lqin soni bo'yicha darajalang.
2. Yutuvchi qatlam qalinligi 0.2 mm bo'lgan kyuvetaga tadqiq qilinuvchi modda quyib uni spektrofotometrning tegishli joyiga o'rning.
3. Spektrofotometrning erituvchi qo'yiladigan yorug'lik yo'lga qalinligi xuddi shunday bo'lgan bo'sh kyuveta o'rning.
4. Moddaning spektrini 1650 - 2000  $\text{sm}^{-1}$  oraliqda yozib oling.
5. Yozilgan spektrni 3.5 - rasmda keltirilgan spektrlar bilan taqqoslab benzol halqasidagi o'rinbosarning joyini aniqlang.

### 3.2.4. POLIBUTADIEN KAUCHUKLARNI MIQDORIY ANALIZ QILISH

Tarkibida



qismlar bo'lgan polibutadien kauchuklarning IQ spektrlarida odatda, maksimumlari 911 va 968  $\text{sm}^{-1}$  bo'lgan yutilish polosalari bo'ladi. Maksimumi 911  $\text{sm}^{-1}$  bo'lgan polosa 1,2- qism uchun, 968  $\text{sm}^{-1}$  polosa esa 1,4-trans qism uchun xarakterli hisoblanadi. Shu munosabat bilan Buger – Ber - Lambert qonunini qo'llab 1,2 va 1,4-trans tipidagi qismlarning miqdorini aniqlash imkoni paydo bo'ladi.

IQ spektrda kauchukning 1,4-tsis qismi etarli darajada xarakteristik polosa ega bo'lmaydi. Lekin, xususiy holda, ya'ni 100% to'yinmagan kauchuklarda bunday qismlarning miqdorini quyidagi munosabat orqali topish mumkin.

$$C_{1,4\text{-tsis}} = C + (C_{1,2} - C_{1,4\text{-trans}})$$

Bu yerda, C - kauchukning to'yinmagan qismlarining konsentratsiyasi,  $C_{1,2}$  - ,  $C_{1,4\text{-trans}}$  va  $C_{1,4\text{-tsis}}$  - mos ravishda kauchukning 1,2 - , 1,4-trans va 1,4 - tsis qismlarining konsentratsiyalari.

Ishda 100 foiz to'yinmagan polibutadien kauchukning spektrini o'lchash va olingan spektral ma'lumotlar asosida uning tarkibiga kiruvchi har bir qismning miqdorini hisoblash tavsiya qilinadi.

#### Ishni bajarish tartibi

1. Polibutadien kauchugi eritmasining spektrini 850 - 1050  $\text{sm}^{-1}$  oraliqda o'lchang (kauchukning  $\text{CCl}_4$  eritmasidagi to'yinmagan qismlarining konsentratsiyasi 0,1 mol/l, yutuvchi qatlam qalinligi 0,5 mm, harorat 18 - 20  $^{\circ}\text{C}$ ).

2. Kauchukning 1,2- va 1,4-trans qismlariga tegishli yutilish polosalarining maksimumlariga to'g'ri keluvchi optik zichliklarni aniqlang va Buger - Ber - Lambert qonunini qo'llab bu qismlarning miqdorini toping (1,2- va 1,4-trans qismlarga tegishli xarakteristik polosalarning estinktsiya koeffitsiyentlari mos ravishda 125 va 110 l/(mol sm) ekanligi ma'lum).

3. Tadqiq qilinyotgan kauchukning to'yinmaganlik darajasi 100 foiz deb hisoblab undagi 1,4-tsis qismning konsentratsiyasini toping.

### **3.2.5. IQ YUTILISH SPEKTROSKOPIYASI YORDAMIDA ORGANIK MODDALARNING TARKIBINI O'RGANISH**

Molekula tarkibiga kiruvchi ba'zi atom gruppalarining o'ziga xos, xarakterli tebranishga ega bo'lishi molekulaning tarkibini o'rganishda IQ yutilish spektrlaridan foydalanish imkonini beradi. Umumiy holda IQ spektrlari orqali molekulaning tarkibini tahlil qilish uning spektrida ba'zi atom gruppalariga tegishli yutilish polosalarining bor yo'qligini aniqlash va ularni qo'shni gruppalarining ta'siri ostida u yoki bu tomonga siljishini o'rganish orqali amalga oshiriladi.

Bu ishda tarkibida  $>C=C<$  yoki  $>C=O$  va  $—C\equiv C—$  yoki  $—C\equiv N$  atom gruppalari bo'lgan organik moddaning IQ yutilish spektrini o'lchash va spektrda bu tebranishlarga tegishli yutilish polosalarining chastotalarini topish tavsifiya qilinadi.

#### **Ishni bajarish tartibi**

1. Tadqiq qilinayotgan moddaning maqbul konsentratsiyasini va yutuvchi qatlam qalinligini tanlab spektrini  $400 - 4000 \text{ sm}^{-1}$  orliqda yozib oling.

2. Spektrning xarakteristik chastotalar qismidagi yutilish polosalarining o'rnini aniqlab, ilovaning 6.8. bo'limida keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib bu polosalarning qaysi atom guruhlariga tegishli ekanligini hamda ularning yaqinidagi atom gruppalarini aniqlang.

### **3.2.6. QATTIQ MODDALARNING IQ SPEKTRLARINI O'LCHASH**

Qattiq moddalarning IQ spektrlarini o'lchash uchun bir qancha usullar mavjud. Ularning orasida keng tarqalganlaridan biri pasta usulidir. Bu usul, nisbatan oddiy va etarli darajada ishonchli bo'lib uni istalgan qattiq moddaning IQ spektrini olish uchun qo'llash mumkin.

Pasta usulida moddaning mineral yog'dagi suspenziyasi tayyorlanadi. Tabiiyki, mineral yog'ning o'zi tadqiq qilinayotgan IQ sohada yutilish polosalariga ega bo'lmasligi kerak. Suspenziya tayyorlash uchun odatda, vazelin yog'i ishlatiladi. Vazelin yog'i spektrning katta sohasida ( $3100 - 5000 \text{ sm}^{-1}$ ,  $1500 - 2700 \text{ sm}^{-1}$ ,  $700 - 1300 \text{ sm}^{-1}$ ) IQ nurlar uchun tiniqdir.

#### **Ishni bajarish tartibi**

1. Spektrofotometrni polistiroil plyonkasi orqali darajalab oling.

## **Fizikaviy tadqiqot usullari**

2. Suspenziya tayyorlang (tadqiq qilinayotgan moddaning 50 gramini maydalab 5 tomchi vazelin yog'i bilan yaxshilab aralashtiring).

3. Yig'ma kyuveta oynalaridan birining yuzasiga yupqa suspenziya qatlami surting va ustiga ikkinchi oynani qo'yib ushlagichga mahkamlab uni spektrofotometrning ishchi kanaliga o'rning.

4. Yig'ma kyuveta oynalari orasiga bir necha tomchi vazelin yog'i tomizib uni taqqoslash kanaliga o'rning.

5. Tadqiq qilinayotgan namunaning IQ spektrini keng oraliqda yozing.

6. Kitobning ilova qismidagi tegishli jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib intensiv yutilish polosalarini qaysi guruhlarga tegishli ekanligini aniqlang.

### **3.3. INFRAQIZIL YUTILISH SPEKTRLARINI O'LCHAYDIGAN ASBOBLAR**

#### **3.3.1. IKS-29 INFRAQIZIL SPEKTROFOTOMETRNING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPI**

IKS-29 infraqizil spektrofotometri turli moddalarning yutilish spektrlarini qayd qilishga va ularning o'tkazish koeffitsiyentini spektrning 4200 dan 400  $\text{sm}^{-1}$  oraliqda o'lchashga mo'ljallangan. Spektr, o'tkazish koeffitsiyenti foizlarda, to'liq uzunligi  $\text{sm}^{-1}$  larda darajalangan maxsus qog'ozga pero orqali qayd qilinadi.

#### **Spektrofotometrning ba'zi texnik kattaliklari**

Qayd qilinadigan spektr oralig'i,  $\text{sm}^{-1}$  ----- 4200 dan 400 gacha  
Monoxromatori bir nurli avtokollimatsion sxema asosida qurilgan.

nisbiy tirqishi ----- 1:6,28

Kollimator - paraboloid shaklidagi oyna

qorachig'i, mm ----- 43x50

fokus masofasi, mm ----- 278

Dispersiyalovchi elementlari 1 mm da 150 ta o'yiqlik (shtrix) (spektrning 4200 - 1200  $\text{sm}^{-1}$  oralig'i uchun) va 1 mm da 50 ta o'yiqlik bo'lgan (91400 - 400  $\text{sm}^{-1}$  oraliq uchun) ikkita difraksiyon panjara.

Spektrga yoyish to'liq sonlari bo'yicha tekis amalga oshiriladi. To'liq soni 1200  $\text{sm}^{-1}$  bo'lganda panjaralar almashadi.

Spektrofotometrning spektrning 1000  $\text{sm}^{-1}$  atrofida to'liq sonlari shkalasi bo'yicha qo'yadigan xatosi,  $\text{sm}^{-1}$  -----  $\pm 1$

O'tkazish koeffitsiyenti shkalasi bo'yicha 10 - 100% oraliqda

qo'yadigan xatosi, % -----  $\pm 1$

Spektrofotometrning spektrning 1122  $\text{sm}^{-1}$  qismidagi ajratib ko'rsata olish



qobiliyati ----- 850 dan kam emas  
Infraqizil nurlar manbai ----- karbid kremniyli global  
Infraqizil nurlarni qabul qilgich ----- vismutli bolometr

Spektrofotometrning ikki nurli sxema bo'yicha ishlashi optik nol usuliga asoslangan. Yorug'lik manбайдan chiqayotgan nurlar ko'zgular orqali ikkita dasta shaklida asbobning kyuveta bo'lmasiga yo'naltiriladi. Dastalardan birining yo'lga tadqiq qilinayotgan namuna solingan kyuveta, ikkinchisining yo'lga fotometrik pona va solishtiriladigan namuna (erituvchi) to'ldirilgan kyuveta o'rnatiladi. Ikkala yorug'lik dastasi ham bir xil fotometrik xossaga ega.

Ikkala dasta ham ko'zguli modulyatorga yo'naltiriladi. Modulyator dastalarni navbat bilan monoxromatorga o'tkazadi.

Namunalar tomonidan ikkala dastaning nurlari ham yutilmaganda bolometrga bir xil intensivlikka ega bo'lgan yorug'lik oqimlari tushadi va signal bo'lmaydi. Nurlardan biri yutilayotgan bo'lsa bolometrغا har xil intensivlikka ega bo'lgan yorug'lik oqimlari kelib tushadi. Buning natijasida esa chastotasi modulyatorning aylanish chastotasiga (12,5 Gts) teng bo'lgan o'zgaruvchan signal hosil bo'ladi. Bu signal kuchaytirilib qayta o'zgartirilgandan so'ng elektrodvigatelning chulg'amiga uzatiladi. U esa o'z navbatida, yorug'lik oqimlarining intensivliklari orasida hosil bo'lgan farqni to'lgacha kamaytirish uchun fotometrik ponani siljitadi. Optik nol usulining nomi ham shundan kelib chiqqan.

Fotometrik pona pero bilan bog'langan. Shuning uchun pona siljiganda pero ham unga mos harakat qilib maxsus qog'ozga namunaning spektrini yozadi.

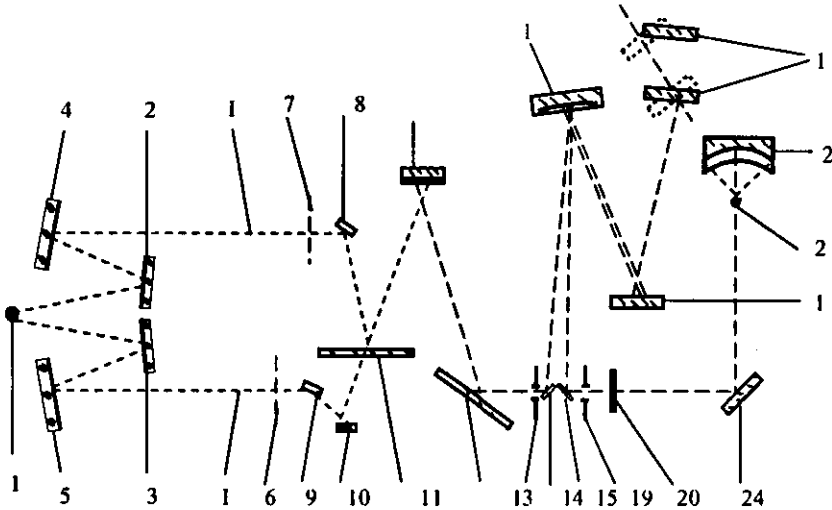
Spektrofotometrning optik sxemasi 3.6 - rasmda ko'rsatilgan.

Nurlanish manbai 1 dan kelayotgan yorug'lik 2, 3, 4, 5 sferik ko'zgular yordamida I va II dastalarga ajratiladi.

Kompensatsiyalovchi 6 va 7 fotometrik ponalar o'rnatilgan tekislikka yorug'lik manbaining 1,85 marta kattalashtirilgan tasviri tushiriladi. 8, 9, 10 ko'zgulardan va 11 modulyatorning oynalangan yuzasidan qaytgan yorug'lik 12 sferik ko'zguga yo'naltiriladi.

Navbat bilan oldi to'siladigan yorug'lik dastalari 12 va 13 ko'zgular orqali 14 kirish tirqishiga yo'naltirilib uning tekisligiga fokuslanadi. Sferik 12 va 13 yassi ko'zgular yorug'lik manbaining 1,42 marta kattalashtirilgan tasvirini monoxromatorning kirish tirqishiga tushiradi. Yorug'lik 14 kirish tirqishidan o'tgandan keyin 15 yassi ko'zgu orqali parabola shaklidagi 16 ob'ektivga yo'naltiriladi. Bu ob'ektivning fokal tekisligiga kirish va chiqish tirqishlari o'rnatilgan. Ob'ektivdan qaytgan nurlar parallel dasta shaklida 17 yassi

ko'zguga tushadi. Ko'zgu esa bu nurlarni to'lqin uzunliklari bo'yicha spektrga yoyish uchun 18 difraksiyon panjaralarning biriga yo'naltiradi.



3.6 - rasm. IKS-29 infraqizil spektrofotometrning optik sxemasi:

1 – infraqizil nurlar manbai-globar; 2, 3, 4 va 5 – yorug'lik yo'lini o'zgartiruvchi sferik ko'zgular; 6 – kompensatsiyalovchi fotometrik pona; 7 – fotometrik pona; 8, 9, 10, 13, 15, 17, 19 va 21 – buruvchi yassi ko'zgular; 11 – modulator; 12 – sferik ko'zgu; 14 – kirish va 20 – chiqish tirqishlari; 16 – kollimator va kameraning obyektivi; 18 – difraksiyon panjaralar; 22 – ellips shaklidagi ko'zgu; 23 – bolometr; 24 – interferentsion filtrlar.

Difraksiyalangan nur yana 17 yassi ko'zguga va undan qaytib 19 ko'zgu yordamida kirish tirqishining tasvirini 20 chiqish tirqishining tekisligiga tushiruvchi 16 ob'ektivga tushadi. Chiqish tirqishidan o'tgan nur 21 yassi ko'zgu orqali ellips shaklidagi 22 ko'zguga tushadi, u esa o'z navbatida chiqish tirqishining tasvirini 0,125 marta kichraytirib nurni 23 bolometrni yorug'lik qabul qituvchi yuzasiga tushiradi.

Spektrofotometrda har xil doimiylikka ega bo'lgan ikkita difraksiyon panjara (nusxasi) ishlatiladi. Birinchi panjara (1 mm da 150 ta o'yiqlik bor) 4200 dan 1200  $\text{sm}^{-1}$  gacha bo'lgan oraliqda ishlaydi va 2800  $\text{sm}^{-1}$  to'lqin sonida energiyaning maksimal konsentratsiyasiga ega. Ikkinchi panjara (1 mm da 50 ta o'yiqlik bor) 1400 dan to 400  $\text{sm}^{-1}$  gacha bo'lgan oraliqda ishlaydi va 800  $\text{sm}^{-1}$  da energiyaning maksimal konsentratsiyasiga ega.

Birinchi tartibli spektrni ustiga tushadigan yuqori tartibli spektrlarni kesib qolish, chiqish tirqishining orqa tomoniga o'rnatilgan beshta 24 interferentsion filtrlar tomonidan amalga oshiriladi.

Interferentsion filtrlarni ishlash oralig'i 3.2 - jadvalda keltirilgan.

**Interferentsion filtrlarni ishlash oralig'i**

3.2 - jadval

Filtrning nomeri	Ishlash oralig'i, $\text{sm}^{-1}$
1	4200 - 3000
2	3000 - 1880
3	1880 - 1060
4	1060 - 640
5	640 - 400

Xalaqit beruvchi yorug'likni kamaytirish uchun spektrofotometrning 13 ko'zgusi almashadigan qilingan; 4200 dan  $1136 \text{ sm}^{-1}$  oraliqda yuzasi alyuminiy bilan qoplangan, 1136 dan to  $635 \text{ sm}^{-1}$  gacha bo'lgan oraliqda yaltiramaydigan xira ko'zgular, 635 dan to  $400 \text{ sm}^{-1}$  oraliqdagi nurlar uchun litiy flordan tayyorlangan plastinka ishlatiladi.

Difraksion panjaralarni, qaytaruvchi va interferentsion filtrlarni spektrning belgilangan nuqtalarida almashirish avtomatik ravishda amalga oshiriladi.

Monoxromatorning kirish va chiqish tirqishlari simmetrik bo'lib bir vaqtda bir xil kenglikda 0.01 dan 4 mm gacha ochiladi.

Spektrofotometrda to'lqin sonlari yozilgan shkalani ekranga tushiruvchi qurilma bor.

**Spektrofotometrning tuzilishi (konstruksiyasi)**

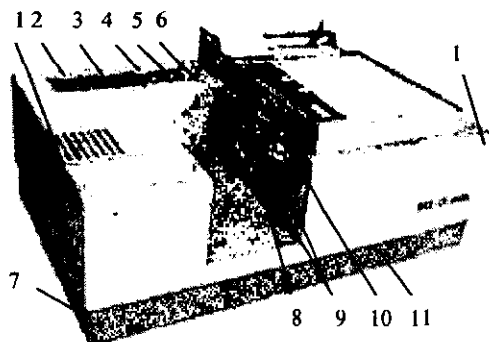
Spektrofotometrning old va ustki tomonlaridan ko'rinishi 3.7 - rasmda ko'rsatilgan. Spektrofotometr tunukadan qilingan 12 yuqori va 11 pastki qopqoqlar bilan yopilgan. Kyuveta bo'lmasiga, namuna to'ldirilgan kyuvetalarni o'rnatish uchun yo'naltiruvchi va ushlab turuvchi 9 yupqa metall plastinkalar g'ilofga mahkamlangan.

Har xil tajribalar o'tkazish uchun zarur bo'lgan qurilmalarni o'rnatish uchun asbobning asosiy qutisiga (korpusiga) mahkamlangan uchta 8 tayanch nuqtalar mavjud.

Spektr yozuvchi qurilma va spektrofotometrni boshqarish pulti uning ustida joylashgan. Boshqarish pultida to'lqin sonlarining shkalasini ko'rsatuvchi 7 ekran (3.8 - rasm) va spektrning qayd qilinadigan qismini o'rnatish uchun 6 «diapazonъ» deb yozilgan buragich joylashtirilgan.

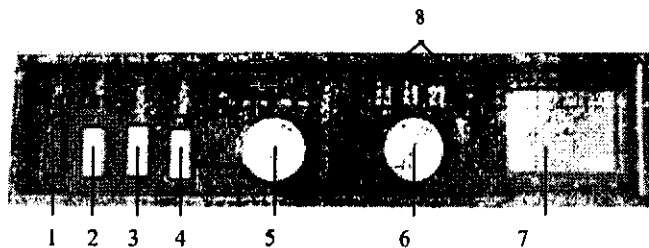
Spektrni uch xil oraliqda qayd qilish mumkin, 4200 dan  $1200 \text{ sm}^{-1}$  gacha, 1400 dan  $400 \text{ sm}^{-1}$  gacha va ketma-ket shu ikki oraliqda. Spektr oralig'ini 6

buragichli kalit (3.8 - rasm) orqali o'zgartirish, faqat oraliqlarning boshida amalga oshirilishi kerak. Spektrga yoyish tezligi 5 kalit (3.8 - rasm) bilan o'rnatiladi.



3.7-rasm. IKS-29 spektrofotometrining umumiy ko'rinishi:

1 – yoritgich joylashgan qismning qopqog', 2 – ʻirqishlar dasturining kaliti, 3 – kuchaytirgichning buragichi, 4 – reoxordning buragichi, 5 – indikator, 6 – rehaytirgichning vaqt doimiysini o'rnatuvchi bosgichlar (knopkalar), 7 – tumblerlar va saqlagichlar joylashgan qism, 8 – qo'shimcha qurilmalarni o'rnatish uchun tayanch nuqtalar, 9 – kuveta o'rnatish joylari, 10 – kompensatsiyalovchi fotometrik ponani buruvchi o'q, 11 – asbobning ostki va 12 – ustki qopqoqlari.



3.8 - rasm. IKS-29 spektrofotometrning boshqaruv pulti:

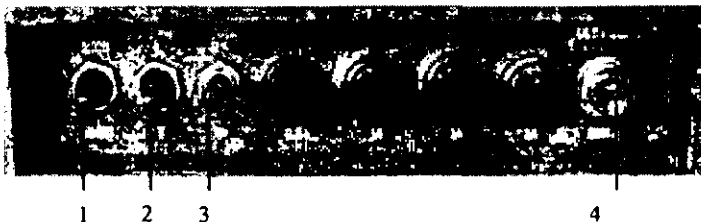
1 – spektrga yoyishni to'xtatish uchun buyruq beruvchi tugma; 2 – spektrga yoyishni boshlash uchun buyruq beruvchi tugma; 3 – spektrning qayd qilinmaydigan qismlaridan tez o'tishni ta'minlovchi tugma; 4 – difraksiyon panjarani orqaga qaytarishni ta'minlovchi tugma; 5 – spektrga yoyish tezligini o'rnatuvchi buragich; 6 – spektr oraliq'ini o'rnatuvchi buragich; 7 – to'lqin sonlari shkalasining ekranlari

Ixtiyoriy to'lqin sonida yoyishni boshlash va uni to'xtatish mos ravishda 2 va 1 tugmachalar orqali amalga oshiriladi. Spektрни kerak bo'lmagan qismlarini yozmasdan tez o'tish «uskorenno» deb yozilgan 3 tugmachali ka-

litni bosish orqali bajariladi. Spektrofotometrda, bitta interferentsion filtni ishlash oralig'ida (3.2 - jadvalga qarang) «obratno» deb yozilgan 4 tugmachali kalitni bosish orqali difraksion panjarani orqaga qaytarish mumkinligi hisobga olingan.

Kyuvetalar bo'lmasinging orqa tomonida kuchaytirgichni boshqarish pulti va tirqishlarni ochish sistemasi joylashgan. Boshqaruv pultida 5 indikator (3.7-rasm) va muvozanatlovchi ko'prik reoxordining 4 buragichi, kuchaytirgichning 3 ruchkasi, tirqishlar programmasining 2 kaliti va kuchaytirgichning vaqt doimiysini o'rnatadigan kalitning tugmalari joylashgan.

Qopqoq chap tomonining pastki qismidagi 7 ramkaga (3.7 va 3.9 - rasmlar) spektrofotometrni o'chirib yoqadigan 4 tumbler, yorug'lik manbaini tegishli kattalikdagi elektr kuchlanishiga ulovchi 3 kalit, saqlagichlar, spektrofotometrni bir nurli yoki ikki nurli sxemalar bilan ishlash maromini o'rnatadigan 2 kalit va to'liq sonining  $\nu = 2000 \text{ sm}^{-1}$  qiymatida spektrga yoyishni avtomatik ravishda to'xtatishni ta'minlaydigan 1 tumbler o'rnatilgan.



3.9 - rasm. Spektrofotometr chap yonining pastki qismini ko'rish.

1 - spektrga yoyishni  $2000 \text{ sm}^{-1}$  chastotada avtomatik ravishda to'xtatish rejimini o'rnatuvchi tumbler, 2 - I yoki II nurli rejimlarda ishlashini o'rnatuvchi tumbler, 3 - yorug'lik manbaini ta'minlovchi tegishli kuchlanishni o'rnatuvchi tumbler, 4 - asbobni o'chirib yoquvchi tumbler.

### **Asbobni ishga tayyorlash**

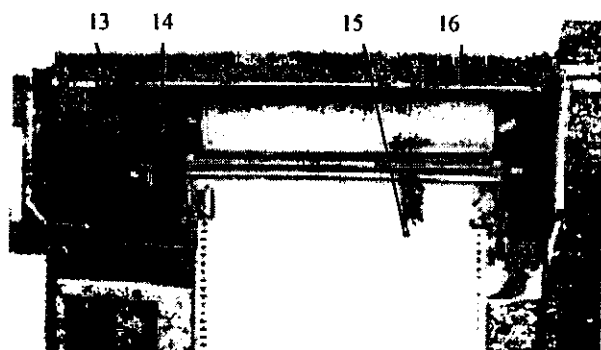
1.1. Peroni rangga to'ldirib joyiga o'rnatish.

1.2. «Obratno» va «uskorenno» deb yozilgan tugmachali kalitlarni «vyklyucheno» (o'chirilgan) holatiga qo'ying (3.8 - rasm).

1.3. Tumblerni 4 (3.9 - rasm) «set 220 V» yozuvli tomonga qaratib ko'tarib spektrofotometrni yoqing.

1.4. Yorug'lik manbaini 3 tumbler (3.9 - rasm) orqali tegishli kuchlanishga ( $U < 0$ ) ulang.

1.5. Ehtiyoj qismlari orasidan spektr yozadigan qurilmaning o'qini va tegishli qog'oz o'ramini olib o'qni o'ramga shunday qo'yinki, qog'ozni qurilmaga o'rnatgan vaqtda o'qning maxovigi o'ng tomonda qolsin.



*3.10-rasm. Spektrofotometrning spektrni qog'ozga yozuvchi qismi:*

1 – qog'ozni tezligini o'zgartiruvchi ruchka; 2 – spektrga yoyish tezligini o'rnatuvchi ruchka; 3 – pero ushlagichni qog'oz bo'ylab siljitadigan vint; 4 – yuqoriga ochiladigan qopqoq.

Yozadigan qurilmaning qopqog'ini oching va qog'oz o'ramini uning orqa bo'limiga qo'ying, keyin 16 qopqoqni (3.10 - rasm) yopishdan oldin o'qni prizmatik tayachga suyab o'rning.

Qog'ozni o'tkazish tezligini o'rnatuvchi 13 kalitni (3.10 - rasm) «0» yozuvli holatga qo'ying. Qog'ozni uchidan tortib qurilma shkalasining ostidan o'tkazib yon tomonidagi teshiklariga barabanning tishlarini kirgizing.

1.6. Spektrofotometrni yoqqandan 10 - 15 minut keyin «balans mosta» deb yozilgan 4 ruchka (3.7 - rasm) bilan 5 indikatorning (3.7 - rasm) strelkasini «zapis» deb yozilgan qizil rangli yo'lning o'rtasiga to'g'rilang. Bu holat o'lchov ko'prigining normal nomuvozanat holatiga mos keladi.

1.7. Spektrofotometr 40 minutdan so'ng ishlatish uchun tayyor bo'ladi.

### **Ishlash tartibi**

Ikki nurli sxema bo'yicha ishlatish.

2.1 14 kalitni (3.10-rasm) «1» raqamining qarshisiga o'rning.

2.2 «Диапазон» (spektr oraliqlari) deb yozilgan 6 kalitni (3.8 - rasm) kerakli holatga o'rning. Hisob shkalasining 7 ekranida (3.8 - rasm) ko'rinadigan to'lqin soni oraliqning boshiga mos kelishi va 8 indikator lampalari (3.8 - rasm) esa yonib tegishli panjara o'rnatilganini ko'rsatishi kerak. Agar, asbobning shkalasi oraliqning boshiga to'g'ri kelmasa «uskorenno» va «pusk» tugmachalarini bosib asbobni o'zi avtomatik ravishda tanlangan oraliqning boshiga kelib to'xtaguncha kutish kerak.

2.3 «Uskorenno» deb yozilgan 3 tugmachali kalitni (3.8 - rasm) «vyklyucheno» holatga o'rning, «skorost razvertki» (spektrga yoyish tezligi) deb yozilgan 5 kalitni (3.8 - rsm) «2» holatga qo'yib, «pusk» va «stop» yozuvli tugmachalarni bosib spektrofotometrning shkalasini boshlang'ich shtrix qarshisiga aniq qilib o'rning.

2.4 «Programma meley» (tirqishlarni o'zgartirish dasturi) deb yozilgan 2 kalit orqali tirqishlarning kerakli programmasini o'rning (3.7 - rasm).

2.5 Peroni qog'ozga yozilgan shkalaning boshiga to'g'rilab qo'ying, buning uchun 13 kalitni (3.10 - rasm) «1» yozuvli holatga qo'yib qog'ozdagi shkalaning boshi peroning uchi bilan mos tushguncha qog'ozni qo'lingiz bilan torting. Shkalani tegishli nuqtasiga peroni aniq to'g'rilash uni 15 vint (3.10 - rasm) yordamida siljitish orqali amalga oshiriladi.

2.6 Spektrga yoyish tezligining qiymatini 5 kalit (3.8 - rasm) orqali o'rning.

2.7 «Usilenie» (kuchaytirish) deb yozilgan 3 ruchkani (3.7 - rasm) burab 2 yoki 3 holatga qo'ying, ikkala yorug'lik dastasini oldini oching (bu holda pero 100% li o'tkazishni ko'rsatuvchi chiziqqa qarab siljishi kerak) va kuchaytirishning shunday qiymatini tanlangki unda namunaga (3.6 - rasmdagi I nurlar dastasi) tushayotgan nurni oldi qisqa muddatli to'sish natijasida o'tkazish koefitsiyentining shkalasi bo'yicha turg'un vaziyatidan 30 - 40 foizga siljigan pero oldingi vaziyatiga qaytganda uni chegaralovchi chiziqni bir martadan ortiq kesib o'tmasin.

Signalni kuchaytirishni spektrning atmosferadagi suv bug'lariga va is gaza tegishli intensiv yutilish polosalari bo'lmagan qismida tanlash kerak.

Eslatma. Agar, yorug'lik nurlarining oldi ochiq bo'lgan holda pero nolga qarab siljisa «balans mosta» deb yozilgan buragichni nomuvozanat holatni kamaytiradigan yo'nalish bo'yicha burab oldin uni to'liq muvozanat holga to'g'rilang (indikator strelkasining yuqori holati) keyin burashni shu yo'nalishda davom ettirib bu holatdan o'tib normal nomuvozanat holatga to'g'rilab qo'ying. Bunday vaziyatda pero 100% li o'tkazishni ko'rsatuvchi chiziq tomonga qarab siljiydi.

2.8 10 o'q (3.7 - rasm) yordamida peroni 100 % li o'tkazish chizig'ining ustiga to'g'rilab qo'ying. Buning uchun namuna qo'yiladigan ramkaning yuqorisidagi tirqishga otvertkani tiqib o'qni tegishli tomonga burang.

2.9 Namuna to'ldirilgan kyuvetani nurning yo'liga o'rning, peroni qog'ozga tushiring va «pusk» deb yozilgan tugmachani bosib spektrni yozib oling.

## 4. YADRO MAGNIT REZONANSI SPEKTRLARI

### 4.1. YADRO MAGNIT REZONANSI HODISASINING NAZARIY ASOSLARI

#### 4.1.1. MAGNIT MAYDONIDAGI YADRONING ENERGIYASI

Ba'zi atomlarning yadrolari xuddi elektron kabi spinga ya'ni,  $\vec{P}$  xususiy mexanik momentga ega. Bunday yadrolar  $\vec{\mu}$  magnit momentga ham ega bo'ladi. Ular orasidagi bog'lanish quyidagicha ifodalanadi.

$$\vec{\mu} = \gamma \vec{P} \quad (4.1)$$

Bu yerda  $\gamma$ -giromagnit nisbat, yadroni xarakterlovchi doimiy kattalik.

Vodorod atomining yadrosi  $^1\text{H}$ , va  $^{17}\text{O}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$  yadrolar magnit momentiga ega.  $^{16}\text{O}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{32}\text{S}$  kabi yadrolarning magnit momenti nolga teng ekanligi tajribada topilgan.

Magnit momentiga ega bo'lgan yadro, doimiy magnit maydoniga kiritilsa unga, magnit maydonining induksiya kuch chiziqlari bo'ylab yo'naltiruvchi kuch ta'sir qiladi. Bunday yadroning hatti-harakati xuddi erning magnit maydoni ta'sir etayotgan kompas strelkasining hatti-harakatiga o'xshaydi. O'zi magnit bo'lgan kompas strelkasining yo'nalishi erning magnit kuch chiziqlariga parallel bo'ladi. Bu holat uning energiyasi eng kam bo'lgan turg'un holatidir. Agar, kompas strelkasini bu holatdan biror burchakka burib qo'yib yuborsak u, bir necha tebranishdan keyin yana turg'un holatiga qaytadi. Magnit strelkasining magnit maydoni bilan o'zaro ta'sir energiyasi  $E$  quyidagicha ifodalanadi.

$$E = B\mu \cos \alpha$$

Bu yerda,  $B$  magnit induktsiyasining vektori,  $\alpha$  -  $B$  va  $\mu$  vektorlari orasidagi burchak.

Magnit strelkasining magnit maydoni bilan o'zaro ta'sir energiyasi uning  $V$  vektori bilan hosil qilgan burchagiga qarab  $-\mu V$  dan to  $+\mu V$  gacha bo'lgan oraliqda o'zgarishi mumkin.

Ma'lumki kvant mexanikasiga ko'ra atom yadrolari magnit maydonida faqat bir nechta yo'nalish bo'ylab yo'nalishi mumkin. Yadro spinining mum-



kin bo'lgan yo'nalishlari soni uning spin kvant soni  $I$  ga bog'liq. Yadro spinining moduli va spin kvant soni quyidagicha bog'langan.

$$P = \hbar \sqrt{I(I+1)} \quad (4.2)$$

Bu yerda,  $P$  - yadro spinining son qiymati (moduli),  $\hbar$  - Plank doimiysi.

Tashqi magnit maydonidagi  $\vec{P}$  ning turlicha yo'nalishiga proektsiyaning turlicha qiymatlari to'g'ri keladi. Bu proektsiyalar magnit kvant soni bilan bir-biridan farq qiladi.

$$P_z = m_l \hbar \quad (4.3)$$

Bu yerda,  $P_z$ ,  $\vec{P}$  vektorining  $z$  o'qdagi proektsiyasi,  $m_l$  - magnit kvant soni. Magnit kvant soni  $I$  dan  $I - 1, I - 2, \dots$  to  $-I$  gacha bo'lgan  $2I + 1$  ta qiymatni qabul qiladi.

Giromagnit nisbat musbat bo'lganda  $\vec{P}$  va  $\vec{\mu}$  bir xil yo'nalishga ega bo'ladi bu holda (4.1) va (4.3) dan quyidagini olamiz.

$$\mu_z = \gamma P_z = \gamma m_l \hbar \quad (4.4)$$

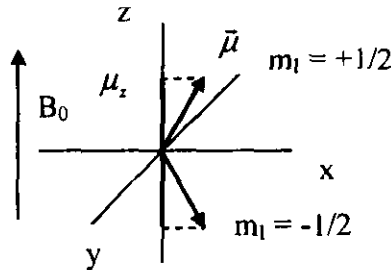
Magnit maydon induksiyasi bilan yadro magnit momentining o'zaro ta'sir energiyasi ya'ni, statsionar spin holatlarining energiyasi  $m_l$  ning qiymatlari bilan aniqlanadi.

$$E = B \mu$$

$$E = \gamma m_l \hbar B \quad (4.5)$$

Shunday qilib, magnit maydonidagi yadro energetik holatlarining sxemasini qurish mumkin (4.1 - rasm). Vodorod atomining yadrosi proton uchun  $I = 1/2$ , bu holda  $m_l = +1/2$  va  $m_l = -1/2$  bo'ladi, energiyaning qiymatlari esa

$$E_1 = \frac{1}{2} \gamma \hbar B \quad \text{va} \quad E_2 = -\frac{1}{2} \gamma \hbar B$$



4.1 - rasm. Spini  $I = 1/2$  bo'lgan yadroning magnit energetik sathlari.

Energetik sathlar orasidagi farq

$$\Delta E = E_1 - E_2 = \gamma \hbar B \quad (4.6)$$

Bu energetik sathlarni biridan ikkinchisiga o'tish spinni (demak, yadro magnit momentini)  $V$  ga nisbatan o'z yo'nalishini o'zgartirishi bilan barobardir. Asosiy holatdan qo'zg'algan holatga bunday o'tish natijasida Borning chastotalar qoidasiga ko'ra yadro elektromagnit maydonning

$$\Delta E = h\nu \quad (4.7)$$

energiyasini yutishi kerak. (4.6) va (4.7) ga ko'ra yadro tomonidan yutiladigan elektromagnit to'lqinning chastotasi

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \gamma B$$

yoki

$$\omega = \gamma B \quad (4.8)$$

bo'ladi va (4.8) tenglamaga rezonans sharti deyiladi. Agar, yadroga chastotasi  $\nu$  va magnit induksiya sinining kattaligi  $V_1$  bo'lgan o'zgaruvchi magnit maydoni bilan ta'sir qilsak uning magnit energetik sathlari orasida o'tishlar hosil qilish mumkin.

#### 4.1.2. KIMYOVIY SILJISH

Hozirgacha biz yalang'och, ideal erkin yadrolarni doimiy magnit maydonidagi hatti harakatini qaradik. Tabiiyki, real moddalarda yadro atom va molekullarning tarkibiga kiradi va ularning elektronlari bilan o'zaro ta'sir qilishadi. Magnit maydonida yadroni o'rab turgan elektron buluti aylanma harakatga keladi, bu aylanishning yo'nalishi shunday bo'ladiki uning natijasida hosil bo'lgan magnit maydonning yo'nalishi, doimiy magnit maydonning yo'nalishiga teskari bo'ladi. Demak, yadro joylashgan nuqtadagi lokal (yaku-niy) magnit maydonning kattaligi  $B_{lok}$

$$B_{lok} = B - B_{elektronlar\ hosil\ qilgan} \quad (4.9)$$

bu yerda,  $B$  - namuna turgan doimiy magnit maydonning kattaligi,  $B_{elektronlar\ hosil\ qilgan}$  - doimiy magnit maydonning ta'sirida elektronlar hosil qilgan magnit maydonning kattaligi. Elektronlar hosil qilgan magnit maydoni ( $V_{elekt}$ )  $V$  ga to'g'ri proporsional bo'lgani uchun

$$V_{elekt} = \sigma B \quad (4.10)$$

bu yerda,  $\sigma$  - doimiy kattalik bo'lib unga ekranlanish doimiysi deyiladi. (4.10) ni hisobga olib (4.9) ni quyidagicha yozamiz.

$$B_{lok} = B_z(1 - \sigma) \quad (4.11)$$

bu yerda,  $B_z$  - doimiy magnit maydonining  $z$  - o'qiga proektsiyasi. Shunday qilib, elektronlarning diamagnit aylanishi, yadroni doimiy magnit maydonidan ekranlab turadi. Buning natijasida yadro turgan nuqtadagi magnit maydoni  $V_{lok}$ ,  $V$  dan kam bo'ladi. Har bir alohida olingan atom, o'ziga xos bo'lgan ekranlanish doimiysi bilan xarakterlanadi. Lekin, atom molekulaning tarkibida bo'lganda tabiiyki, uning ekranlanish doimiysi elektron bulutining o'zgarishiga qarab birmuncha o'zgaradi. Shuning uchun, (4.11) tenglamani umumiy ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin.

$$B_i = B_z(1 - \sigma_i) \quad (4.12)$$

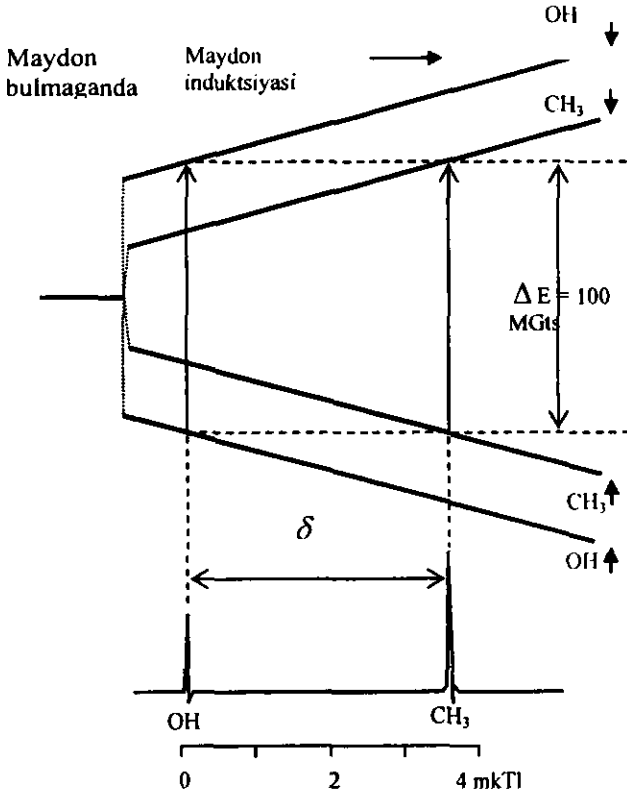
bu yerda,  $B_i$  -  $i$  yadro turgan nuqtadagi magnit maydonining kattaligi,  $\sigma_i$  -  $i$  yadroni ekranlanish doimiysi. Masalan, ma'lumki kislorod atomining aktseptorlik qobiliyati uglerodnikiga qaraganda ancha katta (chunki kislorodning elektromanfiyligi uglerodnikidan kattaroq), shuning uchun ham, C—H bog'ni hosil qilgan vodorod atomining yadrosi atrofida elektron bulutning zichligi O—H bog'da qatnashayotgan vodorod atomi yadrosi atrofidagi elektron bulutning zichligidan katta bo'ladi. Shu munosabat bilan  $\sigma_{CH} > \sigma_{OH}$  ekanligini kutish mumkin va shunga mos ravishda

$$B_{CH} = B_z(1 - \sigma_{CH}) < B_{OH} = B_z(1 - \sigma_{OH})$$

bo'ladi. Shunday qilib, OH guruhning vodorod yadrosi turgan joydagi (nuqtadagi) magnit maydonining kattaligi CH guruhdagi shunday yadro turgan joydagi magnit maydonidan katta bo'ladi va doimiy magnit maydonining ma'lum qiymatida CH bog'dagi vodorod yadrosi OH bog'dagi vodorod yadrosiga qaraganda kamroq chastota bilan harakat qiladi. Yoki boshqacha qilib aytganda rezonans chastotasi  $\omega$  o'zgarmas bo'lganda (masalan 100 MGts) rezonans sharti  $\omega = \gamma B$ , CH gruppadagi proton uchun OH gruppadagi protonga qaraganda kattaroq magnit maydonida bajariladi.

4.2 - rasmda  $CH_3OH$  molekulasining  $CH_3$  va OH gruppalariga kiruvchi vodorod yadrolarining magnit energetik sathlarini holatlari va ularning magnit maydonining o'zgarishiga qarab o'zgarishi tasvirlangan.

Ekranlanganlik doimiysi kamroq bo'lgan OH gruppasiga kiruvchi vodorod yadrosi kuchlanganligi kattaroq bo'lgan magnit maydonida bo'ladi va shuning uchun ham, uning energetik sathlari ekranlanganligi ko'proq bo'lgan  $CH_3$  gruppasi protonlarining energetik sathlariga qaraganda bir-biridan uzoqroq joylashadi. Agar, namunaga chastotasi 100 MGts bo'lgan elektromagnit nur ta'sir etayotgan bo'lsa va yutilish spektrini qayd qilish magnit maydonini oshirish yo'li bilan (polevaya razvertka) amalga oshirilayotgan bo'lsa OH gruppalaridagi vodorod yadrolari  $CH_3$  gruppalaridagi vodorod yadrolariga qa



4.2 - rasm. Metil spirti metil va gidroksil gruppalarining vodorod yadrolariga tegishli energetik sathlarining doimiy magnit maydonining kattaligiga bog'liq ravishda o'zgarishi. Rasmning pastki qismida metil spirtining proton YaMR spektri keltirilgan.

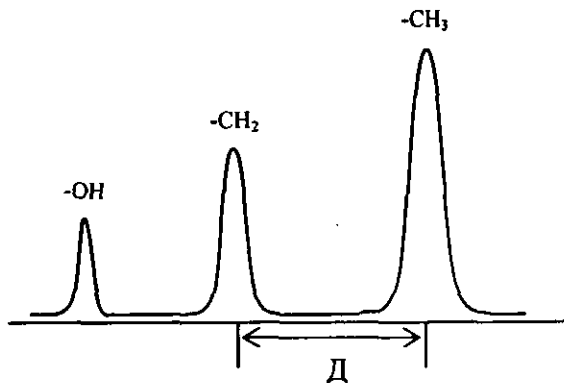
raganda oldinroq rezonansga keladi va ta'sir qilayotgan elektromagnit nurlarning energiyasini yutib boshlaydi. Yadroning aylanish chastotasi shu maydon uchun rezonans shartiga ko'ra hisoblangan elektromagnit to'lqinlar chastotasi-ga teng bo'lsa rezonans hodisasi bo'ladi. Bu holat metil spirtining YaMR <sup>1</sup>H spektri keltirilgan rasmni quyi qismida ko'rinib turibdi. Ikki spektral chiziq integral intensivliklarining nisbati (spektral chiziq bilan chegaralangan yuzaning kattaligi) 1:3 ni tashkil qiladi, bu esa o'z navbatida, intensivligi kam bo'lgan chiziqni OH gruppaning bitta protoniga, intensivligi katta bo'lgan chiziqni esa CH<sub>3</sub> gruppaning uchta protoniga tegishli ekanligini ko'rsatadi. Uglerod (<sup>12</sup>C)

va kislorod ( $^{16}\text{O}$ ) yadrolari spinga ega bo'lmaganligi uchun, ularning bu spektrga umuman ta'siri yo'q. Bu rasmda YaMR spektroskopiyasining ikkita juda muhim xususiyati o'z aksini topgan: 1; bir xil yadrolar uchun (biz qaragan holda protonlar uchun) yutilish polosalarining spektrdagi o'rni ularning kimyoviy atrofiga bog'liq ekanligi (xuddi shu sababga ko'ra bu signallar orasidagi masofani odatda kimyoviy siljish deyishadi) va 2; spektral chiziqlarning yuzalari ekvivalent yadrolarni soniga to'g'ri proporsional (ekvivalent yadrolar deb bir xil kimyoviy siljishga ega bo'lgan yadrolarga aytiladi) ekanligi. YaMR spektroskopiyasining bu ikki xossasi sifat va miqdor tahlillarining asosini tashkil etadi.

Yuqorida aytib o'tilganidek YaMR spektrlarini namuna turgan magnit maydonining kattaligini o'zgartirish orqali yozib olish mumkin.

#### 4.1.3. SPIN-SPIN TA'SIR NATIJASIDA MAGNIT ENERGETIK SATHLARINING AJRALISHI

Ajratib ko'rsatishi yuqori bo'lgan YaMR spektrlarini tadqiq qilishda ko'pincha, bu chiziqlarning sezilarli nozik tuzilishini kuzatish mumkin. Quyidagi suratlarda keltirilgan YaMR spektrlarini solishtirib ajratib ko'rsatishi yuqori va past bo'lgan spektrlarni farqini oson bilish mumkin.



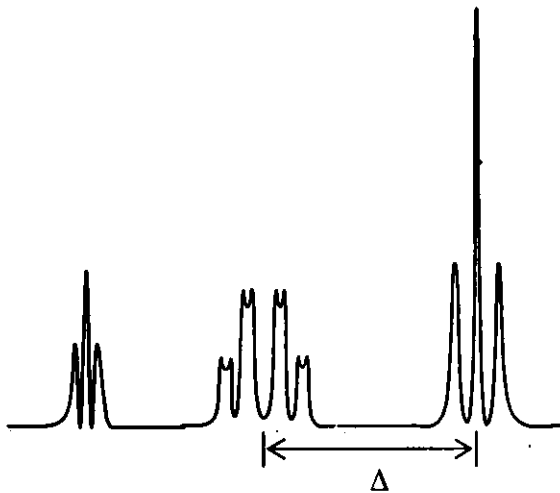
4.3-rasm. Etil spirtining ajratib ko'rsatishi past bo'lgan YaMR proton spektri.

Etanolning  $\text{CH}_2$  gruppasi protonlarini  $\text{CH}_3$  gruppasiga nisbatan kimyoviy siljishi 4.3 – rasmda  $\Delta$  simvoli bilan belgilangan.

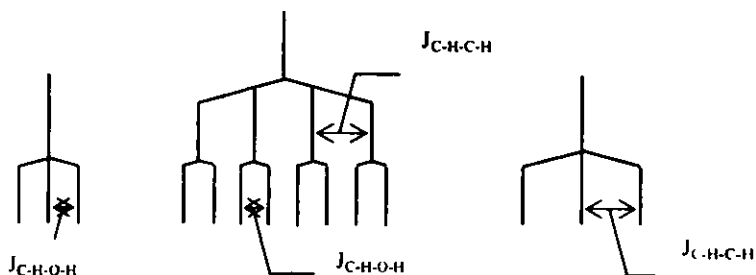
Odatda,  $\Delta$  yutilish polosalarining markazlaridan o'lchaniladi. Etanolning  $\text{CH}_2$  va  $\text{CH}_3$  gruppalariga tegishli polosalarning nozik tuzilishi, magnit ener-

getik sathlarining spin-spin ta'sir natijasida ajralishi hodisasi hisobiga paydo bo'ladi. Polosani ajralishi hisobiga hosil bo'lgan chiziqlar orasidagi masofaga spin-spin ta'sirning doimiysi deyiladi va u  $J$  harfi bilan belgilanadi. Bu kattalik, odatda, gertslarda ifodalanadi.  $\Delta$  kattalik qo'llanilgan doimiy magnit maydonining kuchlanganligiga bog'liq bo'ladi, lekin, gertslarda ifodalangan spin-spin ta'sirning doimiysi magnit maydonining kuchlanganligiga bog'liq emas.

Spektrni nozik tuzilishini paydo bo'lishi va  $J$  ning magnit maydoni kuchlanganligiga bog'liq bo'lmasligini sababini gipotetik H—D molekulasining spektrini o'rganish orqali tushunib olish mumkin. Agar, qandaydir mexanizm yordamida, protonning magnit momenti deyeronga ta'sir qilsa u holda, magnit maydonining kuch chiziqlari atrofida aylanma (pretsessiya) harakat qilayotgan deyeron joylashgan nuqtadagi magnit maydonining kuchlanganligi, unga qo'shni bo'lgan vodorod yadrosining magnit kvant soniga bog'liqdir. Agar, protonning spini  $+1/2$  bo'lsa uning magnit momenti doimiy magnit maydonining yo'nalishi bo'ylab yo'nalgan bo'ladi va deyeronga ta'sir qilayotgan maydon, o'rnatilgan doimiy magnit maydoni hamda qo'shni proton hosil qilgan magnit maydonining yig'indisidan iborat bo'ladi.



4.4-rasm. Etanolning ajratib ko'rsatishi yuqori bo'lgan YaMR spektri (ayni nusxasi).



4.5-rasm. Spin-spin ta'sirning doimiysi yordamida 4.3-rasmda keltirilgan spektrni talqin qilish, «o'qish» (interpretatsiya).

Shunday qilib, bunday molekulada deyteriy yadrosi uchun rezonans sharti vodorod yadrosining magnit kvant soni  $-1/2$  bo'lgan molekuladagi deyteriy yadrosiga qaraganda doimiy magnit maydonining kichikroq kuchlanganliklarida bajariladi. Vodorod yadrosining magnit kvant soni  $-1/2$  bo'lgan H—D molekulada protonni magnit momentini yo'nalishi doimiy magnit maydonining yo'nalishiga teskari bo'ladi va deyteriy joylashgan nuqtadagi magnit maydonining kuchlanganligi bu ikkala maydonning ayirmasidan iborat bo'ladi.

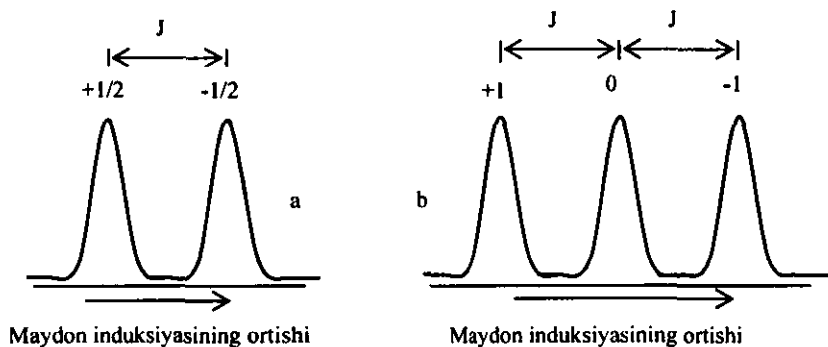
$$\omega_D = \gamma(B_0 + \mu_H)(+1/2); \omega_D = \gamma(B_0 - \mu_H)(-1/2)$$

Bunday molekulalardagi deyteriy yadrosi uchun rezonans shartini bajarilishi uchun, doimiy maydon kuchlanganligini ko'paytirishga to'g'ri keladi. Deyteriy yadrosi uchun olinishi kerak bo'lgan hisoblangan spektr 4.6.a - rasmda keltirilgan.

Turli chiziqarning hosil bo'lishiga olib keladigan har xil molekulalardagi vodorod yadrolari uchun  $m_I$  ning qiymati tegishli chiziqning ustiga (yoniga) qo'yilgan. Ikkala polosaning intensivligi bir xil, chunki, vodorod yadrolarining  $+1/2$  va  $-1/2$  magnit kvant sonlariga ega bo'lish ehtimoliyati bir xildir. Bu molekulaning protonlari beradigan rezonans signallari 4.6.b - rasmda ko'rsatilgan. Spektrdagi uchta rezonans signali har xil molekulalardagi deyteriy atomi yadrosining uchta magnit kvant soniga ega bo'lishi mumkinligiga mos keladi, ya'ni  $+1$ ,  $0$  va  $-1$ . Keltirilgan ikkala spektrdagi spin-spin ta'sirning doimiyliklari  $J_{DH}$  va  $J_{HD}$  lar bir xil qiymatlarga egadir.  $J_{HD} = J_{DH}$  (Gs). Etil spirti bilan bo'lgan misolga qaytib, metilen gruppasi protonlarining ta'sirida metil gruppasi protonlari signalini nozik tuzilishga ajralishini qaraymiz. Spirt  $CH_2$  gruppasining ikkita ekvivalent protoni uchun yadro magnit momentlarining 4.7.a - rasmda strelkalar bilan ko'rsatilgan turlicha kombi-

## *Fizikaviy tadqiqot usullari*

natsiyalari bo'lishi mumkin. Rasmdagi 1 holatda ikkala yadro ham  $m_l = +1/2$  kvant soniga ega va ularning yig'indisi +1 ga teng.



4.6-rasm. HD molekulasining olinishi kerak bo'lgan YaMR spektrlari: a—deyteriy yadrosini signali; b —proton signali.

Bunday yadrolar hosil qilgan magnit maydonining ta'sirida  $\text{CH}_3$  gruppasi protonlarining signali kuchlanganligi past bo'lgan magnit maydonida ko'rinadi. Rasmdagi 2 holda keltirilgan kombinatsiya natijasida  $\text{CH}_3$  gruppasining spektridagi o'rtadagi chiziq va nihoyat 3 holatdagi kombinatsiya natijasida  $\text{CH}_3$  ning, kuchlanganligi yuqori bo'lgan maydondagi chizig'i hosil bo'ladi. Ikkala yadroning spinlari bir-biriga qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lgan holatning (2 - holat) bo'lish ehtimoliyati 1 va 3 holatlarga tegishli kombinatsiyalarning amalga oshish ehtimoliyatidan ikki marta kattadir (+1/2 va -1/2 spinga ega bo'lgan yadrolarning soni taqriban bir-biriga teng). Buning natijasida, markaziy chiziqning integral intensivligi uning ikkala yonida joylashgan chiziqning intensivligiga qaraganda ikki marta kattadir (4.3 va 4.4-rasmlarga qarang).  $\text{CH}_2$  gruppasi protonlari signalining nozik tuzilishini paydo bo'lishiga sabab bo'luvchi qo'shni  $\text{CH}_3$  gruppasi protonlari spinlarining joylashishi 4.7.b - rasmda ko'rsatilgan.

To'rtta turlicha natijalovchi spinga  $\text{CH}_2$  gruppasining to'rtta ajralgan chizig'i mos keladi va ular orasidagi eng katta masofa 4.4 - rasmda ko'rsatilgan. Bu polosalarni chegaralovchi chiziq bilan cheklangan yuzalarning nisbatlari 1:3:3:1 ga teng bo'lib ular orasidagi gertslarda o'lgan masofa  $J_{\text{H-C-C-H}}$  yoki  $^3J_{\text{H-H}}$  deb belgilanadi. Oxirgi simvol uch bog' uzoqlikda turgan H—H ta'sirini bildiradi (ikkala o'zaro ta'sir qiluvchi protonlar orasidagi masofa kimyoviy bog'lar soni bilan ifodalangan va bu sonni J



ning yuqori indeksi ko'rsatadi). Metilen gruppasi signalining chiziqlari orasidagi masofa metil gruppasi signalining chiziqlari orasidagi masofaga teng bo'ladi. Metilen gruppasining spektri yanayam murakkablashadi, CH<sub>3</sub> gruppasi protonlarining ta'siri hisobiga hosil bo'lgan kvartetning har bir chizig'i qo'shni gidroksil gruppasi protonining ta'siri hisobiga yana ikkiga (dublet) ajraladi. Haqiqiy spektrda kutilayotgan sakkiz chiziqning ba'zilar bir-birini qoplaydi (ustma-ust tushadi), shuning uchun ham, ularning hammasi aniq ifodalanmaydi.

	Kombinatsiya hollari	$\sum m_i$
1	⇒⇒	+1
2	⇌⇒	0
3	⇌⇌	-1
a		
1 <sup>1</sup>	⇒⇒⇒	+3/2
2 <sup>1</sup>	⇌⇒⇌	+1/2
3 <sup>1</sup>	⇌⇌⇌	-1/2
4 <sup>1</sup>	⇌⇌⇌	-3/2
b		

4.7-rasm. -CH<sub>2</sub>- (a) va -CH<sub>3</sub> (b) gruppalaridagi protonlar magnet momentlarining mumkin bo'lgan yo'nalishlari.

Metilen gruppasi protonlarining ta'siri ostida OH gruppasining polosasi uchga (tripletga) ajraladi. Tripletning chiziqlari orasidagi masofa metilen gruppasining signalidagi J<sub>H-C-O-H</sub> masofaga teng bo'ladi (4.5 - rasm). Odatda, lekin doim emas, magnet yadrolari o'rtasidagi spin-spin ta'sirning effektivligi (kuchi, uzoqligi) ular orasidagi masofa uch bog'dan uzun bo'lmagandagina seziladi. Shuning uchun ham, OH gruppasi protoni bilan metil gruppasining protonlari o'rtasidagi ta'sir kuchsiz bo'lganligi uchun u bu gruppalarning spektrida namoyon bo'lmaydi. Spektr chiziqlarini qaysi fizikaviy hodisalar hisobiga hosil bo'lishi (ya'ni, qaysi chiziqlar qanday ta'sirlar hisobiga paydo

## Fizikaviy tadqiqot usullari

bo'lganligi) 4.5 - rasmda ko'rsatilgan. Bu «tarmoqlangan spektr» elektronlar bilan ekranlanganligi turlicha bo'lgan har bir yadroning chizig'ini qurishdan boshlanadi. Keyingi qatorda eng katta J ning ta'siri hisobiga hosil bo'ladigan spektr ko'rsatilgan. So'ngra J ning har bir qiymati uchun qo'shimcha chiziqlarni qurish kerak va bu ishni oxirgi spektr olinguncha davom ettirish kerak. Bu jarayon uchun tanlash qoidasiga ko'ra ekvivalent yadrolarning bir-biriga ta'siri natijasida nozik tuzilish (struktura) ya'ni, polosaning bir nechtaga ajralishi sodir bo'lmaydi, masalan, CH<sub>3</sub> gruppasi protonlarining bittasi shu gruppada protonlarini qolgan ikkitasini rezonansini ajratmaydi. 4.7 - rasmda tasvirlangan ketma-ketliklarni ya'ni, protseduralarni ishlatmasdan polosalarni ajralishi uchun umumiy bo'lgan qoidalarni ifodalaymiz. Umumiy holda, A yadroning polosasidagi ekvivalent bo'lmagan B atom yadrosining ta'siri hisobiga hosil bo'lgan chiziqlar soni quyidagi formula orqali ifodalanadi.

$$n_A = 2 \sum S_B + 1 \quad (4.13)$$

bu yerda,  $n_A$  - A yadroning spektridagi polosalar soni va  $\sum S_B$  - ekvivalent bo'lgan B yadrolar spinlarining yig'indisi. Bu formulaning qo'llanilishi 4.1 - jadvalda keltirilgan misollar orqali ko'rsatilgan.

Bu polosalarning nisbiy intensivligi haqidagi ma'lumotni  $(r + 1)^m$  binomni qatorga yoyish koeffitsiyentlari orqali olish mumkin, bu erda,  $m = n - 1$ ,  $r$  - noma'lum o'zgaruvchi; agar, polosalar soni to'rtta bo'lsa  $n = 4$  va  $m = 3$  binomni qatorga yoyib, quyidagini olamiz

$$r^3 + 3r^2 + 3r + 1$$

Bu ifodaning koeffitsiyentlari 1:3:3:1 polosalarning nisbiy intensivligini beradi.

### Turli molekullarda spin-spin ta'sir hisobiga ajralish

4.1 - jadval

Molekula	Polosalari ajraladigan gruppalar (A)	A polosaning ajralishiga sabab bo'luvchi gruppalar (B)	$\sum S_B$	$N_A$
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub>	1	3
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	CH <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub>	3/2	4
PF <sub>3</sub>	P	F	3/2	4
PF <sub>3</sub>	F	P	S	2
(CH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> N <sup>+</sup>	CH <sub>3</sub>	N	1	3

Agar, spini  $I = 1/2$  bo'lgan yadrolarning spektridagi ajralish qaralayotgan bo'lsa, binomni yoyish koeffitsiyentlarini esda saqlab qolish uchun, Paskal uchburchagidan foydalanish mumkin. Bu uchburchakni juda oson qurish

mumkin, chunki, yuqori qatorda yonma-yon turgan ikkita ixtiyoriy elementning yig'indisi pastgi qatorda shu ikkalasining orasida turgan elementga tengdir.

Agar, ekvivalent bo'lmagan gruppalarining B va C yadrolari uchinchi yadro A ning signalini multiplet strukturaga (nozik tuzilishning boshqacha nomlanishi) ajratsa, uning (ya'ni A ning) spektridagi polosalar soni quyidagi formula orqali ifodalanadi.

$$n_A = (2 \sum S_B + 1)(2 \sum S_C + 1) \quad (4.14)$$

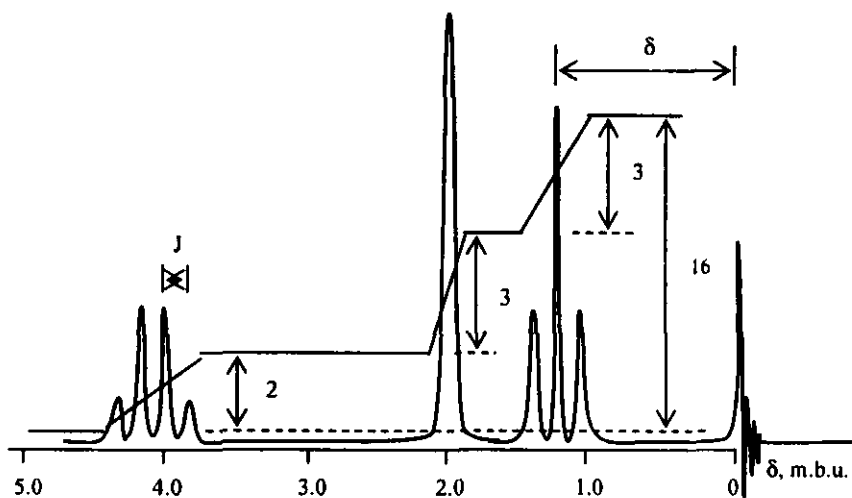
Biz, etil spirtining metilen gruppasiga tegishli signalini muhokama qilganimizda, xuddi shu qoidadan foydalandik. Ya'ni, CH<sub>3</sub> gruppasi spinning ta'siri hisobiga hosil bo'lgan kvartet polosaning har bir chizig'i ON gruppasi protonining ta'siri ostida, yana ikkiga (dublet) ajraldi va buning natijasida CH<sub>2</sub> gruppaning yakuniy spektrida sakkizta chiziq paydo bo'ldi. Agar, polosasi qaralayotgan yadroga spini  $I \geq 1$  bo'lgan yadro ta'sir qilganda ham polosadagi chiziqlar soni (4.13) formula orqali topiladi lekin, binomni yoyish koeffitsiyentlari, bu chiziqlarning nisbiy intensivligi haqida ma'lumot bermaydi. Masalan, 4.6.b - rasmda protonning signali spini  $I = 1$  bo'lgan deyeronning ta'siri natijasida uchta chiziqqa ajraldi. Bu uchala chiziqning integral intensivliklarining nisbati binom koeffitsiyentlari qoidasiga ko'ra 1:2:1 bo'lishi kerak, lekin, ularning intensivliklari bir-biriga teng, chunki, deyeronni, magnit kvant soni +1, 0 va -1 ga teng bo'lgan holatlarda bo'lish ehtimoliyati deyarli bir-biriga tengdir. Protonning signali <sup>14</sup>N yadrosining ta'siri ostida nozik tuzilishga ajralganda ham, xuddi shunday holat ro'y beradi. Molekuladagi yadrolarning ekvivalent emasligi to'g'risida kimyoviy siljish ham, spin-spin ta'sir ham ma'lumot beradi.

## **4.2. YAMR SPEKTROSKOPIYASI BO'YICHA AMALIY ISH**

### **4.2.1. YAMR SPEKTRI POLOSALARINING KIMYOVIY SILJISHINI, SPIN-SPIN TA'SIR DOIMIYSINI VA INTEGRAL INTENSIVLIKLARINI O'LCHASHI**

Odatda YaMR spektrlari maxsus qog'ozlarga yozib olinadi. Bu qog'ozlarda qaysi yadrodan signal olinganligi, shu yadro uchun spektrometrning ishchi chastotasi, spektrning qaysi moddaga tegishliligi, uning konsentrat-siyasi, erituvchining nomi, namunaning harorati, spektrning kengligi (qog'ozning 1 millimetrida qancha gerts borligi), ishlatilgan ichki etalon haqidagi ma'lumotlar bo'ladi.

Hozirgi vaqtda kimyoviy siljish  $\delta$  shkala bo'yicha o'lchaniladi. Bu shkalada ichki etalonga tegishli spektr chizig'ining joyi nol (0) deb qabul qilingan. YaMR spektri  $^1\text{H}$  va  $^{13}\text{C}$  yadrolariga tegishli bo'lsa ichki etalon sifatida ko'pincha tetrametilsilan  $[\text{Si}(\text{CH}_3)_4]$  qisqacha TMS, ishlatiladi. Proton YaMR spektrida TMSning spektr chizig'i (signali) spektr o'ng tomonining eng chekkasida, ya'ni doimiy magnit maydoni eng katta bo'lgan qismida joylashgan bo'ladi (4.8 - rasm).



4.8-rasm. Etilatsetatning  $^1\text{H}$  yadro magnit rezonansi spektri.

Kimyoviy siljishni o'lchash uchun birinchi navbatda spektr chiziqlarining markazlari topiladi. Agar, spektr birinchi tartibli bo'lsa ya'ni, chiziqlar orasidagi gertslarda o'lchangan masofa  $\Delta(Gts)$ , bitta chiziqning spin-spin o'zaro ta'sir natijasida nozik tuzilishga ajralishidan xosil bo'lgan chiziqchalari orasidagi spin-spin ta'sir doimiysi  $J(Gts)$  dan ancha katta bo'lganda (kamida 6 - 7 marta) chiziqlarning markazlari oson topiladi.

Har bir spektr chiziqning kimyoviy siljishini o'lchash uchun shu chiziqning markazi bilan ichki etalonga tegishli chiziq orasidagi masofa l lineyka oraqali millimetrlarda o'lchaniladi, so'ngra l ga l mm dagi gertslar sonini ko'paytirish orqali bu masofa gertslarda ifodalanadi. Bu masofaning gertslarda o'lchangan qiymati  $\nu$ , quyidagi formulaga qo'yib kimyoviy siljish  $\delta$ , topiladi.

$$\delta_i = \frac{\nu_i - \nu_{TMC}}{\nu_0} \cdot 10^6 \quad \text{m.b.u.}$$

Bu yerda,  $\delta_i$  - i-chiziqning kimyoviy siljishi,  $\nu_i$  ichki etalonga tegishli spektr chiziq bilan i - chiziq orasidagi gertslarda o'lchangan masofa,  $\nu_{TMC}$  - ichki etalon sifatida olingan tetrametilsilanga tegishli chiziqning o'rni (odatda bu chiziq sanoq boshida bo'lganligi uchun  $\nu_{TMC} = 0$  ga teng) va  $\nu_0$  - shu spektr olingan YaMR spektrometrining tegishli yadro uchun ishchi chastotasi, MGts larda.

Kimyoviy siljish birliksiz kattalik bo'lib uning qiymati doimiy magnit maydon kuchlanganligining (yoki spektrometr ishchi chastotasining) million-dan bir ulushlarida (qisqacha m.b.u.) o'lchaniladi.

Demak, har bir chiziqning kimyoviy siljishi

$$\delta_i = \frac{\nu_i}{\nu_0} \cdot 10^6 \quad (4.15)$$

formula bilan hisoblanadi.

### **Yutilish polosalarining integral intensivligi**

Tajribaning ma'lum shartlari bajarilganda yutilish polosasining yuzasi elektromagnit nurni yutayotgan protonlar soniga proporsional bo'ladi. Alohida signallarning yuzalarini solishtirish orqali shu signallarni beruvchi protonlarning nisbiy sonini aniqlash mumkin. YaMR spektrometrlarining elektron integratorlari pog'onali egrilik ko'rinishida integral YaMR spektrni olish imkoniyatini beradi (4.8 - rasm). Integrallash egrisining boshlang'ich sathidan hisoblangan balandligi spektrning egrilik o'tgan qismiga to'g'ri keluvchi protonlar sonining yig'indisiga proporsionaldir. Qo'shni turgan ikkita integrallash balandliklarining farqi shu farqni hosil qiluvchi protonlar soniga proporsional. Integrallash egrisining balandligini ixtiyoriy birliklarda ifodalash mumkin. Masalan, protonlarning nisbiy soni bilan yoki millimetrlarda.

Integrallash spektrini hisob-kitob qilishni bir nechta usuli bor. Agar, tadqiq qilinayotgan birikmaning tuzilishi haqida qandaydir taxmin bo'lsa, bunday holda, integral egrilikning umumiy balandligi (masalan, 16 birlik) taxmin qilinayotgan molekuladagi protonlar sonining yig'indisiga taqqoslanishi mumkin. Masalan, integral spektri 4.8 - rasmda keltirilgan moddaning molekulasida 8 ta proton borligi gumon qilinsa bu egrilik balandligini har bir birligi  $(8/16) = 0,5$  protonga to'g'ri keladi. Bu proporsionallik koeffitsiyenti shu spektrning ixtiyoriy qismiga qo'llanilishi mumkin. Chap tomondagi eng

chetki chiziqning balandligi 4 birlikka ega, shuning uchun u,  $4 \cdot 0,5 = 2$  ta protonga to'g'ri keladi.

Hisob-kitobning yana bir usulida spektrning biror chizig'i spektrdagi joyiga ya'ni, kimyoviy siljishiga yoki nozik tuzilishiga (bitta polosani chiziqchalarga ajralishi) qarab hamda modda to'g'risidagi boshqa ma'lumotlarga tayanib qaysi molekulyar gruppaga tegishli ekanligi aniqlanadi. Bu gruppadagi ekvivalent protonlar soni ma'lum bo'ladi. Masalan, molekula metoksil gruppaga ega bo'lsa unga tegishli signal spektrda  $\delta = 3.33$  m.b.u. joyda bo'ladi. Demak, bu signal metoksil gruppaning uchta protoniga tegishli. Shunday yo'l bilan topilgan proporsionallik koeffitsiyenti butun spektr uchun ishlatilishi mumkin.

Uchinchi usulda, integrallash balandligi eng kichik bo'lgan chiziq bitta protonga tegishli deb, hisoblab topilgan koeffitsiyent boshqa chiziqalar uchun ishlatiladi.

Shuni ta'kidlash kerakki integral egrilik har bir chiziq uchun faqat protonlarning nisbiy sonini beradi.

### **Ishni bajarish tartibi**

Bu ishda o'qituvchi tomonidan berilgan proton YaMR spektri hisob-kitob qilinadi. Spektrdan quyidagi ma'lumotlarni yozib oling; YaMR spektrometrining proton uchun ishchi chastotasi, namunaning nomi, konsentratsiyasi, erituvchi, ichki etalon, spektrning kengligi, 1 mm da joylashgan gertslar soni.

1. Maxsus qog'ozga chizilgan spektrdan ichki etalonga (asosan, tetrametilsilan TMS) tegishli chiziqni toping. Uning joyini  $\delta_{TMS} = 0$  deb belgilang, chunki bu holda  $\nu_i = \nu_{TMS}$  va (4.15) formulaga ko'ra  $\delta_{TMS} = 0$  bo'ladi.

2. Spektr polosalarining nozik tuzilishini hisobga olib ularni markazlarini toping. Har bir polosani markazidan to tetrametilsilanning signaligacha bo'lgan masofani lineyka bilan millimetrlarda o'lchang va 1 mm da qancha gerts joylashganini hisobga olib bu oraliqni gertsarga aylantirib  $\nu_i$  ni toping. Bu natijani (4.15) ga qo'yib har bir polosaning kimyoviy siljishini aniqlang.

3. Nozik tuzilishga ega bo'lgan spektr polosalarining chiziqchalari orasidagi masofalarni 4.5 va 4.6-rasmlarda ko'rsatilganiday gertsalarda o'lchang magnit yadrolari o'rtasidagi spin-spin o'zaro ta'sir doimiysini toping va uni  ${}^nJ_{H-H}$  ko'rinishda yozing.

4. Integral spektrdan har bir polosaga tegishli balandlikni millimetrlarda o'lchab va molekulaning struktura formulasidan foydalanib shu chiziqni hosil qilayotgan protontar sonini toping.

## 5. MOLEKULAR REFRAKSIYA

### 5.1. MOLEKULAR REFRAKSIYANING NAZARIY ASOSLARI

Modda zichligining o'zgarishi, doimo uning sindirish ko'rsatgichini o'zgarishiga olib keladi. Odatda zichlikning ko'payishi bilan sindirish ko'rsatgichi ham ko'payadi. Modda zichligi va uning sindirish ko'rsatgichi orasidagi bog'lanishni nazariy o'rganish va tajriba natijalarini tahlil qilish sindirish ko'rsatgichining  $f(n)$  funktsiyasi d zichlikka to'g'ri proporsional ekanligini ko'rsatadi.

$$f(n) = rd \quad (5.1)$$

Ayni modda uchun xarakterli bo'lgan r doimiy koeffitsiyentga solishtirma refraksiya deyishadi.

Molekulyar refraksiya R deb solishtirma refraksiyaning molekulyar mas-saga ko'paytmasiga aytiladi.

$$R = rM$$

Bu yerda, M - moddaning molekulyar og'irligi.

Molekulyar refraksiyani hisoblashda ko'p hollarda Lorents - Lorents formulasi ishlatiladi.

$$R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{d} \quad (5.2)$$

Bu erda, n - moddaning sindirish ko'rsatgichi, d - uning nisbiy zichligi.

Molekulyar refraksiya moddaning temperaturasiga, bosimiga va agregat holatiga bog'liq emas. Lekin, tahliliy kimyo uchun muhim bo'lgan additivlik xususiyatiga ega bo'lib, murakkab moddalar uchun uni tashkil etgan atomlarning refraksiyalarini yig'indisiga teng.

$$R_{DF} = R_D + R_F \quad (5.3)$$

Bu yerda  $R_{DF}$  - ikki atomli (D va F) molekulaning molekulyar refraksiyasi,  $R_D$  va  $R_F$  - mos ravishda D va F atomlarning refraksiyalari.

Aralashmaning molekulyar refraksiyasi, uni tashkil etgan tarkibiy qismlar molekulyar refraksiyalarining yig'indisiga teng. Masalan, ikki komponentali eritmaning molekulyar refraksiyasi

$$R_{aralashma} = C_A R_A + C_B R_B \quad (5.4)$$

Bu yerda,  $R_A$  va  $R_B$  - eritma tarkibiy qismlarining molekulyar refraktsiyalari,  $C_A$  va  $C_B$  - A va B moddalarning eritmadagi ulushlari (konsentratsiyalari).

Agar, erigan moddalarning qutblanuvchanligi o'zgarmasa eritmaning refraktsiyasi additivlik xususiyatini saqlaydi. (5.2) dan foydalanib (5.4) ni quyidagicha yozamiz;

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{d} = C_A \frac{n_A^2 - 1}{n_A^2 + 2} \frac{M_A}{d_A} + C_B \frac{n_B^2 - 1}{n_B^2 + 2} \frac{M_B}{d_B} \quad (5.5)$$

Bu yerda  $n$ ,  $M$  va  $d$  lar - mos ravishda eritmaning sindirish ko'rsatgichi, molekulyar massasi va eritmaning nisbiy zichligi,  $n_A$ ,  $M_A$  va  $d_A$  - mos ravishda erigan moddaning sindirish ko'rsatgichi, molekulyar massasi va nisbiy zichligi,  $n_B$ ,  $M_B$  va  $d_B$  - mos ravishda erituvchining sindirish ko'rsatgichi, molekulyar massasi va nisbiy zichligi. Erigan moddaning molekulyar refraktsiyasini topish uchun (5.5) formulani biroz o'zgartirib yozamiz.

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{d} - C_B \frac{n_B^2 - 1}{n_B^2 + 2} \frac{M_B}{d_B} = \frac{n_A^2 - 1}{n_A^2 + 2} \frac{M_A}{d_A} = R_{eriganmodda} \quad (5.6)$$

Bu tenglamaning chap tomonini tajriba natijalariga asoslanib hisoblaymiz. Uning qiymati eritmaning turli konsentratsiyalarida o'zgarmas bo'lib erigan moddaning molekulyar refraktsiyasiga tengdir.

Yigirmanchi yillarni boshiga kelib molekulyar refraktsiyaning qiymati asosan kimyoviy bog'larni hosil qiluvchi valent elektronlarni soni va xossalari bilan yoki, boshqacha qilib aytganda, kimyoviy bog'larning tabiati bilan aniqlanishi ma'lum bo'ldi. Shu munosabat bilan, ba'zi olimlar additiv sxemaning ko'rinishini o'zgartirishni, ya'ni molekulyar refraktsiyani kimyoviy bog'lar refraktsiyalarining yig'indisi shaklida ifodalashni taklif etishdi.

Atomlarni refraktsiyasi bilan kimyoviy bog'larni refraktsiyalari orasida juda oddiy algebraik munosabat bor. Bu munosabat molekulani struktura formulasidan kelib chiqadi. Masalan, metanning molekulyar refraktsiyasi additiv sxemaga asosan atom refraktsiyalarining yig'indisiga ( $R_C + 4R_H$ ) yoki to'rtta C—H bog'ning refraktsiyalari yig'indisiga teng.

$$R_{C_{H_4}} = R_C + 4R_H = 4R_{C-H}$$

Bundan

$$R_{C-H} = R_H + \frac{1}{4} R_C$$



Molekulyar refraksiyani bog'lar refraksiyalarining yig'indisi ko'rinishida hisoblash usuli moddalarning struktura formulalari bilan additiv sxema orasidagi munosabatni oddiy, aniqroq va yaqqol ifodalaydi.

## 5.2. MOLEKULAR REFRAKSIYA BO'YICHA AMALIY ISHLAR

### 5.2.1. SINDIRISH KO'RSATGICHINI O'LCHAB ERITMANING KONSENTRATSIYASINI ANIQLASH

Ikki komponentali sistemalar (eritmalar) uchun chizilgan sindirish ko'rsatgichi bilan aralashmaning tarkibi orasidagi bog'lanishni ifodalovchi grafiklar turli xil shaklga ega bo'lishi mumkin. Ularning shakli ikki omilga ya'ni, eritmadaga komponentlarning tabiati va ular orasidagi o'zaro ta'sirga hamda eritmaning tarkibini ifodalash usuliga bog'liq.

Ikkinchi faktor ya'ni, eritmaning tarkibini ifodalash usuli grafikning shakliga katta ta'sir ko'rsatadi. Ideal eritmalarda (hajmi va komponentlarning qutblanuvchanligi o'zgarmaydigan) agar eritmaning konsentratsiyasi hajmning ulushlarida ifodalangan bo'lsa sindirish ko'rsatgichining konsentratsiyaga bog'liqligini ifodalovchi egrilik to'g'ri chiziqqa yaqin bo'ladi.

$$n = n_1 V_1 + n_2 V_2 \quad (5.7)$$

yoki

$$n = n_2 + (n_1 - n_2) V_1 \quad (5.8)$$

Bu yerda,  $n$ ,  $n_1$  va  $n_2$  – mos ravishda eritmaning va tegishli komponentlarning sindirish ko'rsatgichlari,  $V_1$  va  $V_2$  – komponentlarning eritmadagi hajmiy ulushlari.  $V_1 + V_2 = V = 1$

Kimyoviy birikma hosil qilmaydigan normal sistemalarda  $n(V)$  izoterma chiziqlarning egriligi asosan komponentlar aralashtirilganda hajmning o'zgarishi bilan aniqlanadi. Bunday sistemalarning hajmi kamayganda, odatda (5.7) additivlikdan musbat chetlanish, ko'payganda esa manfiy chetlanish kuzatiladi.

Doimiy hajmdagi gaz aralashmalari uchun sindirish ko'rsatgichining additivligi (5.7) juda yuqori aniqlikda bajariladi (to  $2 \cdot 10^{-8}$ ) va bu hol refraktometrik usullar bilan gazlarni analiz qilishda ishonchli asos bo'lib xizmat qiladi. Eritmalarda butun konsentratsiya oralig'ida  $n$  bilan  $V$  orasidagi chiziqli bog'lanish yuqori aniqlikda kam kuzatiladi. Shuning uchun, additivlik qoidasi normal va bir xil tipdagi birikmalardan iborat eritmalarining konsentratsiyasini aniqlash uchun ishlatiladi. Lekin, cheklangan konsentratsiya oralig'ida (to 10 -

### *Fizikaviy tadqiqo: usullari*

20 % gacha) to'g'ri chiziqli bog'lanish saqlanadi. Xususan, suyultirilgan eritmaları refraktometrik analiz qilish uchun

$$n = n_0 + kC$$

formuladan keng foydalaniladi.

Bu erda,  $n$  – eritmaning,  $n_0$  – erituvchining sindirish ko'rsatgichlari,  $C$  – eritmaning konsentratsiyasi,  $k$  - sindirish ko'rsatgichining inkrementi deb ataluvchi empirik koeffitsiyent.

#### **Ishni bajarish tartibi**

1. Sindirish ko'rsatgichi asosida konsentratsiyani topish uchun glitserinning distillangan suvdagi bir nechta standart eritmalarini tayorlang. Har bir eritmaning hajmi 10 ml. Eritmalarning konsentratsiyasi quyidagi jadvalda ko'rsatilgan.

Glitserinning hajmi, ml	1	2	3	4	5	6	7	8
Glitserinning eritmadagi miqdori, %	10	20	30	40	50	60	70	80

2. Toza suvning va yaxshilab aralashtirilgan standart eritmalarining sindirish ko'rsatgichini navbat bilan refraktometrda o'lchang.

3. O'lchash natijalarini eng kichik kvadratlar usuli yordamida ishlab chiqing va darajalash chizig'ini chizing.

4. Konsentratsiyasi norma'lum bo'lgan glitserin eritmasining sindirish ko'rsatgichini o'lchang va darajalash chizig'i yordamida uning konsentratsiyasini aniqlang.

### **5.2.2. ORGANIK MODDALARNING MOLEKULAR REFRAKSIYASINI O'LCHASH**

Tadqiq qilinayotgan moddaning tarkibi va tuzilishi to'g'risidagi taxminning to'g'riligini uning molekulyar refraksiyasini aniqlash orqali tekshirib ko'rish mumkin. Molekulyar refraksiya qutblanuvchanlikka to'g'ri proporsional va additivlik xossasiga ega. Shuning uchun uni doimiy qo'shiluvchilarning yig'indisi sifatida hisoblash mumkin. Bu qo'shiluvchilar esa molekulaning tarkibiga kiruvchi atomlarga, atom guruhlariga, bog'larga yoki strukturaning alohida tomonlariga (qo'sh bog', halqa) tegishli bo'ladi va shunga mos ravishda ular atom refraksiyasi, guruh refraksiyasi, bog' refraksiyasi va struktura inkrementi deyiladi. Molekulyar refraksiyaning hisoblangan va tajribada topilgan qiymatlarining bir necha o'ndan bir  $\text{sm}^3/\text{mol}$  xatolik bilan mos kelishi moddaning taxmin qilingan brutto formulasini va strukturasi to'g'ri ekanligini tasdiqlaydi.

**Ishni bajarish tartibi**

1. Glitserinning suvdagi eritmasini tayyorlang. Quyidagi jadvalda bu eritmaning qaysi konsentratsiyalarini tayyorlash kerakligi ko'rsatilgan.

glitserinning hajmi, ml	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
distillangan suvning hajmi, ml	4,5	3,5	2,5	1,5	0,5
glitserinning eritmadagi ulushi (konsentratsiyasi) $C_A$	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
Suvning eritmadagi ulushi $C_B$	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1

2. Har bir eritmaning va distillangan suvning sindirish ko'rsatgichini uch martadan o'lchab ularning o'rtachasini toping.

Eritgan moddaning molekulyar refraksiyasini topish va (5.6) formulaning to'g'riligini tekshirish uchun:

3. Har bir eritmaning o'rtacha molekulyar og'irligi  $M$  va nisbiy zichligi  $d$  larni quyidagi formulalar orqali hisoblang.

$$M = C_A M_A + C_B M_B \quad d = C_A d_A + C_B d_B$$

Suvning molekulyar massasi  $M_B = 18$  g., zichligi  $d_B = 1,0$  kg/l. Glitserinning molekulyar massasi  $M_A = 92,1$  g., zichligi  $d_A = 1,26$  kg/l.

4. 2. va 3. bandlarda olingan natijalarni (5.6) formulaga qo'yib har bir eritma uchun molekulyar refraksiyani hisoblang.

5. Molekulaning struktura formulasini va alohida kimyoviy bog'larning refraksiyalarini bilgan holda glitserinning molekulyar refraksiyasini hisoblang va tajribada topilgan molekulyar refraksiyaning qiymati bilan solishtiring.

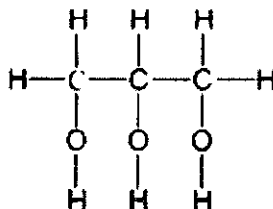
$$R_{\text{glitserin}} = 5R_{\text{C-H}} + 2R_{\text{C-C}} + 3R_{\text{C-O}} + 3R_{\text{O-H}}$$

Bu yerda  $R_{\text{C-H}}$ ,  $R_{\text{C-C}}$ ,  $R_{\text{C-O}}$  va  $R_{\text{O-H}}$  lar mos ravishda - C—H, C—C, C—O va O—H bog'larning refraksiyalari. Bu haqdagi ma'lumotlar va glitserinning struktura formulasi pastdagi jadvalda berilgan.

**Glitserinning kimyoviy bog'lari va ularning refraksiyalari**

*5.1 – jadval*

kimyoviy bog'	bog'ning refraksiyasi
C—H	1,67
C—C	1,296
C—O	1,54
O—H	1,66



### 5.2.3. MOLEKULAR REFRAKSIYA YORDAMIDA MODDA MOLEKULASINING TUZILISHINI ANIQLASH

#### **Ishni bajarish tartibi**

1. n-butil, n-geptil va n-detsil spirtlarini  $\text{CCl}_4$  yoki xloroformda eritib ularning hajm bo'yicha 50 foizli eritmalarini tayyorlang.

2. Eritmalarning sindirish ko'rsatgichlarini refraktometrdagi o'lchang.

3. (5.5) formula yordamida erigan moddalarning molekulyar refraksiyalarini va ularning farqini  $\Delta R_1 = R_{\text{geptil}} - R_{\text{butil}}$ ,  $\Delta R_2 = R_{\text{detsil}} - R_{\text{butil}}$ ,  $\Delta R_3 = R_{\text{detsil}} - R_{\text{geptil}}$  hisoblang.

4. Spirtlarning molekulari tarkibidagi  $\text{CH}_2$  gruppalarining farqini hisoblang, ya'ni  $\Delta n_1 = n_{(\text{CH}_2)_{\text{gept}}}$  -  $n_{(\text{CH}_2)_{\text{butil}}}$ ,  $\Delta n_2 = n_{(\text{CH}_2)_{\text{dets}}}$  -  $n_{(\text{CH}_2)_{\text{butil}}}$ ,  $\Delta n_3 = n_{(\text{CH}_2)_{\text{dets}}} - n_{(\text{CH}_2)_{\text{gept}}}$ .

5.  $\Delta R_1/\Delta n_1$ ,  $\Delta R_2/\Delta n_2$  va  $\Delta R_3/\Delta n_3$  nisbatlarni hisoblab bitta  $\text{CH}_2$  gruppaga to'g'ri keluvchi refraksiyalarning qiymatlarini toping. Bu uchta qiymatning o'rtachasini aniqlang.

6. Noma'lum spirtning  $\text{CCl}_4$  yoki xloroformdagi 50 foizli eritmasini tayyorlang. Eritmaning sindirish ko'rsatgichini o'lchab (5.6) formula orqali molekulyar refraksiyasini hisoblang.

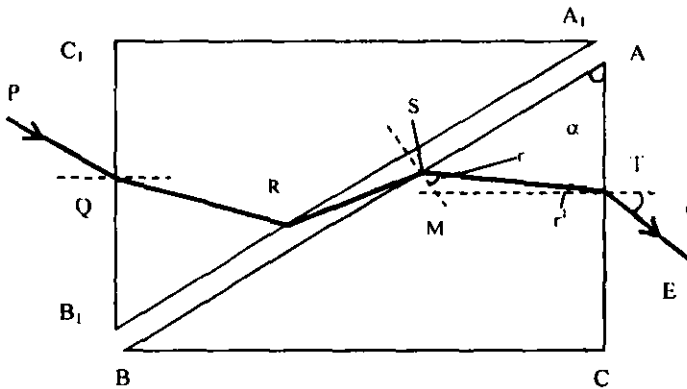
7.  $\Delta R = R_{\text{detsil}} - R_{\text{noma'lum}}$  ni hisoblab uni 5. bandeda topilgan bitta  $\text{CH}_2$  gruppaning o'rtacha refraksiyasiga bo'lib noma'lum spirt molekulasidagi  $\text{CH}_2$  gruppalarining sonini aniqlang va shunga asoslanib uning struktura formulasini yozing.

### 5.3. REFRAKTOMETRIYADA ISHLATILADIGAN ASBOBLAR

#### 5.3.1. IRF - 454 REFRAKTOMETRNING TUZILISHI VA ISHLASH PRINSIPI

IRF - 454 tipidagi refraktometr asosan sindirish ko'rsatgichlari 1.2 dan 1.7 gacha oraliqda bo'lgan oz miqdordagi (2 - 3 tomchi) suyuqliklarning sindirish ko'rsatgichini tez aniqlash uchun ishlatiladi. Asbob yordamida o'lchash sindirish ko'rsatgichlari turlicha bo'lgan ikki muhit chegarasidan yorug'likning o'tishida sodir bo'ladigan hodisalarga asoslangan.

Manbadan tushayotgan yorug'lik dastasi 3 yorituvchi prizmagaga (5.2 - rasm) kirib uning xira  $A_1B_1$  tomonidan chiqishida sochilib tekshirilayotgan suyuqlikga tushadi va undan o'tib 2 o'lchovchi prizmaning (5.2 - rasi) AB shaffof tomoniga tushadi (5.1 - rasm).



5/1-rasm. IRF – 454 refraktometrining yorituvchi va o'lchovchi prizmalarida yorug'lik nurini yo'li.

Prizmalar, sindirish ko'rsatgichi 1.7 dan ortiq bo'lgan og'ir shishadan yasalgan. Ustki yoritish prizmasining  $A_1B_1$  tomoni xira bo'lib u, prizmalar orasidagi suyuqlikni sochilgan nur bilan yoritish uchun xizmat qiladi. Bu sochilgan nur tekshirilayotgan suyuqlikning yassi parallel qatlamidan o'tadi va pastki prizmaning shaffof tomoniga har xil burchak (0 dan 90 gradusgacha) hosil qilib tushadi. Tushish burchagi 90 gradusga teng bo'lgan yorug'lik dastasi sirpanuvchi dasta deyiladi. Ammo, prizmaning sindirish ko'rsatgichi suyuqlikning sindirish ko'rsatgichidan katta bo'lgani uchun RS sirpanuvchi yorug'lik dastasi, suyuqlik-shisha chegarasida sinib pastki prizmada eng katta MST sinish burchagi xosil qilib o'tib ketadi. RS yorug'lik dastasining S nuqtada sinishi

$$n = N \sin r \quad (5.9)$$

qonuniyatga bo'ysinadi. Bu yerda,  $N$  - prizmalar yasalgan shishaning sindirish ko'rsatgichi,  $r$  - pastki prizmadagi MST sinish burchagining kattaligi. Yorug'lik dastasining prizmadan chiqish nuqtasi (T) uchun:

$$N \sin r^1 = \sin i \quad (5.10)$$

ifodani yoza olamiz. Bu yerda,  $r^1$  - ST nurlar dastasini 2 prizmaning (5.2-rasm) AC tomoniga tushish burchagi,  $i$  - yorug'lik dastasining 2 prizmadan eng katta chiqish burchagi. Prizmaning sindirish burchagi

$$\alpha = r + r^1 \quad (5.11)$$

ichki burchaklar  $r$  va  $r^1$  qatnashayotgan hadlarni chiqarib tashlab (5.9) - (5.11) munosabatlardan izlanayotgan sindirish ko'rsatgichi  $n$  ni eng katta chiqish burchak  $i$  bilan bog'lovchi

$$n = \sin \alpha \sqrt{N^2 - \sin^2 i} - \cos \alpha \sin i \quad (5.12)$$

formulani topish oson. Ko'rish maydonida ajralish chegarasi bilan bir vaqtda ko'rinadigan sindirish ko'rsatgichining shkalasi natriy elementining chiqarish spektridagi sariq (D harfi bilan belgilangan) chiziq uchun  $t = 20^\circ\text{C}$  da darajalanadi. Moddaning sindirish ko'rsatgichi unga tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligini funktsiyasi bo'lgani uchun uning qiymati har xil bo'lishi mumkin. Olingan narijalarni taqqoslash mumkin bo'lishi uchun dunyoda asosan sindirish ko'rsatgichini natriyning sariq nuriga ( $\lambda = 589.3 \text{ nm}$ ) nisbatan olingan qiymati ishlatiladi va u  $n_D$  yoki  $n$  deb belgilanadi.

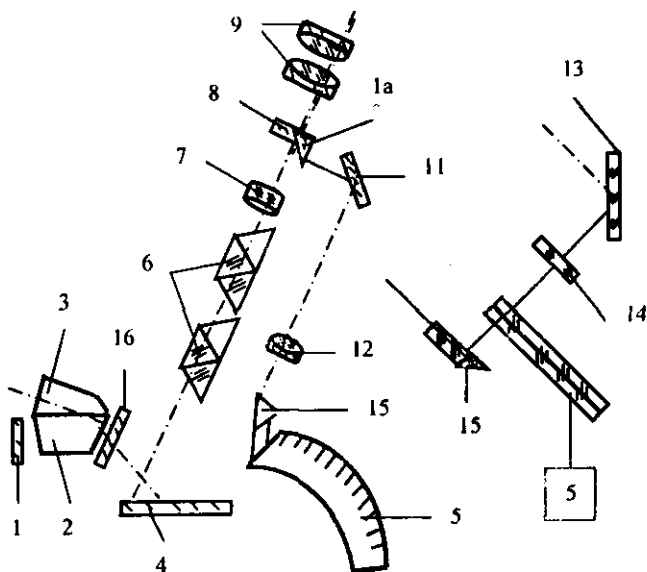
IRF - 454 refraktometrida sindirish ko'rsatgichini o'lchash uchun istalgan yorug'lik (monoxromatik va monoxromatik bo'lmagan) manbaidan foydalanish mumkin.

Oq, ya'ni monoxromatik bo'lmagan yorug'lik manbaidan foydalanganda ko'rish maydonida ko'rinadigan ajralish chegarasi dispersiya tufayli rangdor bo'ladi. Bu rangdorlikni yo'qotish yoki kompensatsiya qilish uchun asbobni optikaviy qismiga o'lchash prizmasi bilan optik truba ob'ektivi orasiga sistemaning optik o'qi atrofida o'zaro qarama-qarshi yo'nalishda aylana oladigan, ikkita to'g'ri ko'rish prizmasidan (Amichi prizmasi) iborat bo'lgan kompensator o'rnatiladi. Asbobning korpusida kuzatuvchining o'ng tomonida joylashgan muruvvat yordamida kompensator prizmalari ajralish chegarasidagi rangdorlik butunlay yo'qolguncha buraladi. Shunday qilib, prizmalar o'zgaruvchan dispersiyali optikaviy sistema hosil qiladi.

Asbobning optik chizmasi 5.2 - rasmda ko'rsatilgan. Manbaning yorug'ligi 3 yoritish prizmasiga tushadi va tekshirilayotgan suyuqlikning yupqa qatlamidan hamda 2 o'lchov prizmasidan o'tib 16 himoya shisha, 4 yassi ko'zgu va 6 kompensator orqali 7 ob'ektivga keyin kesishgan (ayqash) chiziqli 8 plastinka va 9 okulyardan o'tib kuzatuvchining ko'ziga tushadi.

Sindirish ko'rsatgichining 5 shkalasi va ko'rish maydonini rangli qilib ko'rsatadigan 14 yorug'lik filtri 13 ko'zgu yordamida yoritiladi. (Bu ko'zgu asbobning chap yonida joylashgan va 5.3 - rasmda 9 raqami bilan ko'rsatilgan). Shkaladan va yorug'lik filtridan o'tgan yorug'lik hisoblash qismining 12 ob'ektivga tushadi, keyin 11 ko'zgu va 10 buruvchi prizma orqali o'tib ko'rish maydonining pastki qismiga shkalaning tasvirini tushiradi (5.4 - rasm). Shunday qilib, ko'rish maydonida yorug'lik soyasi, okulyardagi kesishgan chiziqlarning kesishish nuqtasi va vizirli shkala bir vaqtda ko'rinadi

(5.4- rasm). Hosil bo'ladigan yorug'lik soyasining chegarasi 2 o'lchov prizmasidan  $i_{\beta}$  chegaraviy burchak ostida chiqayotgan nur bilan belgilanadi (aniqrog'i  $r$  burchak bilan). Shkaladan sindirish ko'rsatgichining 1.2 dan 1.7 gacha bo'lgan qiymatlari  $1 \cdot 10^{-4}$  aniqlik bilan hisoblab topiladi. Sindirish ko'rsatgichining o'nli ulushlari chamalab topiladi, bu vaqtda uni topishdagi aniqlik  $2 \cdot 10^{-4}$  ga teng bo'ladi.



5.2-rasm. IRF-454 refraktometrining optik chizmasi.

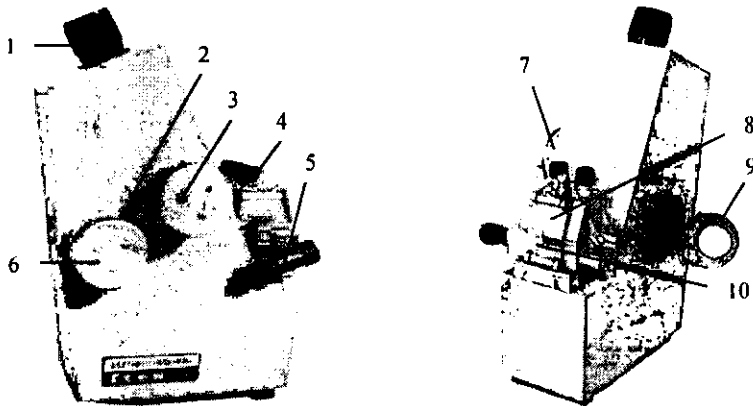
1—o'lchash prizmasining yassi ko'zguli qopqog'i; 2—o'lchash prizmasi; 3—yorituvchi prizma; 4—buruvchi ko'zgu; 5—sindirish ko'rsatgichlarining shkalasi; 6 — kompensatori prizmasi; 7—ko'rish trubasining obyektivi; 8—krestli setka; 9 —okulyar; 10 — qaytaruvchi prizma; 11—ko'zgu; 12—hisob qurilmasining obyektivi; 13—shkalani yorituvchi ko'zgu; 14—yorug'lik filtri; 15—qaytaruvchi prizma; 16—himoya shisha.

Sindirish ko'rsatgichi refraktometr yordamida quyidagicha o'lchanadi:

O'lchash quyosh yorug'ligida o'tkazilganda IRF - 454 ning yoritish prizmasi derazaga qaratib qo'yiladi, kechqurunlari esa yoritgichning lampasiga qaratiladi. Refraktometrning chap yonidagi 9 ko'zguni (5.3 - rasm) ochib, u bilan shkalaning tasviri ko'rish maydoniga tushiriladi, okulyarni aylantirib tasvir tiniqlashtiriladi (fokuslanadi). Agar, yorug'lik manbaiga nisbatan refraktometr to'g'ri o'rnatilgan bo'lsa shkalaning hamma tomoni bir tekis yoritilgan

### *Fizikaviy tadqiqot usullari*

bo'lib ko'rinadi. Refraktometrning yoritish prizmasi o'rnatilgan kallagining 4 dastasidan (5.3 - rasm) ushlab ko'tariladi va o'ngga aylantirib, 2 o'lchov prizmaning ustiga tomizgich bilan tekshirilayotgan suyuqlikdan 2 - 3 tomchi tomiziladi, so'ngra yoritish prizmasi o'z joyiga qo'yiladi. Bunda tekshirilayotgan suyuqlik yoritish va o'lchov prizmalarining oralig'idagi tor bo'shliqni to'ldirishi kerak. Buning uchun yoritish prizmasining 8 qopqog'ini ko'tarib (5.3 - rasm) uning xira, suyuqlikka tekkan tomoniga yorug'lik tushadigan tomonidan qaraladi. Agar u, bir tekis kul rang bo'lib ko'rinsa oraliq suyuqlikka to'lgan bo'ladi.



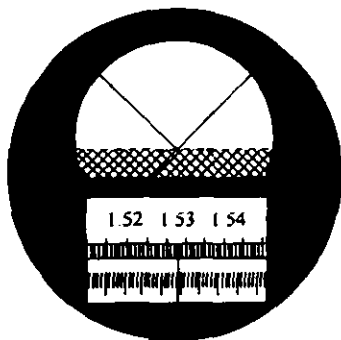
5.3-rasm. IRF-454 refraktometrning ko'rinishi:

1-okulyar; 2-shkalani to'g'rilaydigan vintni qopqog'i; 3 - kompensator prizmalarini buragich; 4-yorituvchi prizmalı bo'limni dastasi; 5 - termometr qo'yiladigan joy; 6 - shkalani siljitadigan buragich; 7-kompensatorning shkalasi; 8-yorituvchi prizmaning qopqog'i; 9 -shkalani yorituvchi ko'zgu; 10-o'lchash prizmasining yorug'likni qaytaruvchi yassi ko'zgu o'rnatilgan qopqog'i.

Asbobning o'ng tomonida joylashgan 6 buragichni burab (5.3 - rasm) ko'rish maydonida ravshan va xira maydonlar chegarasi paydo bo'lishiga erishiladi. Ajralish chegarasidagi rangdorlik 3 kompensator dastasini (5.3 - rasm) burash bilan bartaraf qilinadi.

Yana 6 ni burab ajralish chegarasi bilan okulyardagi kesishgan chiziqlarning kesishish nuqtasini 5.4 - rasmda ko'rsatilgandey ustma-ust tushirishga erishiladi va sindirish ko'rsatgichining shkalasidan bu holatga mos keladigan qiymat (chamalab hisoblangan) to'rtinchi raqamgacha aniqlikda yozib olinadi.





5.4 - rasm. IRF - 454 refraktometr okulyarining ko'rish maydoni.

To'g'rilash uch marta takrorlanadi. Olingan natijalar eng kichik kvadratlar usuli yordamida ishlab chiqiladi (bu usulni qo'llash uchun ko'rsatma ham shu kitobning ilova qismida berilgan). So'ngra sindirish ko'rsatgichining eritma konsentratsiyasiga bog'liqlik chizmasi chiziladi. Konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan eritmaning sindirish ko'rsatgichini o'lchab, chizma yordamida uning miqdori aniqlanadi.

Har safar sindirish ko'rsatgichi aniqlangandan so'ng yoritish prizmasi chetga suriladi va o'lchash prizmasining shaffof tomoniga bir necha tomchi suv tomizib, prizma yumshoq filtr qog'oz bilan ehtiyot qilib artiladi. Tomizgich bilan suyuqlikni tomizganda uning uchi prizmaga tegmasligi kerak, aks holda prizmaning silliqlangan tomoni ishdan chiqib asbob yaroqsiz holga keladi. Tomizgich o'rniga plastmassadan tayyorlangan toza shprintsni ishlatish ham mumkin.

Sindirish ko'rsatgichini aniq o'lchashda haroratni bir xil saqlash uchun prizmaning gardishida maxsus kamera bo'lib, bu kamera orqali termostatdan keladigan suv o'tkazib turiladi. Suv berish va uni chiqarib yuborish kamera-ning to'rtta jo'mragiga kiydirilgan rezina naylar vositasida amalga oshiriladi. Suvning haroratini o'lchash uchun jo'mraklardan biriga maxsus termometr o'rnatiladi.

## 6. ILOVA

### 6.1. ENG KICHIK KVADRATLAR USULI VA UNING KIMYOVIY ANALITIK TADQIQOTLARDA QO'LLANILISHI

O'lchash natijalarini ishlab chiqishning bir qancha o'ziga xos masalalarini echish, eng kichik kvadratlar usulini qo'llashga asoslangan. Kimyoviy analizning hamma bosqichlarida bo'ladigan o'lchash natijalarini ishlab chiqishda bu usuldan foydalanish mumkin. Asosiy masala quyidagicha qo'yiladi. Tajribada o'lchangan  $x$  va  $y$  kattaliklarning  $n$  jufti berilgan bo'lsin.

$$\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_n, y_n)\}$$

Bular orasidagi funksional bog'lanish ma'lum va quyidagi ko'rinishga ega bo'lsin:

$$Y = f(a_0, a_1, a_2, \dots, a_m, X) \quad (6.1)$$

bu yerda,  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$  lar (6.1) funksional bog'lanishning son qiymati noma'lum bo'lgan ( $m + 1$ ) ta doimiy parametrlarini to'plami.

O'lchangan  $n$  juft  $x_i, y_i$  kattaliklardan foydalanib doimiy parametrlarning shunday optimal qiymatlarini to'plamini  $\{a_j\}_{optimal}$  topish kerakki (6.1) ko'rinishdagi hamma  $n$  tenglamalar kattaroq aniqlikda bajarilsin.

Agar  $X$  va  $Y$  kattaliklarni o'lchashda qo'yiladigan xatolar tasodifiy xarakterga ega hamda normal qonuniyat bo'yicha taqsimlangan bo'lsa eng kichik kvadratlar qoidasiga (printsipiga) ko'ra  $\{a_j\}$  parametrlarning eng yaxshi qiymatlari sifatida shundaylarini tanlash kerakki ular uchun cheklanishlar kvadratlarining yig'indisi  $\delta_{y_i}^2$  kichkina (minimal) bo'lsin.

$$\sum_{i=1}^n \delta_{y_i}^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i, a_0, a_1, \dots, a_m)]^2 = \min \quad (6.2)$$

Eng kichik kvadratlar usulini muvaffaqiyatli qo'llashning yana bir sharti ko'p marta o'tkazilgan tajribalarda  $x$ , argumentni o'lchashda qo'yilgan tasodifiy xatolarning  $y$ , ni o'lchashda qo'yilgan tasodifiy xatolarga nisbatan kam

bo'lishidir. Odatda bu shart tajriba davomida o'z-o'zidan bajariladi. Haqiqatdan ham,  $y = f(C)$  darajalash chizig'ini qurgan vaqtimizda  $C$ , ning alohida qiymatlariga yuqori aniqlikda aniqlangan standart konsentratsiyalar to'g'ri keladi. Boshqacha qilib aytganda,  $y_i$  analitik signalning qiymati doimiy  $C$ , konsentratsiyalar uchun o'zgaradi.

Agar, yuqorida aytgan shartlar bajarilsa  $\sum_{i=1}^n \delta_{y_i}^2$  eng kichik qiymatini

(minimumini)  $\{a_0, a_1, \dots, a_m\}$  parametrlar to'plamini  $(m + 1)$  argumentning mustaqil o'zgaruvchi funktsiyasi sifatida qarab topish mumkin. Buning uchun  $\partial \sum \delta_{y_i}^2 / \partial a$ , ning  $(m + 1)$  xususiy hosilasini olib ularning har birini qiymatini nolga tenglashtirish kerak, buning natijasida  $(m + 1)$  ta tenglamadan iborat sistema hosil bo'ladi. Funktsiyalarning ko'rinishi oddiy bo'lgan holda bunday tenglamalar sistemasini echish qiyinchilik tug'dirmaydi.

Bu usulning asosiy tenglamasi (6.2) ga qaytib quyidagini ta'kidlab o'tamiz, agarda,  $n > (m + 1)$  tengsizlik qancha katta farq bilan bajarilsa bu tenglamalarni echish orqali topiladigan  $\{a_i\}$  optimal qiymatlarning to'plami shuncha yaxshi bo'ladi. Boshqacha qilib aytganda, ishlab chiqishga qanchalik ko'p  $\{x_i, y_i\}$  qiymatlarning jufti tanlangan bo'lsa va funktsiyani aproksimatsiyalashda (miqdoriy kattaliklarni ularga nisbatan soddaroqlari orqali ifodalash, funktsiyani taqribiy hisoblash) ishlatiladigan doimiy kattaliklarning soni qanchalik kam bo'lsa, eng kichik kvadratlar usulini qo'llash matematik statistika nuqtai nazaridan shunchalik yaxshi natijaga olib keladi. Shu bilan birga, tabiiyki  $y_i$  funktsiyasining (va  $x_i$  argumentning ham) har bir aniq  $i$  qiymati uchun parallel o'lchashlar sonini ko'paytirib ularning alohida olingan  $x_i, y_i$  qiymatlaridan o'rtacha qiymatlariga  $\bar{x}_i, \bar{y}_i$ , o'tish doimiy kattaliklar to'plamini yanayam yaxshiroq tanlashga imkon beradi.

Odatda, tajribada olingan  $x_i, y_i$  qiymatlar orasidagi bog'lanish grafik shaklida ifodalanadi. To'g'ri burchakli koordinatalarda  $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$  to'plamga grafikning tekisligida joylashgan  $n$  ta nuqta to'g'ri keladi. U holda, eng kichik kvadratlar usulining asosiy vazifasi hamma  $n$  nuqtalardan eng yaxshi o'tadigan optimal chiziqni axtarishdan iboratdir. Boshqacha qilib aytganda, shu topilgan chiziq bilan tajribada olingan  $n$  nuqtalar orasidagi farqlarning yig'indisi minimal bo'lsin. Buning uchun (6.1)

### ***Fizikaviy tadqiqot usullari***

funksiyani ko'rishini bilgan holda (6.2) minimumga teng bo'lish shartidan foydalanib doimiy kattaliklarning optimal to'plami  $\{a, \}$  optimal topiladi, keyin (6.1) ning analitik ko'rinishi orqali  $\{a, \}$  optimal to'plamning kattaliklari yordamida berilgan  $x_c$  ning har bir qiymatiga mos keluvchi  $y_c$  ni hisoblab ular orasidagi munosabatni ifodalovchi optimal chiziqning grafigi chiziladi.

#### **Eng kichik kvadratlar usulini chiziqli bog'lanishlarni yaxshilash uchun qo'llash**

Abbe refraktometri yordamida erigan moddaning konsentratsiyasini topish uchun glitserinni suvda eritib oltita standart eritma tayorlab olaylik. Bu bir eritmaning sindirish ko'rsatgichini ikki martadan o'lchaymiz. O'lchash vaqtida eritmaning harorati va bosimini doimiy saqlash kerak. O'lchashlar natijasi 6.1 - jadvalda keltirilgan. O'lchashlarning o'rtachasini topamiz, bu natija ham 6.1 - jadvalda keltirilgan.

#### **Standart eritmalarining sindirish ko'rsatgichlarini o'lchash natijalari**

*6.1 - jadval*

$C_{\text{standart}}$ hajmning ulushlarida	0,00	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8
$n_{\text{standart}}$ 1-o'lchash	1,3329	1,3447	1,3749	1,4029	1,4169	1,4240	1,4459
2-o'lchash	1,3331	1,3457	1,3739	1,4039	1,4178	1,4222	1,4451
Ikkala o'lchashning o'rtachasi $n_{\text{standart}}$	1,3330	1,3452	1,3744	1,4034	1,4174	1,4231	1,4455

Tajribaning natijalarini tahlil qilish konsentratsiya bilan sindirish ko'rsatgichi orasida chiziqli bog'lanish borligini ko'rsatadi. Buni oson tekshirib ko'rish mumkin, xaqiqatan ham eritmaning konsentratsiyasini bir hil oshirsak ularga mos keluvchi sindirish ko'rsatgichlari orasidagi farq ham taxminan bir xil oshadi, ya'ni

$$\frac{\Delta C}{\Delta n} = \frac{C_2 - C_1}{n_2 - n_1} = \text{const}$$

Demak bu bog'lanishni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$n = a + bC$$

Bu yerda,  $a$  va  $b$  doimiy kattaliklar bo'lib  $a$  - erigan moddaning konsentratsiyasi nolga teng bo'lgandagi eritmaning (ya'ni toza erituvchining) sindirish ko'rsatgichi  $a = n_{erituvchi}$ .

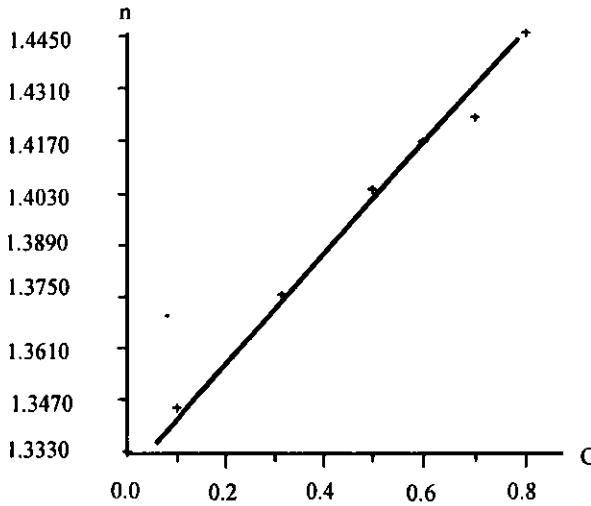
$$b = \operatorname{tg}\alpha = \frac{\Delta n}{\Delta C} \quad (\text{grafikka qarang})$$

Endi tajribaning natijalarini (6.1) bilan qanchalik darajada yaqin ifodalanishini baholash va u bilan mos tushsa  $a$  va  $b$  kattaliklarning optimal qiymatlarini topishga kirishamiz.

Tajribaning natijalari asosida grafik quramiz (6.1 - rasm).

Grafikdan ko'rinib turibdiki, tajriba natijalarini ifodalovchi nuqtalar (+) kichkina xatolik bilan to'g'ri chiziq bo'ylab joylashadi. Bu, yana bir marta shu bog'lanishni ifodalovchi (6.1) analitik ifodaning to'g'riligini ko'rsatadi. Shuning uchun doimiy kattaliklarning optimal qiymatlarini topish uchun eng kichik kvadratlar usulini qo'llash mumkindir. Ularni topish uchun quyidagi ko'rinishdagi oltita tenglama tuzamiz va ularni yig'indisini topamiz.

$$\delta_{n_1}^2 = [n_1 - (a + bC_1)]^2, \dots, \delta_{n_7}^2 = [n_7 - (a + bC_7)]^2$$



6.1-rasm. Sindirish ko'rsatgichi va eritmaning konsentratsiyasi orasidagi bog'lanishning grafigi, «+» - belgi tajriba natijalari.

Yozuvning qisqa bo'lishi uchun yig'indini  $\sum$  belgi bilan belgilaymiz.

$$\sum = \sum_{i=1}^7 [n_i - (a + bC_i)]^2$$

Yig'indining  $a$  va  $b$  bo'yicha xususiy hosilalarini topib ularni nolga tenglashtiramiz.

$$\frac{\partial \sum}{\partial a} = \sum_{i=1}^7 2[n_i - (a + bC_i)] = 0$$

$$\frac{\partial \sum}{\partial b} = \sum_{i=1}^7 2C_i[n_i - (a + bC_i)] = 0$$

Oddiy almashtirishlardan keyin  $a$  va  $b$  noma'lumlarga nisbatan birinchi darajali ikkita tenglamadan iborat sistemani hosil qilamiz. Bu tenglamalar sistemasini echish orqali  $a$  va  $b$  kattaliklarning optimal qiymatlarini topish uchun quyidagi ifodalarni olamiz.

$$a = \frac{\sum_{i=1}^7 C_i^2 \sum_{i=1}^7 \bar{n}_i - \sum_{i=1}^7 C_i \sum_{i=1}^7 C_i \bar{n}_i}{7 \sum_{i=1}^7 C_i^2 - (\sum_{i=1}^7 C_i)^2} \quad (6.3)$$

$$b = \frac{7 \sum_{i=1}^7 C_i \bar{n}_i - \sum_{i=1}^7 C_i \sum_{i=1}^7 \bar{n}_i}{7 \sum_{i=1}^7 C_i^2 - (\sum_{i=1}^7 C_i)^2} \quad (6.4)$$

Tabiiyki,  $a$  va  $b$  kattaliklar uchun olingan (6.3) va (6.4) ifodalar (6.1) ko'rinishdagi hamma chiziqli bog'lanishlar uchun umumiy bo'ladi. Umuman  $y = a + bx$  tenglamalarning  $a$  va  $b$  kattaliklariga mos ravishda regressiyaning erkin hadi va koeffitsiyenti, tenglamaning o'ziga esa  $y$  ning  $x$  ga chiziqli regressiyasi deyiladi. Umuman olganda, ko'rilayotgan masala (misol) regression tahlilning xususiy holi hisoblanadi. Regression tahlilning o'zi ifodasi aniq bo'lgan funktsiyaning optimal kattaliklari to'plamini topishda eng kichik kvadrlar usulini qo'llashga asoslangan.

Ko'rilayotgan misol uchun optimal kattaliklarning son qiymatlarini topish uchun, avvalo quyidagi kattaliklarni hisoblab jadval shaklida yozamiz (6.2 – jadval).

Eng kichik kvadratlar usuli bilan doimiy kattaliklarning optimal qiymatini topish uchun kerak bo'ladigan tajriba va hisob-kitoblarning ma'lumotlari

6.2 - jadval

O'lchash raqami, I	$C_i$	$C_i^2$	$\bar{n}_i$	$C_i \bar{n}_i$	$\bar{n}_i^2$
1	0,0	0,0	1,3330	0,0	1,7777
2	0,1	0,01	1,3452	0,1452	1,8096
3	0,3	0,09	1,3744	0,4232	1,8890
4	0,5	0,25	1,4034	0,7017	1,9695
5	0,6	0,36	1,4174	0,85044	2,0090
6	0,7	0,49	1,4231	0,99617	2,0252
7	0,8	0,64	1,4455	1,1564	2,0895
	$\sum_{i=1}^7 C_i = 3$	$\sum_{i=1}^7 C_i^2 = 1684$	$\sum_{i=1}^7 \bar{n}_i = 96742$	$\sum_{i=1}^7 C_i \bar{n}_i = 462516$	$\sum_{i=1}^7 \bar{n}_i^2 = 136567$

Hisoblashlar uchun zarur bo'lgan qo'shimcha kattaliklar.

$$\left( \sum_{i=1}^7 C_i \right)^2 = 9; \quad \left( \sum_{i=1}^7 \bar{n}_i \right)^2 = 94.91; \quad \sum_{i=1}^7 C_i \sum_{i=1}^7 \bar{n}_i = 3 \cdot 9.742 = 29.23$$

$$\sum_{i=1}^7 C_i^2 \sum_{i=1}^7 \bar{n}_i = 1.84 \cdot 9.742 = 17.92; \quad \sum_{i=1}^7 C_i \sum_{i=1}^7 C_i \bar{n}_i = 1.84 \cdot 25.227 = 46.417$$

Bu yerda,  $\cdot$  belgi ko'paytirishni bildiradi. Yuqorida hisoblangan qiymatlarni (6.3) va (6.4) formulalarga qo'yib a va b ning qiymatlarini topamiz.

$$a = \frac{1.84 \cdot 9.742 - 3 \cdot 4.2516}{7 \cdot 1.84 - 9} = 1.3337; \quad b = \frac{7 \cdot 4.2516 - 3 \cdot 9.742}{7 \cdot 1.84 - 9} = 0.1368$$

Agarda, erituvchining shu sharoitlarda o'lchangan sindirish ko'rsatgichi boshqa manbalardan (masalan, spravochnikdan) ma'lum bo'lsa uni  $a$  bilan solishtiramiz, ularning bir-biriga yaqinligi tajribaning aniqlik darajasidan xabar beradi.

Demak, eritmaning konsentratsiyasi bilan sindirish ko'rsatgichi orasidagi bog'lanish quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$n_i = 1.3337 + 0.1368C_i, \quad (6.5)$$

Endi (6.5) tenglama yordamida har bir eritma uchun sindirish ko'rsatgichini hisoblaymiz va ularni 6.3 - jadvalga yozamiz.

Eritmaning konsentratsiyasi bilan sindirish ko'rsatgichlarining (6.5) tenglama orqali hisoblangan qiymatlari orasidagi bog'lanishni ifodalovchi grafikni chizamiz va grafikka sindirish ko'rsatgichlarining tajribada topilgan

## **Fizikaviy tadqiqot usullari**

qiymatlarini o'rtachasini nuqtalar ko'rinishida qo'yamiz. (6.5) tenglama orqali topilgan to'g'ri chiziq tajribada o'lchangan qiymatlarning optimal grafigidir (6.1 - rasm).

### **Eritmalarning sindirish ko'rsatgichini tajribada topilgan Va (6.5) formula bilan hisoblangan qiymatlari**

*6.3 - jadval*

$C_i$	$\bar{n}_i$ tajriba	$n_i$ (6.5) formula bilan	$\Delta n_i = n_i - \bar{n}_i$
0,00	1,3330	1,3337	0,0007
0,1	1,3452	1,3460	0,00085
0,3	1,3744	1,3737	0,00064
0,5	1,4034	1,4015	0,00193
0,6	1,4174	1,4153	0,00208
0,7	1,4231	1,4292	0,00607
0,8	1,4455	1,4430	0,00250

Xuddi shunday, Buger – Ber - Lambert qonuniga bo'ysinuvchi eritmalarning konsentratsiyasi bilan optik zichligi orasidagi munosabatni ifodalovchi tajribaning natijalarini ishlab chiqishga ham eng kichik kvadratlar usulini qo'llash mumkin.

## **6.2. SPEKTROFOTOMETRLARNI DARAJALASH UCHUN STANDART ERITMALAR TAYYORLASH** (Babko va Pilipenko bo'yicha, 1968 y)

1. Spektrofotometr optik zichlik bo'yicha 215 dan 490 nm to'lqin uzunligi sohasida kaliy xromat eritmasi orqali darajalanadi. Kaliy xromat eritmasini tayyorlash. KOH ning konsentratsiyasi 0.05 n hajmi 200 ml bo'lgan suvdagi eritmasida 0.04 g  $K_2CrO_4$  ni eriting. Eritmani, hajmi II bo'lgan kolbaga o'tkazing va unga hajmi I l bo'lguncha 0.05 n KOH eritmasidan quying. Eritmani yaxshilab aralashtirgandan so'ng filtrlamasdan ishlating.

2. Spektarning 350 nm dan to 600 nm gacha bo'lgan oralig'ini darajalash uchun kobalt-ammoniy sulfat eritmasi ishlatiladi. Eritma quyidagi nisbatlarda tayyorlanadi. Kobalt-ammoniy sulfat tuzidan  $CoSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$  torozida 14.481 g tortib olib uni stakanga soling. Uni ustidan 10 ml (zichligi  $d = 1.835$  g/ml) sulfat kislotasi aralashtirilgan distillangan suv quying. Tuz erigan eritmani hajmi I l bo'lgan o'lchov kolbasiga o'tkazib belgisiga etgancha distillangan suv bilan to'lg'azing. Bu eritmani ham filtrlash shart emas.

3. Spektarning 400 nm dan to 680 nm gacha bo'lgan oralig'ini optik zichlik bo'yicha darajalash uchun mis sulfat eritmasidan foydalanish tavsiya qilinadi.



Bu eritmani tayorlash uchun 20.00 g mis sulfat  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  torozida tortib stakanga solinadi va ustidan 10 ml sulfat kislotasi ( $d = 1.835 \text{ g/ml}$ ) quyilgan distillangan suv quyib yaxshilab eritiladi. So'ngra eritma hajmi 1 l bo'lgan o'lchov kolbasiga o'tkazilib belgiga etgancha distillangan suv bilan to'ldiriladi. Eritma yaxshilab aralastiriladi va filtrlanmasdan ishlatiladi.

**Xromat kaliy, kobalt-ammoniy sulfati va mis sulfat standart eritmalarining optik zichliklari (yutuvchi qatlam qalinligi 1 sm)**

6.4 - jadval

To'lqin uzunl., nm	$\text{K}_2\text{CrO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{Co}(\text{SO}_4)_2$	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	To'lqin uzunl., nm	$\text{K}_2\text{CrO}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{Co}(\text{SO}_4)_2$	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
215	1,4318	-	-	400	0,3872	0,0125	0,0023
220	0,4559	-	-	410	0,1972	0,0168	0,0019
230	0,1675	-	-	420	0,1261	0,0224	0,0016
235	0,2076	-	-	430	0,0841	0,0340	0,0014
240	0,2993	-	-	435	0,0650	0,0437	0,0013
250	0,4962	-	-	450	0,0325	0,0730	0,0011
255	0,5719	-	-	470	0,0083	0,1213	0,0012
260	0,6345	-	-	480	0,0035	0,1349	0,0014
270	0,7447	-	-	490	0,0009	0,1472	0,0018
280	0,7235	-	-	500	-	0,1635	0,0026
290	0,4295	-	-	510	-	0,1742	0,0038
300	0,1518	-	-	520	-	0,1689	0,0055
310	0,0458	-	-	530	-	0,1452	0,0079
320	0,0620	-	-	540	-	0,1113	0,0111
330	0,1457	-	-	550	-	0,0775	0,0155
340	0,3143	-	-	560	-	0,0496	0,0219
350	0,5528	0,0038	0,0090	570	-	0,0308	0,0292
360	0,8297	0,0040	0,0063	580	-	0,0207	0,0390
370	0,9914	0,0050	0,0046	590	-	0,0158	0,0518
380	0,9281	0,0065	0,0035	600	-	0,0137	0,0680
390	0,6840	0,0088	0,0028	610	-	0,0124	0,0885

**6.3. SIMOB ATOM SPEKTRIDAGI INTENSIV CHIZIQLARNING TO'LQIN UZUNLIGI**

(Zaydel A.N., Prokofev V.L., Rayskiy S.M., Shreyder E.Ya., «Tablitsy spektralnykh liniy», izd-4, M., Izd. Nauka, 1977, 800 s.)

To'lqin uzunligi, nm	Intensivligi	To'lqin uzunligi, nm	intensivligi
365,01	100	491,60	15
365,48	500	497,36	5
366,28	40	502,56	2

### *Fizikaviy tadqiqot usullari*

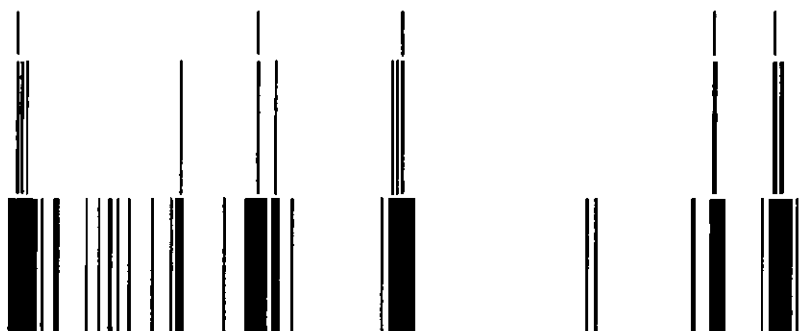
390,64	20	510,24	1
398,40	10	512,10	3
404,66	100	535,40	4
407,78	30	538,47	2
410,81	5	546,07	100
433,91	3	554,98	2
434,75	12	567,59	4
435,84	100	576,96	40
489,03	2	579,07	20

3650,1

4046,6

4358,4

5460,7 5769,6



### 6.4. POLISTIROL PLYONKASI INFRAQIZIL YUTILISH SPEKTRIDAGI POLOSALARNING TO'LQIN SONI ( $\text{sm}^{-1}$ )

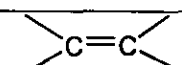
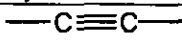
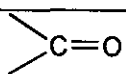
Polosaning №	To'lqin soni	Polosaning №	To'lqin soni
1	$3027.1 \pm 0.3$	8	$1583.1 \pm 0.3$
2	$2924 \pm 2$	9	$1181.4 \pm 0.3$
3	$2850.7 \pm 0.3$	10	$1154.3 \pm 0.3$
4	$1944.0 \pm 1.0$	11	$1069.1 \pm 0.3$
5	$1871.0 \pm 0.3$	11	$1028.0 \pm 0.3$
6	$1801.6 \pm 0.3$	13	$698.9 \pm 0.3$
7	$1601.4 \pm 0.3$	14	

**6.5. SUVLI ERITMALARDA METALL IONLARIGA TEGISHLI YUTILISH POLOSALARINING O'RNI**

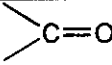
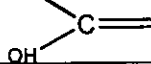
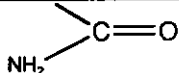
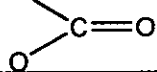


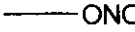

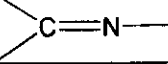

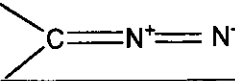
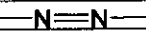
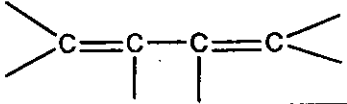
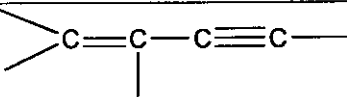
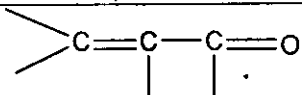
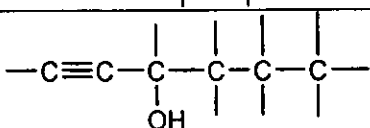
[Gordon A., Ford R. «Sputnik ximika», M., Izd. «Mir», 1976]

Ion (elektron konfiguratsiyasi)	Eritmaning rangi	Yutilish polosasining joyi		Ekstinktsiya koeffitsiyenti $\epsilon$
		nm	sm <sup>-1</sup>	
Ti <sup>3+</sup> (3d <sup>1</sup> )	To'q qizil	492.6	20300	4
V <sup>3+</sup> (3d <sup>2</sup> )	Yashil, ko'm-ko'k	581.0	17200	6
Cr <sup>3+</sup> (3d <sup>3</sup> )	Havorang	588	17000	14
		416.7	24000	15
Mn <sup>3+</sup> (3d <sup>4</sup> )	Binafsha	476.2	21000	
Cr <sup>2+</sup> (3d <sup>4</sup> )	Oqargan	709.0	14100	4.2
Fe <sup>3+</sup> (3d <sup>5</sup> )	havorang	714	14000	
Fe <sup>2+</sup> (3d <sup>6</sup> )	Sariq	1000	10000	1.1
Co <sup>2+</sup> (3d <sup>7</sup> )	Oqargan yashil	1250	8000	1.3
	Pushti rang	500	20000	5
Ni <sup>2+</sup> (3d <sup>8</sup> )	Och-yashil	1149	8700	1.6
		689.6	14500	2.0
Cu <sup>2+</sup> (3d <sup>9</sup> )		833.3	12000	11
Ru <sup>3+</sup> (4d <sup>5</sup> )	Havorang, zangori	400	25000	
		224.7	44500	2300
Pd <sup>2+</sup> (4d <sup>8</sup> )		378.8	26400	86
Ag <sup>+</sup> (4d <sup>10</sup> )		223.7	44700	400
		210.5	47500	900
		192.7	51900	1500

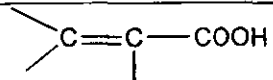
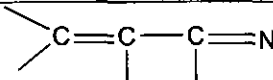
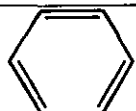
**6.6. ODDIY XROMOFOR GURUHLARINING XARAKTERISTIKALARI**  
(Dayer bo'yicha 1970)

Xromofor guruhi	Birikma	$\lambda_{\max}$ nm	$\epsilon_{\max}$ l/(mol sm)	Erituvchi
	Etilen	171	15530	bug'i
	Oktin-2	178	10000	n.-geptan
		196	2100	----
		223	160	----
	Atsetaldegid	160	20000	bug'i
		180	10000	----
		290	17	----

*Fizikaviy tadqiqot usullari*

	Atseton	166 189 279	16000 9000 15	bug'i n.-geksan ----
	Sirka kislota	208	32	etanol
	Xlorli atsetil	220	100	n.-geksan
	Atsetamid	178 220	9500 63	n.-geksan suv
	Etilatsetat	221	57	etanol
	Nitrometan	201 274	5000 17	metanol ....
	Butilnitrat	270	17	etanol
	Butilnitrit	220 356	14500 87	n.-geksan ....
	Nitrozobutan	300 665	100 20	Efir ....
	Atsetoksim	190	5000	Suv
	Atsetonitril	167	-	Bug'i
	Diazosirka efir	249 378	10050 16	Etanol ....
	Azometan	338	4	Etanol
	Butadien	217	20900	n.-geksan
	Vinilatsetilen	219 228	7600 7800	n.-geksan ....
	Kroton al- degid	218 320	18000 30	Etanol ....
	Geksin-1-on- 3	214 308	4500 20	Etanol ....

## Fizikaviy tadqiqot usullari

	Tsis-kroton kislota	206 242 219	13600 250 25000	Etanol .. n.-geksan
	N-n- butilimin kroton al- degid	215	680	Etanol
	Benzol	184 204 256	60000 7900 200	tsiklogeksan .... ....

### 6.7. FUNKSIONAL GRUPPALARNING XARAKTERISTIK TEBRANISH CHASTOTALARI

Birikmalar va gruppalar	To'liq soni oralig'i $\text{sm}^{-1}$	Intensivligi IQ(Raman)
<b>UGLEVODORODLAR</b> <b>C—H valent tebranishlar</b>		
Alkanlar	2962 - 2853	katta-o'rtacha (10)
Alkenlar		
bir almashgan	3040 - 3010 3095 - 3075	o'rtacha o'rtacha
ikki almashgan		
tsis-	3040 - 3010	o'rtacha
trans-	3040 - 3010	o'rtacha
gem-	3095 - 3075	o'rtacha (3)
uch almashgan	3040 - 3010	o'rtacha (1)
Alkinlar	3300	katta (1)
Aromatik	3060	o'zgaruvchan (8 - 12)
<b>C—H bog'ning deformatsion tebranishlari</b>		
Alkanlar		
CH	1340	kichkina
CH <sub>2</sub>	1485 - 1445	o'rtacha
CH <sub>3</sub>	1470 - 1430	o'rtacha (10)
gem-dimetil	1380 - 1370 1385 - 1380 1370 - 1365	katta katta katta
Alkenlar		
bir almashgan	995 - 985 915 - 905 1420 - 1410	katta katta katta
ikki almashgan		
tsis-	690	

***Fizikaviy tadqiqot usullari***

trans-	970 - 960	katta
gem-	1310 - 1295	o'rtacha
uch almashgan	895 - 885	katta
Alkinlar	1420 - 1410	katta (4)
Aromatik	840 - 790	katta
	630	katta
	750 - 880	o'zgaruvchan, katta
<b>C=C qo'sh bog'larning valent tebranishlari</b>		
Alkenlar		
tutashmagan	1680 - 1620	o'zgaruvchan
bir almashgan	1645	o'rtacha (7)
ikki almashgan	1675 - 1645	o'rtacha (8)
uch almashgan	1670	o'rtacha
to'rt almashgan	1670	kichkina (6)
tutashgan	1650 - 1600	kichkina
Alkinlar		
bir almashgan	2140 - 2100	o'rtacha (6)
ikki almashgan	2260 - 2190	o'zgaruvchan, kichkin
<b>KARBONIL BIRIKMALAR</b>		
<b>C=O valent tebranishlar</b>		
Ketonlar		
to'yingan tsiklik bo'lmagan	1725 - 1705	katta (3)
to'yingan tsiklik		
6 va ko'p a'zoli	1725 - 1705	katta
5 a'zoli	1750 - 1740	katta
4 a'zoli	1775	katta
Aldegidlar		
to'yingan alifatik	1740 - 1720	katta (3)
α, β, γ, δ-to'yinmagan		
alifatik	1680 - 1660	katta
aromatik	1715 - 1695	katta
Murakkab efirlar		
to'yingan tsiklik bo'lmagan	1750 - 1735	katta (3)
to'yingan tsiklik		
δ-laktonlar	1750 - 1735	katta
β-laktonlar	1820	katta
γ-laktonlar	1780 - 1760	katta
Karbon kislotalar		
to'yingan alifatik	1725 - 1700	katta (4)
aromatik	1700 - 1680	katta
<b>C—H valent tebranishlar</b>		
Aldegidlar	2900 - 2820	kichkina
	2775 - 2700	kichkina

**Fizikaviy tadqiqot usullari**

<b>O—H valent tebranishlar</b>		
Karbon kislotalar	2700 - 2500	kichkina
<b>N—H valent tebranishlar</b>		
<b>Amidlar</b>		
birlamchi grupp, erkin	3500	o'rtacha
	3400	o'rtacha
bog'langan	3350	o'rtacha
	3180	o'rtacha
ikkilamchi grupp, erkin	3430	o'rtacha
bog'langan	3320 - 3140	o'rtacha
<b>N—H deformatsion tebranishlar</b>		
<b>Amidlar</b>		
birlamchi (suyultirilgan eritmalar)	1620 - 1590	katta
ikkilamchi (suyultirilgan eritmalar)	1550 - 1510	kichkina
<b>TARKIBIDA GIDROKSIL BO'LGAN BIRIKMALAR</b>		
<b>O—H valent tebranishlar</b>		
<b>Spirtlar</b>		
erkin O-H gruppalar	3650 - 3590	o'zgaruvchan,
molekulalararo H-bog' hosil qilgan		ingichk
gruppalar:		
bitta H-bog'li	3550 - 3450	
polimer assotsiatsiyasi	3400 - 3200	o'zgaruvchan,
ichki H-bog' hosil qilgan gruppalar		ingichk
bitta H-bog'li	3570 - 3450	katta, keng
xelat birikmalar	3200 - 2500	
		o'zgaruvchan,
		ingichk
		kichkina, ingichka
<b>C—O bog'ning valent tebranishlari</b>		
<b>Spirtlar</b>		
birlamchi	1350 - 1260	katta
ikkilamchi	1350 - 1260	katta
fenollar	1410 - 1310	katta
<b>O—H bog'ning deformatsion tebranishlari</b>		
<b>Spirtlar</b>		
birlamchi	1050	katta
ikkilamchi	1100	katta
fenollar	1200	katta
<b>TARKIBIDA AZOT BO'LGAN BIRIKMALAR</b>		
<b>N—H valent tebranishlar</b>		

### Fizikaviy tadqiqot usullari

Aminlar birlamchi, erkin	3500 3400	o'rtacha (4) o'rtacha
ikkilamchi, erkin	3500 - 3310	o'rtacha (2)
Iminlar	3400 - 3300	o'rtacha
Aminlarning tuzlari	3130 - 3030	o'rtacha
<b>N—H deformatsion tebranishlar</b>		
Aminlar birlamchi	1650 - 1590	katta -o'rtacha
ikkilamchi	1650 - 1550	kichkina
Aminlarning tuzlari	1600 - 1575 1500	katta
<b>C—N valent tebranishlar</b>		
Aminlar Aromatik		
birlamchi	1340 - 1250	katta (7)
ikkilamchi	1350 - 1280	katta
uchlamchi	1360 - 1310	katta
Alifatik	1220 - 1020 1410	kichkina (7) kichkina
<b>—C≡N valent tebranishlar</b>		
Alkilnitrillar to'yingan	2260 - 2240	o'rtacha (10)
α, β-to'yinmagan	2235 - 2215	o'rtacha
Arilnitrillar	2240 - 2220	o'rtacha
Izotsianatlar	2275 - 2240	o'rtacha
Izotsianidlar	2240 - 2070	o'rtacha
<b>C=N valent tebranishlar</b>		
Alkil hosilalari iminlar va oksimlar	1690 - 1640	o'zgaruvchan (2 - 8)
α, β-to'yinmagan birikmalar	1660 - 1630	o'zgaruvchan
<b>N=N valent tebranishlar</b>		
Azobirikmalar	1630 - 1575	o'zgaruvchan (4)
<b>C—NO<sub>2</sub> tebranishlar</b>		
Nitrobirikmalar aromatik	1570 - 1500 1370 - 1300	katta (5) katta (100)
alifatik	1570 - 1550 1380 - 1370	katta (5) katta (8)
<b>TARKIBIDA OLTINGUGURT BO'LGAN BIRIKMALAR</b>		
<b>S—H valent tebranishlar</b>		
	2600 - 2550	kichkina (6)
<b>C—S valent tebranishlar</b>		
	1200 - 1050	katta



### *Fizikaviy tadqiqot usullari*

<b>S=O valent tebranishlar</b>		
Sulfoksidlar	1070 - 1030	katta
Sulfonlar	1160 - 1140	katta
	1350 - 1300	katta
Sulfonamidlar	1180 - 1140	katta
	1350 - 1300	katta
Sulfon kislotalar	1220 - 1150	katta
	1060 - 1030	katta
	650	katta

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Калинин С.К., Явнель А.А., Алексеева А.И. и др., «Атлас спектральных линий для кварцевого спектрографа», 1959.
2. Зайдель А.Н., Прокофьев В.Е., Райский С.М., Славный В.А., Шрейдер Е.Я., «Таблицы спектральных линий», справочник, М., 1977.
3. Бураков В.С., Янковский А.А., «Практическое руководство по спектральному анализу», Изд. АН БССР, 1960. с.232.
4. Свентицкий Н.С., «Визуальные методы эмиссионного спектрального анализа», 1961.
5. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. «Физические методы исследования в химии.» Структурные методы оптическая спектроскопия., учебн.пособие, М., Высш. шк. 1987, 386 с.
6. Драго Р. «Физические методы в химии», «Мир», 1981. т.1, 428 с., т.2, 456 с.
7. Бенуэлл К. «Основы молекулярной спектроскопии». М., «Мир». 1985. 364 с.
8. Гюнтер Х. «Введение в курс спектроскопии ЯМР». М., «Мир», 1984. 478 с.
9. Сергеев Н.М. «Спектроскопия ЯМР», учебн.пособие, М.,изд. МГУ, 1981. 279 с.
10. Сведлова О.В. «Электронные спектры в органической химии», Л., «Химия», 1985. 247 с.
11. Ионин Б.И., Ершов Б.А., Кольцов А.И. «ЯМР-спектроскопии в органической химии» Л., «Химия», 1983. 272 с.
12. Иоффе Б.В., Костиков Р.Р., Разин В.В. «Физические методы определения органических соединений», М., «Высш.шк», 1984. 336 с.
13. Сайдов Г.В., Сведлова О.В. «Практическая руководство по молекулярной спектроскопии», Изд. Санкт-Петербургского университета. 1995. 236 с.
14. Дероум, Эндру Е. «Современные методы ЯМР для химических исследований» 1992. 401 с.
15. Бахшиев Н.Г., «Введение в молекулярную спектроскопию», Л., Изд. ЛГУ, 1987, 216 с.
16. Quvatov A. Spektroskopik tahlil usullari. Samarqand, 1995. 74-bet.
17. Гордон А., Форд Р. «Спутник химика», М., Изд. «Мир», 542 с.
18. Иоффе Б.В. «Рефрактометрические методы химии». Л., Химия, 1983, 352 с.
19. Кузяков Ю.Я., Семененко К.А., Зоров Н.Б. «Методы спектрального анализа». М., Изд. МГУ, 1990. 213 с.

**MUNDARIJA**

So'z boshi.....	3
Kirish.....	5
<b>1. Atomlarning chiqarish spektrlari.....</b>	<b>9</b>
1.1. Atomlar nur chiqarishining nazariy asoslari.....	9
1.1.1. Atom spektrlari.....	9
1.1.2. Sifat analizi.....	11
1.1.3. Miqdoriy analiz.....	12
1.1.4. Alanga fotometriyasi usuli.....	13
1.2. Atomlarning chiqarish spektrlari bo'yicha amaliy ishlar.....	14
1.2.1. Atomlarning chiqarish spektrlari bo'yicha sifat analizi o'tkazish..	14
1.2.2. Spektr chiziqlarning to'lqin uzunligini o'lchash.....	22
1.2.3. Temir spektrini suratga olish va o'rganish .....	26
1.2.4. Stiloskop shkalasini to'lqin uzunlik bo'yicha darajalash .....	29
1.2.5. Mis qotishmasini stiloskop yordamida yarim miqdoriy analiz qilish.....	31
1.2.6. Spektr chiziqlari intensivligini taqqoslash orqali po'lat tarkibidagi xromni yarim miqdoriy taxlil qilish.....	34
1.2.7. Spektr chiziqlar intensivligini taqqoslash orqali po'lat tarkibidagi marganetsni yarim miqdoriy taxlil qilish.....	36
1.2.8. Fotometrik pona yordamida yarim miqdoriy taxlil o'tkazish.....	37
1.2.9. Simob lampasining chiqarish spektrini o'rganish .....	38
1.2.10. Alanga fotometri bilan suvdagi natriyni aniqlash.....	40
1.3. Emission spektroskopiyada ishlatiladigan asboblari.....	42
1.3.1. SL-13 stiloskopning tuzilishi va ishlash printsipi.....	42
1.3.2. DFS-452 spektrografning tuzilishi va ishlash printsipi.....	49
1.3.3. Yorug'lik manbai. DRK-120 simob lampasi.....	53
1.3.4. PAJ-1 alanga fotometrining tuzilishi va ishlash printsipi.....	55
<b>2. Elektron yutilish spektrlari.....</b>	<b>68</b>
2.1. Elektron yutilish hodisasining nazariy asoslari.....	68
2.1.1. Molekula energiyasining tarkibiy qismlari va molekulyar spektrlarning tiplari.....	68
2.1.2. Elektron spektrlari.....	69
2.1.3. Elektron spektrlarning tabiati va xossalari.....	70
2.1.4. Optik zichlik. Buger - Ber - Lambert qonuni.....	72
2.1.5. Yutilishning molyar koeffitsiyenti.....	74
2.1.6. Buger-Ber-Lambert qonunidan chetlanishning sabablari.....	74
2.1.7. Spektrofotometrik (fotometrik) analiz.....	75

## *Fizikaviy tadqiqot usullari*

2.1.8. Eritmada o'lganayotgan moddaga xalaqit beruvchi moddalar bo'lmagan holda uning miqdorini aniqlash usullari.....	76
2.1.9. Spektrofotometrik usulning metrologik xarakteristikalari.....	77
2.1.10. Organik moddalarning tuzilishini aniqlashda elektron yutilish spektrlarining qo'llanilishi.....	79
2.2. Elektron yutilish spektroskopiyasi bo'yicha amaliy ishlar.....	82
2.2.1. Eritmadagi temir (III) ionlarining konsentratsiyasini fotokolorimetrik usul yordamida aniqlash.....	82
2.2.2. SF-46 spektrofotometrni to'lqin uzunlik va optik zichlik bo'yicha darajalash .....	85
2.2.3. Elektron yutilish spektri polosasining asosiy kattaliklarini aniqlash .....	86
2.2.4. SF-46 spektrofotometri yordamida eritmaning konsentratsiyasini aniqlash.....	88
2.2.5. Elektron yutilish polosasi qaysi o'tish hisobiga hosil bo'lganini aniqlash.....	92
2.2.6. Kompleks birikma tarkibini Job-Ostromyslenskiy usuli bilan aniqlash.....	93
2.2.7. Zaryad ko'chishi orqali hosil bo'lgan molekulyar komplekslarning turg'unlik doimiysini Beneshi-Gildebrand usuli orqali aniqlash...94	
2.2.8. Anilinni yodlash REAKSIYAsining tezlik doimiysini topish.....	96
2.2.9. Eritmadagi atsetosirka efiri keto-enol tautomeriyasining muvozanat doimiysini aniqlash.....	98
2.3. Elektron yutilish spektroskopiyasida ishlatiladigan asboblari.....	99
2.3.1. KFK-2 fotoelektrik kolorimetrning tuzilishi va ishlash prinsipi.....	99
2.3.2. SF-46 spektrofotometrning tuzilishi va ishlash prinsipi.....	105
2.3.3. OPTIZEN-III spektrofotometrning tuzilishi va ishlash prinsipi .....	115
<b>3. Infraqizil yutilish spektrlari.....</b>	<b>137</b>
3.1. Tebranish spektrlarining nazariy asoslari.....	137
3.1.1. Ikki atomli molekulaning tebranishi. Oddiy garmonik ostsillyator.....	137
3.1.2. Garmonik bo'lmagan (angarmonik) ostsillyator.....	139
3.1.3. Ko'p atomli molekularning tebranishi.....	142
3.1.4. Infraqizil spektroskopiyaning qo'llanilishi.....	143
3.2. Tebranish spektroskopiyasi bo'yicha amaliy ishlar.....	146
3.2.1. IKS-29 spektrofotometrni to'lqin soni bo'yicha darajalash.....	146

3.2.2. Suyuqliklarning va eritmalarining infraqizil yutilish spektrlarini o'lchash.....	147
3.2.3. Benzol halqasidagi almashishning tipini aniqlash.....	148
3.2.4. Polibutadien kauchuklarni miqdoriy analiz qilish.....	150
3.2.5. IQ yutilish spektroskopiyasi yordamida organik moddalarning tarkibini o'rganish.....	151
3.2.6. Qattiq moddalarning IQ spektrlarini o'lchash.....	151
3.3. Infraqizil yutilish spektrlarini o'lchaydigan asboblar.....	152
3.3.1. IKS-29 infraqizil spektrofotometrning tuzilishi va ishlash printsipti.....	152
<b>4. Yadro magnit rezonansi spektrlari.....</b>	<b>160</b>
4.1. Yadro magnit rezonansi hodisasining nazariy asoslari.....	160
4.1.1. Magnit maydonidagi yadroning energiyasi.....	160
4.1.2. Kimyoviy siljish.....	162
4.1.3. Spin-spin tasir natijasida magnit energetik sathlarining ajralishi.....	165
4.2. YaMR spektroskopiyasi bo'yicha amaliy ish.....	171
4.2.1. YaMR spektri polosalarining kimyoviy siljishini, spin-spin ta'sir doimiysini va integral intensivliklarini o'lchash.....	171
<b>5. Molekulyar refraktsiya.....</b>	<b>175</b>
5.1. Molekulyar refraktsiyaning nazariy asoslari.....	175
5.2. Molekulyar refraktsiya bo'yicha amaliy ishlar.....	177
5.2.1. Sindirish ko'rsatgichini o'lchab eritmaning konsentratsiyasini aniqlash.....	177
5.2.2. Organik moddalarning molekulyar refraktsiyasini o'lchash.....	178
5.2.3. Molekulyar refraktsiya yordamida modda molekulasining tuzilishini aniqlash.....	180
5.3. Refraktometriyada ishlatiladigan asboblar.....	180
5.3.1. IRF-454 refraktometrning tuzilishi va ishlash printsipti.....	180
<b>6. Ilova.....</b>	<b>186</b>
6.1. Eng kichik kvadratlar usuli va uning kimyoviy analitik tadqiqotlarda qo'llanilishi.....	186
6.2. Spektrofotometrlarni darajalash uchun standart eritmalar tayyorlash.....	192
6.3. Simob atom spektridagi intensiv chiziqlarning to'lqin uzunligi.....	193
6.4. Polistirol plenkasining infraqizil yutilish spektridagi polosalarining to'lqin soni.....	194
6.5. Suvli eritmalaridagi metall ionlari yutilish polosalarining spektrdagi o'rni.....	195

*Fizikaviy tadqiqot usullari*

---

6.6. Oddiy xromofor gruppalarining xarakteristikalarini.....	195
6.7. Funktsional gruppalarining xarakteristik tebranish chastotalari .....	197
<b>Foydalanilgan adabiyotlar.....</b>	<b>202</b>

**ABDULLA QUVATOV**

# **FIZIKAVIY TADQIQOT USULLARI**

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2006

Muharrir:	S. Badalboyeva
Tex. muharrir:	A. Moydinov
Musahhih:	Q. Avezboyev
Kompyuterda sahifalovchi:	Z. Sobirova

Bosishga ruxsat etildi 30.10.2006. Bichimi 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
«Times New Roman» garniturasida. Ofset bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog'i 12,5. Nashriyot tabog'i 12,0.  
Adadi 1000. Byurtma №105. Bahosi shartnoma asosida.

**«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi»da  
chop etildi.  
700003, Toshkent shahri, Olmazor ko`chasi, 171-uy.**