

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

**GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI**



**TABIIY FANLAR FAKULTETI  
KIMYO KAFEDRASI**

**“TADQIQOTNING ZAMONAVIY FIZIK-  
KIMYOVIY USULLARI”**

**fanidan  
o'quv uslubiy majmua**

**GULISTON- 2022**

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

**GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI**

**TADQIQOTNING ZAMONAVIY FIZIK-  
KIMYOVIY USULLARI**

**70530101-Kimyo (fan yo'nalishi bo'yicha) mutaxassisiligi  
magistrantlari uchun**

**O'QUV METODIK MAJMUA**

**Guliston – 2022**

**U.K.Abduraxmanova. Tadqiqotning zamonaviy fizik-kimyoviy usullari fanidan o'quv-metodik majmua. Guliston. 2022.**

O'quv metodik majmuada moddalar va ular aralashmalarining tarkibini sifat, miqdor jihatdan analiz qilishning fizik kimyoviy usullari bayon qilingan. Shuningdek hozirgi zamon analitik kimyosining nazariy asoslari, analiz usullarining o'ziga xosligi, ularning sinflanishi, va bu usullarning mohiyati, ishlash printsipli, asosiy kattaliklari, qonuniyatlari haqida ma'lumotlar berilgan.

Laboratoriya ishlanmalari zamonaviy pedagogik texnologiya talablariga mos ravishda tayyorlangan bo'lib, unda laboratoriya ishining maqsadi, usulning mohiyati, kerakli asboblari, idishlar va reagentlar, laboratoriya mashg'ulotlari uchun metodik ishlanmalar hamda shu fanga doir test savollari, shuningdek, izoxli lug'at keltirilgan.

O'quv uslubiy ko'rsatmada universitetlarning va boshqa oliy o'quv yurtlarining Kimyo (fan yo'nalishlari bo'yicha) mutaxassislik beradigan fakultetlari magistrantlariga mo'ljallangan. Undan analitik kimyo o'qiydigan boshqa ta'lim yo'nalishi talabalari va o'qituvchilar ham foydalanishlari mumkin.

**Taqrizchi:** k.f.n., dotsent Turobov N.T.

Ushbu uslubiy majmua Guliston davlat universiteti Kimyo kafedrasining "26.08. 2022\_y. yig'ilishida muxokama qilinib, GulDU o'quv-metodik kengashidan nashr uchun ruxsat olishga tavsiya etilgan

Guliston davlat universiteti o'quv-metodik Kengashi tomonidan "28" "08" 2022\_y №1 sonli bayonnomasi bilan) nashrga tavsiya etilgan

**MUNDARIJA**

Soʻz boshi	.....	3
Maʼruzalar matnlari	.....	5
Tadqiqotning zamonaviy fizik –kimyoviy usullaridan		
Laboratoriya mashgʻulotlari	.....	74
Testlar	.....	86
Izoxli lugʻat- Glossariy	.....	91
Baxolash mezonlari	.....	94
Adabiyotlar	.....	95
Ilovalar	.....	97

## SO'Z BOSHI

Oliy ta'lim muassasalarining 70530101-Kimyoyo (fan yo'nalishlari bo'yicha) mutaxassisligi magistraturasida "Tadqiqotning zamonaviy kimyoviy usullari" fanidan o'quv kursi o'tilishi rejalashtirilgan. Taqdim qilinayotgan o'quv uslubiy majmua ushbu fandan tasdiqlangan namunaviy o'quv dasturiga muvofiq tayyorlandi.

Ushbu o'quv uslubiy majmuada "Tadqiqotning zamonaviy kimyoviy usullari" bo'yicha oxirgi yillarda e'lon qilingan qator yangi adabiyotlardagi ma'lumotlar qamrab olingan.

Ma'ruzalar kursi zamonaviy pedagogik texnologiya talablariga mos ravishda qayta ishlanib, unda mavzuga oid muammolar, o'quv maqsadlari, nazorat savollari, amaliy mashg'ulotlar va mustaqil ish topshiriqlari keltirilgan. Ma'ruzalar kursini tayyorlashda shu sohaga oid dissertatsiya ishlari, jurnallardagi ilmiy maqolalar hamda internet materiallaridan keng foydalanildi. Har bir mavzudan keyin shu masalaga tegishli adabiyotlar ro'yxati berilgan bo'lib, talabalar o'zlarini qiziqtirgan savollar bo'yicha qo'shimcha ma'lumotlarni olishi mumkin.

Laboratoriya ishlanmalari zamonaviy pedagogik texnologiya talablariga mos ravishda tayyorlangan bo'lib, unda laboratoriya ishining maqsadi, usulning mohiyati, kerakli asboblari, idishlar va reagentlar, laboratoriya mashg'ulotlari uchun metodik ishlanmalar hamda shu fanga doir test savollari, shuningdek, izoxli lug'at keltirilgan.

O'quv uslubiy ko'rsatmada universitetlarning va boshqa oliy o'quv yurtlarning Kimyoyo (fan yo'nalishlari bo'yicha) mutaxassislik beradigan fakultetlari magistrantlariga mo'ljallangan. Undan analitik kimyoyo o'qiydigan boshqa ta'lim yo'nalishi talabalari va o'qituvchilar ham foydalanishlari mumkin.

Manzilimiz: 120100 Guliston shahri, IV mavze.  
Universitet, «Kimyoyo» kafedrasini.

## 1-ma'ruza: KIRISH. FAN PREDMETI VA ASOSIY MASALALAR

### REJA:

1. Tadqiqotning zamonaviy fizik-kimyoviy usullari fan haqida.
2. Elektromagnit to'liqlar spektri.
3. Elektromagnit spektr sohalari.

Fizikaviy usullar asosan quyidagi masalalarni hal etishda ishlatiladi:

- reaksiya mahsulotlari va reaksiyon aralashmaning tarkibini sifat va miqdoriy analiz qilish;
- tajribada olingan moddalarning molekulyar tuzilishining to'g'riligi haqida xulosa qilish;
- molekullarning geometrik parametrlarini miqdoriy baholash va molekulada atomlarning fazoviy joylanishini aniqlash;
- molekulaning dinamik xossalari tekshirish, atomlarning xarakatchanligini o'rganish va bunga to'siq bo'ladigan holatlarni bilish;
- molekuladagi atomlarning va atom guruxlarining o'zaro ta'sirlanishlarini baholash;
- reaktsiyalar kinetikasi va mexanizmini, hamda oraliq moddalarning tuzilishini o'rganish.

Fizikaviy usullarning nazariy asoslari va ishlatish imkoniyatlarini e'tiborga olib quyidagi turkumlarga bo'lish mumkin: optik spektroskopiya, radiospektroskopiya, difraksiyali usullar va ionizatsiyali usullar.

Optik spektroskopiya - UB, IQ spektroskopiyalari, atom-absorbtsiyali (yutilish) spektroskopiya, optik burilish dispersiyasi (OBD) va aylanma dixroizm (AD); radiospektroskopiya - YaMR va EPR; ionizatsiyali usullarga - mass spektrometriya.

### *Elektromagnit to'liqlar spektri.*

To'liq tezligi ( $C$ ), uzunligi ( $\lambda$ ) va chastotasi ( $\nu$ ) orasidagi o'zaro bog'lanish quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\lambda = \frac{C}{\nu} \quad \text{yoki} \quad Cq\lambda\nu \quad (1)$$

Yorug'lik va elektromagnit to'liqlar uchun  $C$  o'zgarmas kattalik ( $Cq300000 \text{ kmG'sek.}$ ). (1) tenglamaning chap tomoni o'zgarmasligi hisobga olinsa,  $\lambda$  bilan  $\nu$  o'rtasidagi bog'lanish kelib chiqadi. Bu tenglamaga muvofiq to'liq uzunligi va chastotasi teskari mutanosiblikda bo'lib,  $\lambda$  ohsa  $\nu$  kamayadi.

Elektromagnit spektrning fizikaviy usullari qo'llanadigan sohalarni quyidagicha izohlash mumkin:

To'liq uzunligi	$10^{-3} \text{ nm}$	10 nm	400 nm	800 nm	300 mm	200 mm
Spektral soha	rentgen	ultra binafs	ko'zga ko'rina	infraqizil nurlar	mikro-to'liqli	qisqa radio

	nurlar	ha nur	digan nurlar		nur.	to'lqinlar
Kuzatilayotgan yutilish spektri		Elektron spektr		IK-spektr		YaMR-spektr EPR-spektr

### *Elektromagnit spektr sohalari.*

Radioto'lqinlarning o'zi uchta guruxga ajraladi. YaMR da ishlatiladigan, to'lqin uzunligi 5 m bo'lgan radioto'lqinlar chastotasi quyidagicha bo'ladi:

$$\nu = \frac{C}{\lambda} = \frac{300000\text{km/cek}}{5\text{m}} = \frac{300000000}{5\text{m}} = 60000000\text{cek}^{-1}$$

yoki 60000000 gerts, ya'ni 60 megagerts.

Elektromagnit spektrdagi har qanday nur muayyan energiyaga ega bo'ladi, ya'ni har qanday nur o'zida ma'lum miqdorda energiya tashiydi. Bu energiya nur chastotasiga bog'liq bo'lib, uning miqdori Plank formulasi asosida hisoblanadi:

$$E_{\text{q}}h\nu \quad (2)$$

h - Plank doimiysi bo'lib,  $6,625 \times 10^{-34}$  djG'gts<sup>-1</sup> ga teng.

$\nu$  - chastota.

Modda tomonidan elektromagnit to'lqinlarning tanlab yutilishini o'lchashga asoslangan fizikaviy usullar - **spektroskopik usullar** deb nomlanadi.

Nurlanish jarayonidagi bir xil chastotali to'lqinlar - **monoxromatik nurlar** bo'ladi, ya'ni bunday nurning energiyasi bir xildagi  $h\nu$  ga teng bo'ladi. Monoxromatik nurlanishning yutilishi quyidagi tenglama bo'yicha bo'ladi:

$$\ln \frac{J_0}{J} = k \cdot n \quad (3)$$

$J_0$  va  $J$  - tushayotgan va eritmadan o'tgan nurning intensivliklari

$n$  - yorug'lik yo'lidagi moddaning mollar miqdori.

$k$  - yutilish intensivligining nisbiy miqdori.

Agar monoxromatik nur  $A$  moddadan o'tsa, uning intensivligi kuchsizlanishini  $I_0G'I$  orqali o'lchash mumkin,  $n$ -ning miqdori aniq bo'lganda,  $K$  ning miqdorini topish mumkin. Boshqa modda olinganda nurning kuchsizlanishi ham boshqacha bo'lib,  $K$  ning miqdori ham o'zgaradi. Agar yutilish jarayoni kuzatilmasa  $Kq0$  bo'ladi.

Modda eritmasining yutilish intensivligini o'lchash uchun eritma tiniq bo'lishi kerak. Eritmadagi  $n$ -ning miqdori eritmaning konsentratsiyasiga va eritma joylashgan idishcha qatlaminig qalinligiga to'g'ri proporsional hisoblanadi. Amaliyotda ko'p hollarda  $K$  ning o'rniga  $\epsilon$ , natural logarifm o'rniga o'nli logarifm ishlatiladi.

$$\lg \frac{J_0}{J} = \epsilon \cdot c \cdot l \quad (4)$$

$\lg \frac{J_0}{J}$  - Eritmaning yoki yutilishning optik zichligi ( $D$ )

$$Dq\epsilon c l \quad \epsilon = \frac{D}{c \cdot l} \quad (5)$$

$\varepsilon$  - Ekstinktsiyaning molli koeffitsienti.

Agar  $Cq1 \text{ molG}^{-1}, lq1 \text{ sm}$  bo'lsa,  $\varepsilon$  eritmaning optik zichligiga teng bo'ladi.

$$\varepsilon = \lg \frac{J_0}{J} = D; \quad \varepsilon qD$$

Eritmaga tushayotgan va undan o'tayotgan nur intensivliklari bilan eritma konsentratsiyasi va uning qatlami qalinligi orasidagi qonuniyatni ifodalaydigan tenglama (4) **Lambert-Ber qonuni** deb yuritiladi.

Amaliyotda organik moddalarning tuzilishini o'rganishda yaqin ultrabinafsha soha keng miqyosda ishlatiladi. Bu sohada yuti-lishning sodir bo'lishiga asosiy sabab, molekulalarda to'yinmagan guruxlar, hamda taqsimlanmagan elektronlari bo'lgan atomlarning bo'lishidir. Yaqin ultrabinafsha sohasida yutilish maksimumini beradigan guruxlarga xromoforlar deb aytiladi.

Agar molekulada xromoforlar ko'p miqdordagi boshqa xromoforlar bilan bog'langan bo'lsa yutilish maksimumining qiymati katta to'lqin uzunlikdagi sohaga siljiydi, shuning uchun ham bunday tuzilishdagi birikmalar ko'p hollarda rangli bo'lib, yutilish maksimumini ko'zga ko'rinadigan sohada ( $\lambda=450-850 \text{ nm}$ ) namoyon qiladi.

### NAZORAT SAVOLLARI:

1. Tadqiqotning zamonaviy fizik –kimyoviy usullarini sanab bering;
2. Elektromagnik nurlanish spektrlari qaysi usullarda qo'llaniladi?
3. Elektromagnik nurlanish spektrlari sohalarini izoxlang.



## 2-ma'ruza: MODDANI ANIQLASH USULLARI (SIFAT VA MIQDORIY): ELEMENT, MOLEKULYAR VA FAZAVIY TAXLIL

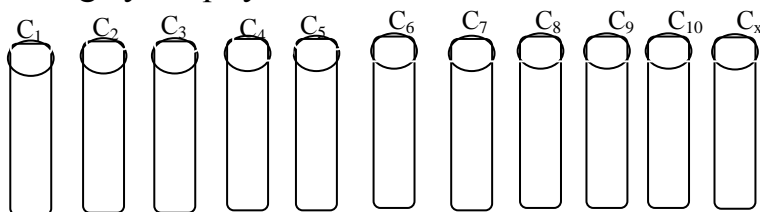
### REJA:

1. Moddani sifat va miqdoriy aniqlash imkonini beradigan zamonaviy analitik usullar;
2. Element analiz usuli;
3. Molekulyar va fazaviy taxlil.

Analitik usullarning barchasida moddalarni sifat yoki miqdoriy taxlil qilishga qaratilgan usullar bo'lib, sharoitga qarab namunalar dastlab sifat taxlil qilinadi. Buning uchun sifatli taxlil optimal sharoiti aniqlaniladi, so'nrga analiz amalga oshiriladi.

Sifatli taxlil amalga oshirilib namuna sifati aniqlangan ularning miqdoriy nisbatlari o'rganiladi.

Bu metod bo'yicha analiz qilinadigan modda eritmasi rangining intensivligi bir necha etalon eritmalar rang intensivliklari bilan taqqoslanadi va natijada analiz qilinadigan modda konsentratsiyasi aniqlanadi. Buning uchun bir xil kolorimetrik probirkalarga (bu probirkalar diametrlari ham bir xil) aniqlanadigan moddaning konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan bir necha rangli eritmaları tayyorlanadi. Xuddi shunday usulda va sharoitda analiz qilinadigan modda rangli birikmaga aylantiriladi. Analiz qilinadigan eritma va standart eritmalar rang intensivliklari vizual shaklda taqqoslanadi va konsentratsiyasi aniqlanadi. Bunda sub'ektiv xatoliklarga yo'l qo'yilishi mumkin. Bu usul dala sharoitlarida qo'llaniladi.



Bu metodni Buger-Lambert-Ber qonuniga qat'iy amal qilinmaydigan hollarda ham qo'llash mumkin.

### Solishtirma metod.

Analiz qilinayotgan eritmadan alikvot qism olib, undan rangli eritmalar tayyorlanadi va ularning optik zichliklari o'lchanadi. So'ngra shunday sharoitda konsentratsiyasi aniq ma'lum bo'lgan 3-4 fotometrik eritma tayyorlanadi va ularning ham optik zichliklari o'lchanadi

Standart va tekshirilayotgan eritmaning optik zichliklarini o'zaro solishtirib, noma'lum moddaning miqdorini topiladi. Xatolik kamroq bo'lishi uchun solishtirilayotgan eritmalarining konsentratsiyalari bir-biriga yaqinroq bo'lishi kerak.

O'lchangan optik zichliklar no'malum modda uchun  $A_x = E_{\lambda} S_x I_x$  va standart solishtirma eritmalarda  $A_{st} = \epsilon \lambda S_{st} I_{st}$  bo'ladi. Tenlamalarni birinchi ikkinchisiga bo'lsak va ularda optik zichlik (E) va nur yutilish qalinligi (I) bir xil ekanini hisobga olsak:

$$A_x/A_{st} = S_x/S_{st} \text{ va bundan } S_x = S_{st} A_x/A_{st}$$

$S_x$  ning konsentratsiyasini hisoblab (mgG/ml) chiqib, eritmaning suyultirilganini hisobga olib, noma'lum modda ( $q_x, mg$ )ning umumiy miqdori topiladi.

$$q_x = C_x V_x V_{um}/V_1$$

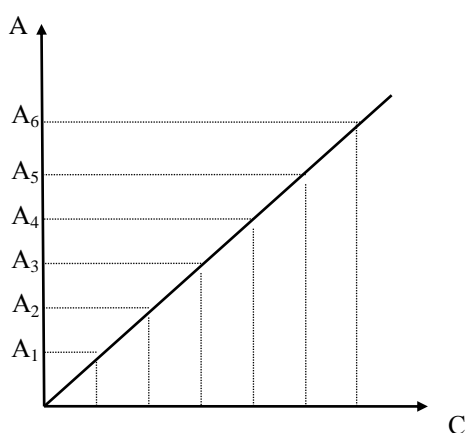
Bunda  $V_x$ - rangli eritmaning hajmi, ml

$V_1$  - alikvot qismi hajmi, ml.

$V_{um}$ - tekshirilayotgan eritmaning umumiy hajmi.

### Darajalangan grafik metodi.

Bu metodda konsentratsiyasi ortib boradigan, 5-8 standart eritmada tayyorlanadi. Xarbir nuqtaning optik zichligini o'lchash uchun kamida 3 ta parallel eritma tayyorlanadi. Eritmalarning optik zichliklari o'lchanib, "darajalangan grafik" deb ataladigan grafik tuziladi.



10-рasm. Даражаланган график

Mumkin qadar aniqlanayotgan eritmaning optik zichligi grafikning o'rtasiga tushgani ma'qul.

Hosil bo'lgan rangli eritmalarning optik zichliklari rangli, yorug'lik filtrlari va ma'lum qalinlikdagi kyuveta yordamida KFK-2 yoki KFK-3 asbobida suvga nisbatan o'lchanadi.

### O'lchash va hisoblash natijalari

№	Standart eritma V, ml	$C_i Me,$ mg	Eritma optik zichligi, $A_i$	$C_i A_i$	$C_i^2$	A hisoblangan
1.	1,5	0,03				
2.	3,0	0,05				
3.	4,5	0,09				
4.	6,0	0,12				
5.	7,5	0,15				

$$\sum_{i=1}^5$$

Olingan natijalar bo'yicha darajalangan grafik tuziladi. Bunda masshtabni shunday tanlash kerakki, grafik  $15 \times 15_{cm}$  li millimetrli qog'ozga joylashsin.

K koeffitsentni hisoblash; 1-usul: 
$$K = \frac{\sum_{i=1}^5 C_i A_i}{\sum_{i=1}^5 C_i^2}$$

2-usul (grafikdan aniqlanadi) da:  $tg \alpha = \frac{a}{b}$ ;  $\xi = \frac{\text{ordinata}}{\text{abcica}}$ ;  $K = tg \alpha \cdot \xi$

Noma'lum modda miqdorini aniqlash uchun kontrol eritma (eritma o'qituvchi tomonidan beriladi!) solingan kolbaning chizig'igacha distillangan suv quyib aralashtiriladi. So'ngra undan 50 ml hajmli uchta kolbaga bir xil alikvot qismlar olinadi (qancha alikvot qism olish kerakligini o'qituvchi aytadi Kolbalarni chizig'igacha distillangan suv solinib aralashtiriladi va rangli eritmalarning suvga nisbatan optik zichliklari o'lchanadi. Noma'lum modda miqdori quyidagi tenglama

bo'yicha aniqlanadi: 
$$C_x = \frac{A_x}{K}$$

$A_x$ -kontrol eritma optik zichligi;

K-koeffitsent

$S_{x(ml)}$  - alikvot qism (ml)

$X_{ml}$  - 100 ml

$$X_{mg} = \frac{C_x \cdot 100_{ml}}{\text{alikvot}(ml)} = \dots_{mg}$$

$X_{mg}$  – kontrol eritmadagi  $Me^{n+}$  ionining miqdori

So'ngra aniqlash davomidagi absolyut va nisbiy xatolar hisoblanadi.

Eritmaning optik zichligi  $A_x$  ni ordinata o'qidan,  $S_x$  ni esa abstsissa o'qidan topib, eritmadagi modda miqdori (mg)ni  $q_x = S_x V_{um} : V_1$  formula bilan hisoblanadi.

### Qo'shilmalar metodi.

Tarkibi murakkab bo'lgan eritmalarni analiz qilishda qo'shilmalar metodi ishlatiladi. Uning mohiyati quyidagicha:

Avval konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan ( $S_x$ ), aniqlanayotgan eritmaning optik zichligi ( $A_x$ ) o'lchab olinadi. So'ngra uning eritmasiga aniqlanayotgan moddaning aniq o'lchangan miqdori ( $S_{st}$ ) ni solib, yana optik zichligi ( $A_{x+st}$ ) o'lchanadi.

$A_x$  ning optik zichligi  $A_x = \varepsilon \ell C_x$ ,

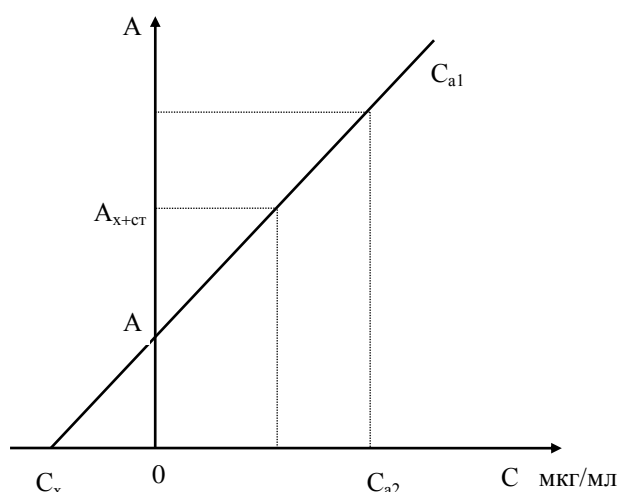
Modda ko'shilgani esa  $A_{x+st} = \varepsilon \ell (S_x + S_{st})$

Tenglamalarning nisbatini olsak

$$\frac{A_x}{A_{x+st}} = \frac{C_x}{C_{x+st}} \quad \text{bundan} \quad C_x = C_{st} \cdot \frac{A_x}{A_{x+st} - A_x}$$

Qo'shilmalar metodidan grafik shaklda ham foydalanish mumkin. Bu vaqtda abstsissa o'qiga qo'shiladigan standart eritma miqdori qo'yiladi, ordinata o'qiga  $A_x$  va  $A_1$  (bunda  $A_x$ - aniqlanayotgan moddaning optik zichligi,  $A_1$  esa - aniqlanayotgan modda bilan qo'shilmaning birgalikdagi optik zichligi) qiymatlari qo'yiladi va nuqtalarni birlashtirib, abstsissa o'qi bilan kesishguncha davom etdiriladi. Nuqtalarning kesishgan joyi, aniqlanayotgan konsentratsiyani ( $S_x$ ) ko'rsatadi. Hosil bo'lgan kesimta aniqlanayotgan konsentratsiyani ko'rsatadi.

Xatolik katta bo'lmisligi uchun odatda 2 nuqtadan to'g'ri chiziq o'tkazilmaydi.



11-rasm. Qo'shilmalar metodi.

Shuning uchun yana bir eritma  $A_2$  tayyorlab, uning optik zichligi o'lchanadi va to'g'ri chiziq 3 nuqtadan o'tkaziladi. Qo'shilmalar miqdorini Qo'shilma aniqlanayotgan eritmaning konsentratsiyasiga yaqinroq bo'lib, ikkinchi qo'shilma birinchiga qaraganda 2 marta ortiq bo'lsa, yaxshi natija olinadi.

#### **Molyar so'ndirish koeffitsientidan konsentratsiyani aniqlash.**

Eritmaning molyar so'ndirish koeffitsientidan aniqlash uchun birnecha standart eritmalar tayyorlanib, ularning optik zichliklari ( $A_{st}$ ) o'lchanadi. Har qaysi eritma uchun  $E=A_{ct}G'l_{ct}S_{st}$  o'lchanadi va ularning o'rtacha qiymati topiladi.

Shundan keyin analiz qilinayotgan eritmaning optik zichligi  $A_x$  o'lchanib,  $\epsilon$  ni hisoblab  $S_x = A_x/\epsilon l_x$  va aniqlanayotgan modda ( $q_x, mg$ ) topiladi:

$$q_x = C_x V_x V_{um} M : V_1$$

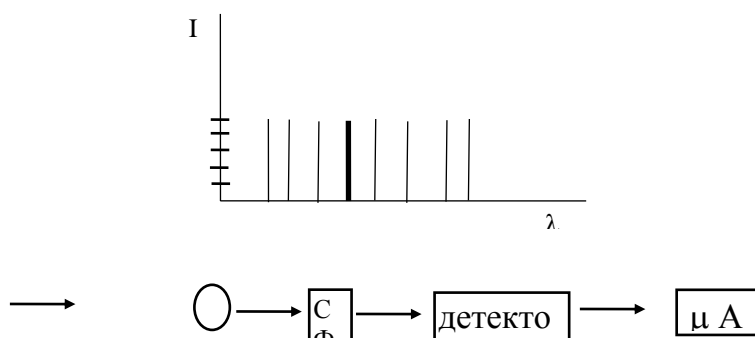
Metod Ber qonuniga albatta bo'ysunishi kerak.

**Element analizi.** Moddalarni element taxlil qilish odatda spektroskopik, emission analiz usullarida amalga oshiriladi. Modda tarkibidagi barcha atomlarning nisbiy miqdorlari aniqlanib, nazariy xisobga taqqoslanadi.

Atom spektroskopik metodlar optik analiz metodlariga kiradi. Nomlanishidan ma'lumki atom-spektroskopik metodlar atom spektrlarini o'rganishga asoslangan. Bu metodlarda aniqlanishi kerak bo'lgan atomlarning ultrabinafsha va ko'rinuvchan nurlarini yutishi yoki aksincha chiqarishi o'rganiladi. Atom-spektroskopik metodlar asosan 2 ga bo'linadi:

- 1) Atob-absorbtsion spektrometriya.
- 2) Alangali fotometriya.

Atom spektrlarining hosil qilinishi molekulyar spektrlardan tubdan farq qiladi. Atom spektrlarini olish uchun ma'lum miqdordagi energiya sarflab kimyoviy birikma atomar holatga o'tkaziladi. Fizika kursidan ma'lumki, atomlarning yutilish va chiqarish spektrlari faqat o'rganilayotgan atomlar uchun xarakterli bo'lgan diskret chiziqlar to'plamidan iborat. Molekulyar spektrlar esa bir tekis polosalardan iborat.



Birinchidan molekular murakab tuzilishga ega, ikkinchidan molekula erituvchi bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi va shuning uchun bu erda energetik o'tishlar atomlardagiga qaraganda sezilarli darajada yuqoridir. Shu sababli alohida chiziqlar amaliy jihatdan bir-biri bilan qo'shilib spektral polosalar hosil qiladi.

Aniqlanayotgan birikmani atomar holatga o'tkazish uchun quyidagi energiyalardan foydalaniladi:

1. Alanga energiyasi.
2. Elektr yoyi energiyasi.
3. Plazma energiyasi

Bu uchala energiyalardan ko'pincha alanga energiyasi ishlatiladi.

Har bir qo'zg'algan atom o'zi uchun xarakterli ma'lum bir chastotaga ega bo'lgan nurni chiqarib o'zining asosiy holatiga qaytadi.



Atomlarning chiqarish nurlarini spektrlarga ajratishdagi hosil bo'lgan spektr chiziqlarini ko'rib chiqadigan bo'lsak, u holda quyidagi natijani kuzatishimiz mumkin: Bir atom spektrlari o'zlarining joylashishi bilan boshqa atomlarning spektral chiziqlarining joylashishidan keskin farq qiladi. Mana shu farq moddalarning sifat analizini o'tkazishga imkon yaratadi. Ushbu atomga tegishli bo'lgan spektral chiziq boshqa chiziqlardan o'zining intensivligi bilan farq qiladi. Shu atomga tegishli bo'lgan spektral chiziqning intensivligidan foydalanib moddaning miqdor analizini o'tkazish mumkin.

### Savollar

1. Modda konsentratsiyasini aniqlash usullariga izox bering.?
2. Atom spektrlar molekulyar spektrlardan nimasi bilan farq qiladi?
3. Nima uchun molekulyar spektrlar polosalardan iborat?
4. Aniqlanayotgan birikmani atomar holatga o'tkazish uchun qanday energiyadan foydalaniladi?

### 3-ma'ruza: XROMATOGRAFIK TAXLIL USULLARINING NAZARIY ASOSLARI

#### REJA:

1. Xromatografik taxlil usullarining sinflanishi;
2. Yupqa qavatli, qog'ozdagi va kolonkadagi xromatografiya
3. Gaz-suyuqlik xromatografiyasi
4. Yuqori samarali suqlik xromatografiyasi

**Xromatografiya** (xromo... va ...grafiya) — gaz, suyuqlik yoki erigan moddalar aralashmasini adsorbsion usulda ajratish va analiz qilish. X. rus botanigi M.S.Svet tomonidan 1903 yilda kashf etilgan. 1931 yilda Kun va uning shogirdlari Xromatografiya yordamida tuxum sarig'idagi ksantofil, lutein va zeaksantin moddalari hamda a va rkarotinlarni ajratishdi. 1941 yilda A.Martin va R.Sing taqsimlash X.siga asos soldi va oqsil, uglerod birikmalarini o'rganishda uning keng imkoniyatlarini ko'rsatib berdi. 1940—45 yillarda S.Mur va U.Staynlar aminokislotalarni X. usulida ajratish va miqdoriy analiz qilishga katta xissa qo'shdi. 1950 yilda Martin va Jeyms gazsuyuklik X.si usulini ishlab chiqdi.

X. olib borilayotgan muxitga qarab gaz, gazsuyuqlik va suyuqlik X.lariga, moddalarni ajratish mexanizmiga qarab molekulyar (adsorbsion), ion almashtirgich, cho'ktirish va taqsimlash X.lariga, olib borilayotgan jarayon shakliga qarab kolonkali, naychali (kapillyar), qog'ozli va yupqa qatlamli X.larga bo'linadi. Adsorbsion Xromatografiya — moddalarning adsorbentda turlicha sorbsiyalanishi (yutilishi)ga asoslangan; taqsimlash X.si — aralashma tarkibiy qismi (komponentlari)ning qo'zg'almas faza (g'ovak sathli qattiq modda yuzasiga o'rnatilgan yuqori trada qaynaydigan suyuq modda) va elyuyentlarda turlicha erishiga; ion almashtirgich X. — harakatsiz faza (ionit) va ajraluvchi aralashma komponentlari orasidagi ion almashtirish muvozanati konstantalar farqiga; cho'ktirish X.si esa ajratiluvchi komponentlarning qattiq qo'zg'almas faza ustida turlicha cho'kmaga cho'kishiga asoslangan.

Xromatografiya xromatograf deb ataladigan asbob yordamida amalga oshiriladi. Analiz vaqtida xromatograf kolonkasiga yuborilgan tekshiriluvchi moddalar elyuyent bilan birga turli vaqq oralig'ida alohidaalohida bo'lib kolonkaning chiqish tomoniga keladi va maxsus sezgir asbob — detektor yordamida uning vaqt birligidagi miqdori qayd etiladi, ya'ni egri chiziq holda yozib olinadi. Bu xromatogramma deb ataladi. Sifat analizi vaqtida moddaning kolonkaga yuborilgandan to chiqqungacha bo'lgan vaqqi har bir komponent uchun doimiy trada bir xil elyuyentda belgilab olinadi. Miqdoriy analiz uchun esa X.dagi piklar (har bir modda uchun tegishli egri chiziq shakli) balandligi yoki yuzasi, detektorning moddaga nisbatan sezgirligini nazarga olgan holda o'lchanadi va maxsus usulda hisoblanadi.

Parchalanmay bug‘ holatiga o‘tadigan moddalarning analizi va ajratilishi uchun ko‘pincha gaz X. ishlatiladi. Bunda elyuyent (gaz tashuvchi) sifatida geliy, azot, argon kabi gazlardan foydalaniladi. Sorbent sifatida esa (zarralar diametri 0,1—0,5 mm bo‘lgan) silikagellar, alyumogellar, g‘ovakli polimerlar va boshqa ishlatiladi.

Gazsuyuqlik xromatografiya uchun sorbent tayyorlashda solishtirma sathi 0,5—5 m<sup>2</sup>G‘g li qattiq modda yuzasiga qaynash trasi yuqori bo‘lgan suyuqliklar (uglevodorodlar, murakkab efirlar, siloksanlar va boshqalar) qalinligi bir necha mkm parada hoida qoplanadi.

Kolonkali suyuqlik Xromatografiyada elyuyent sifatida oson uchuvchi erituvchilar (uglevodorodlar, efirlar, spirtlar), qo‘zg‘almas faza sifatida esa silikagellar, alyumogellar, g‘ovakli shisha va boshqa qo‘llanadi.

Xromatografiya usulining kashf etilishi tufayli organik kimyo, ayniqsa, tabiiy birikmalar kimyosi jadal rivojlandi. X. ko‘p komponentli sistemalarni sifat va miqdoriy analiz qilish, sof holda ajratib olishsa (jumladan, sanoat miqyosida) katta ahamiyat kasb etadi. X. yordamida nodir metallar analiz qilinadi. Sun‘iy tayyorlangan transuran elementlarining ochilishida ham X. muhim rol o‘ynadi. X. yordamida 99element — eynshteyniy (Es), 100element — fermiy (Fm) va 101element — mendeleyeviy (Md) ajratildi.

Xromatografiya havo, suv, tuproq, monomerlar tarkibidagi aralashmalarni aniklashda, organik va neft kimyosi sintezi mahsulotlari analizida, doridarmonlar tozaligini aniklashda, kriminalistikada katta ahamiyatga ega. Kosmik kemalar gazi, Mars atmosferasi gazi, oy tuprog‘idagi moddalarni analiz qilishda ham X. usullari joriy etilgan.

Xromatografiya yuqori molekulali birikmalar, ayniqsa, inson, hayvon, o‘simlik, mikroblar dunyosiga tegishli biologik ob‘yektlarning analizi uchun nihoyatda zarur.

Xromatografiya usullari o‘simlik tarkibidagi birikmalarni aniqlash, ajratib olish, neft, gaz tarkibini o‘rganishda keng qo‘llanadi.

**Qogoz xromatografiyasi** Qogoz xromatografiyasi xam yupka kavatli xromatografriyaning bir ko‘rinishi bo‘lib, u murakkab aralashmalarni, ayniqsa, oksillar, uglevodlar, yoglar, antibiotiklar, gormonlar, glikozidlar, alkaloidlar, fenollar va boshka tabiiy moddalarni ajratish va aniklashda ishlatiladi. Bu usulda kogozga adsorbilangan suv turgun faza, xarakatchan faza sifatida esa suv bilan aralashmaydigan erituvchi ishlatiladi. Tekshiriladigan aralashmadagi moddalarni ajratish shu ikki erituvchi orasida ularning taksimlanish koeffitsientiga boglik. Qog‘oz adsorbent xisoblanadi. Kogoz xromatografiyasi erituvchining yonalishiga karab, yukoriga kutariluvchi (3.3-rasm, a), pastga tushuvchi (3.3-rasm, b) va radial xromatografiya usullariga (3.4-rasm) bo‘linadi. 3.3-rasm. Yukoriga kutariluvchi (a) va pastga tushuvchi (b) kogoz xromatografiyasi usullari uchun kurilmalar Agar aralashmadagi moddalar xar xil erituvchilarda turlicha R kiymatlariga ega bulsalar, ularni ikki tomonlama xromatografiya yordamida ajratish mumkin. Buning uchun

kvadrat bichimli kogoz olinib, modda kogozning burchagiga tomiziladi va oldin bir xil erituvchilar sistemasida xromatografiya utkaziladi, sungra kogoz kuritiladi va u 90°C ga burilgandan sung ikkinchi erituvchi sistemasida xromatografiya utkaziladi. Bir xil kiymatli  $R_f$  olish uchun xromatografiyalash sharoiti (eritmalar sistemasi tarkibi, xarorat, kogozning sifati, jarayonning borish vakti, kameraning germetiklik darajasi va boshkalar) bir xil bulishi kerak. Tekshirilayotgan moddalar aralashmasining eritmasi shisha kapillyar yoki pipetka yordamida yukoriga siljuvchi va pastga tushuvchi xromatografiyalarda kogoz chetidan 2—3 sm masofaga, gorizontal radial xromatografiyada esa kogoz markazidagi kogoz pilikdan 1,5—2 sm masofada malum oralikda bir necha tomchidan tomiziladi. Radial kogoz xromatografiyasi Qogoz namuna bilan kuritiladi va maxsus kameralardagi erituvchi sistemasiga modda tomizilgan tomchilar tegmaydigan kilib joylashtiriladi. Yuqoriga siljuvchi va pastga tushuvchi xromatografiyalarda kamera devorlariga uni tuyintirish uchun erituvchi sistemasi shimdirilgan kogoz tikka kilib kuyiladi. Xromatogramma Yukoriga siljuvchi xromatografiyada erituvchining yukoriga kutarilishi kiyinrok bulganligi sababli  $R_f$  kiymati kichik moddalarni ajratish kiyin buladi. Pastga tushuvchi xromatografiyada kameraning yukori kismiga urnatilgan idishdagi erituvchi kogoz buylab yukoridan pastga siljiydi, bu ancha tez amalga oshadi. Bunda eng asosiysi erituvchi kogozdan pastga okib tushishi xisobiga kichik  $R_f$  kiymatli moddalarni xam ajratish mumkin. Xromatogramma ionogen va kompleks xosil kiluvchi maxsus reagentlar bilan ishlanganda (pulverizator yordamida purkalganda), rangli doglar xosil buladi. Moddalarni topish uchun bu doglarning  $R_f$  kiymatlari «guvoxlar»ning  $R_f$  kiymatlari bilan solishtiriladi. Guvoxlar yordamida moddalarni topishda aralashmada bulishi taxmin kilinayotgan moddaning anik namunasi eritilib, tekshirilayottan eritma bilan yonmayon yoki aralashtirib kuyiladi.

**Yupqa qatlam xromatografiya (YuQX)** usuli yuqori sezgirlikka ega bo`lgan universal usul bo`lib, hozirgi vaqtda oddiyliqi, tez bajarilishi, iqtisodiy jihatdan afzalligi tufayli farmatsevtika amaliyotida ko`p foydalanilmoqda. Usul sorbent bilan qoplangan shisha, folga, plenka yuzasida kapillyar kuchlar ta'sirida moddalarning harakatlanishi natijasida bir-biridan ajralishiga asoslangan. YuQX usulidan moddalarning chinligi, tozaligi va miqdorini aniqlashda keng foydalaniladi. Mazkur usulda qo`zqaluvchan faza sifatida ko`pincha suv va ba'zida boshqa erituvchilar yoki ularning aralashmalari ishlatiladi. qo`zqaluvchan faza qo`zqalmas faza (yupqa qatlamli sorbent)ga tomizilgan aralashmani o`zida eritadi va ularni turli tezlikda har xil masofadagi o`rinlarda taqsimlanishiga olib keladi. YuQX usulida erituvchilar aralashmasini shunday tanlash kerakki, bunda xromatogrammada birikmalar simmetrik joylashib,  $R_f$  qiymati 0,5 ga yaqin bo`lishi kerak. YuQXda qo`zqalmas qattiq faza – sorbent sifatida maxsus «xromatografiya uchun» tayyorlangan silikagel, alyuminiy oksidi, KSM markali silikagel, silikagel bilan alyuminiy oksidi aralashmasi, sellyuloza, kizelgur, poliamid ishlatiladi. Sorbent tanlashda aniqlanuvchi modda funksional guruhlarning xususiyati va soni ham ahamiyatga ega. YuQX usuli - sorbent mahkamlangan va mahkamlanmagan plastinkalarda olib boriladi. Sorbent qatlamini mahkamlash uchun  $5\pm 20\%$  gacha boq`lovchi modda



qo`shiladi. Boqlovchi moddalarning ajralish jarayoniga ta'sir etmasligi kerak. Shunday boqlovchilarga gips, kraxmal, agar-agar kiradi.

Sorbenti maqamlangan yupqa qatlamli plastinka tayyorlash uchun 5 g KSM markali silikagel, 0,2 g kaltsiy sulfat va 12 ml suvdan iborat aralashma chinni havonchada shisha tayoqcha bilan bir xil quyulqida bo`lgunicha aralashtiriladi. Tayyorlangan aralashmani o`lchamlari 13x18 (14x16; 8x15) sm keladigan shisha plastinka ustiga quyib maxsus moslama yordamida qatlam qalinligi bir tekis bo`lgunicha (250-500mkg) tekislanadi. Keyinchalik plastinka gorizontal holatda quritish shkafida 1200°S haroratda 1 soat davomida quritiladi. Plastinkalar suvsiz kaltsiy xlorid solingan eksikatorlarda saqlanadi.

Xromatografik kamera sifatida oq`zi oyna yoki ishlov berilgan qopqoq bilan yopilgan tagi yassi shisha idishlar (kristallizatorlar, eksikator va x.k.) ishlatiladi. Kamera satxini 5-7 mm ga qo`zqaluvchan faza – erituvchilar aralashmasi solinadi. Kamerani to`yintirish maqsadida uning devoriga erituvchi bilan shimdirilgan filtr qoq`oz joylashtiriladi.

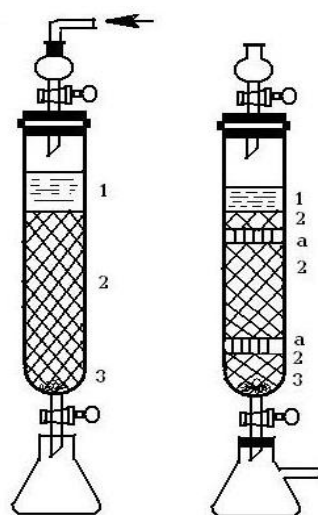
Namunani yuborishdan avval plastinka chekkasidan 1,5-2 sm masofada o`tkir qalam yoki igna bilan doq`larning boshlanq`ich – start chiziq`i belgilanadi. Plastinkaning qarama-qarshi chekkasida namunaning nomi yoziladi. Namuna mikropipetka yoki mikroshprints yordamida tomiziladi. Sifat tahlilini o`tkazishda kapillyardan foydalaniladi. Namuna start chiziq`iga diametri 3-4 mm bo`lgan doq` ko`rinishida tomiziladi. Namuna plastinkaning pastki qismidan 1,5-2 sm yuqorida, yon tarafidan esa 2 sm masofada tomizilishi kerak. Agar plastinkaga bir necha namunalar tomizilishi kerak bo`lsa, ular orasidagi masofa 2 sm dan kam bo`lmasligi kerak.

8-10 mm diametrli va 25-30 ml sig`imli shisha kolonka (kolonkaning o`rniga shisha jumrakli kauchuk nay va vintli qisqich bilan jihozlangan ma`lum hajmdagi byuretka olish mumkin)yaxshilab yuviladi, quritiladi va. shtativga mahkamlanadi .Kolonkaning pastki qismiga shisha paxtadan tampon quyiladi, kolonkaning pastiga 25-50 ml sig`imli konussimon yig`gich- kolbacha quyiladi.

Kolonka 15 g alyuminiy oksid (“xromotografiya uchun” markali) va 40 ml erituvchi tetraxlormetandan iborat suspenziya bilan to`ldiriladi. To`ldirish paytida adsorbentning bir tekis cho`kishiga e`tibor berish zarur.

Kolonkadagi adsorbentning yuqori qismi etarli darajada tekis va zich joylashtirilgan bo`lishi kerak,aks holda,ajraluvchi moddalarning chegarasi ancha xiralashib qoladi.

Erituvchining kolonka orqali oqish tezligi 1minda 15-20 tomchiga to`g`ri kelishi kerak. Agar tezlik kamaysa uni yuqori qismiga siqilgan havo berish bilan ko`paytirish mumkin (rasm). Kolonkadagi erituvchining sathi tamponning yuqori qismiga kelganda tajribani to`xtatmasdan turib, tezlik bilan ajraluvchi 0,1-0,2g azobenzol va o-nitroanilin (1: 1) aralashmasining 15 ml tetraxlormetandagi eritmasi bilan kolonka to`ldiriladi.Bu aralashma oldindan tayyorlanadi.



Xromatografik kolonkalar

Aralashmani kolonkaga asta –sekin,yig’gich kolbaga minutiga 15-20 tomchi tushadigan qilib qo’shish kerak.Ajraluvchi aralashma adsorbent qavatidan o’tkazilganda kolonkada 2ta bo’yalgan zona paydo bo’ladi; ustki qavat-to’q sariq (o-nitroanilin) va pastki qavat- och sariq (azobenzol).Aralashmaning sathi tamponning ustki qismiga etganda uni kolonkadan oqizish batamon to’xtatiladi.Shundan so’ng organik moddalarni adsorbentdan yuvib chiqarish operatsiyasi bajariladi.Buning uchun oldin kolonkadan tetraxlormetan (umumiy hajmi 30-35 ml) 5ml li qismlarga bo’lib o’tkaziladi.Kolonkadagi bo’yalgan qavatning harakatini yaxshilab kuzatgan holda yig’gichga azobenzolning tetra xlormetandagi och sariq rangli eritmasi yig’ladi.Kolonkadagi rangsiz suyuqlik ajrala boshlagandan so’ng, yig’gich almashtiriladi va eritmaning sathi tamponning yuqori qismiga etguncha suyuqlik tushuriladi.So’ngra o- nitroanilinni yuvib chiqarish uchun kolonkaga dietil efir 5ml li porsiyalarga bo’lib-bo’lib qo’yiladi (umumiy hajmi 40 ml).Ikkala elyutani (azobenzol va o-nitroanilinning dietil efirdagi eritmalarini) aralashtirmay, kichikroq Vyurs kolbachalariga quyib,suv hammomida kuchsiz isitish yo’li bilan,yoki xona temperaturasida vakuumda har birining hajmi 2-3 ml dan qolguncha haydaladi.Undan so’ng tozalab olingan moddalarning massasi ularning suyuqlanish temperaturasi aniqlanadi.Azobenzolning suyuqlanish temperaturasi  $68^{\circ}\text{C}$ . 0-nitroanilinning suyuqlanish temperaturasi  $71^{\circ}\text{C}$ .

### Nazorat savollar

1. Xromatografiyaga kim asos solgan?
2. Xromatografiyadan kandy maksadlarda foydalaniladi?
3. Xromatografik analizning kaysi usullarini bilasiz?
4. Adsorbent nima?
5. Xromatografiya texnikasi.
6. Adsorbsion xromatografiya

#### 4-ma'ruza: MOLEKULYAR SPEK TROSKOPIYA USULLARINING NAZARIY ASOSLARI

##### REJA:

1. Nurning yutilishiga asoslangan metodlar;
2. Spektrofotometriya usuli;
3. Radioto'lqinlar.

Nurning yutilishi yoki chiqarilishiga asoslangan analiz metodlari optik analiz metodlari deyiladi.

Analizning optik metodlari, fizik-kimyoviy metodlarning bir qismi bo'lib, nur energiyasining analiz qilinadigan modda bilan o'zaro ta'sirini o'rganishga asoslangan. Analizning optik metodlari asosan quyidagi larga bo'linadi:

1. Nurning yutilishiga asoslangan metodlar
2. Nurning chiqazilishiga asoslangan metodlar.

Ma'lumki mikrozarrachalarning ichki energiyasi asosan ularning (atom, molekula) yaxlit butun holdagi aylanma energiyasi, yadrolarning tebranma energiyasi va elektronlarning atom yadrolari va boshqa elektronlar ta'sirida yaratilgan elektrostatik maydondagi harakat energiyasi yig'indisidan iborat.

Bitta mikrozarrachaga 1-asosiy va bir necha qo'zg'algan elektron -energetik sathlar to'g'ri keladi.

Bitta elektron energetik sathga bir asosiy va birnecha qo'zg'algan tebranma energetik sathlar to'g'ri keladi. Bitta tebranma energetik sathga bitta asosiy va bir necha qo'zg'algan aylanma energetik sathlar to'g'ri keladi.

Mikrozarrachalar (atom, molekula) tashqaridan biror energetik ta'sir bo'lmasa, ular eng pastki asosiy energetik holatga joylashadi.

Molekulalar ma'lum bir nurlarni yutadigan bo'lsa ularning energiyasi ortadi va pastki energetik sath [ $E_0$ ] dan yuqori energetik sathlar ( $E_1$ ) ga o'tadi.

Mikrozarrachalarning ichki energiyasining qiymati uzluksiz o'zgarmasdan, ular ma'lum bir diskret kvantlangan energetik holatlarnigina qabul qila oladi. Nur energiyasining yutilishi uchun shu nur kvantining energiyasi kvantlangan holatlar energiyasining farqiga teng bo'lishi kerak

$$\Delta E \text{ q } E_1 - E_0 < h\nu$$

Elektronning energetik o'tishi yuz berganda ( $10^{-8}$ - $10^{-13}$  sek) energetik jihatdan bu holat eng katta bo'lgani uchun, birgalikda tebranma va aylanma o'tishlar ham sodir bo'ladi.

Asosan shu sababdan, molekulalar yutilish spektrida chiziqlar emas yo'laklarni (polasa) kuzatish mumkin. Nurning yutilish intensivligi, pastki energetik holatda joylashgan molekulalar soniga, o'tish ehtimoligiga va molekulaning o'lchamiga (katta-kichikligi)ga bog'liq. Har qanday elektromagnit nur quyidagi qiymatlar bilan xarakterlanadi.

$$E = h\nu - \text{foton energiyasi, e.v}$$

$$\lambda - \text{to'lqin uzunligi, nm, } \text{\AA}^0$$

$$\nu = s/\lambda - \text{chastota, bir sekundda sodir bo'ladigan tebranishlar soni sek}^{-1}$$

$$\nu = 1/\lambda - \text{to'lqin soni, 1 sm masofaga to'g'ri keladigan tebranishlar soni sm}^{-1}.$$

To'lqin uzunligi qarab, elektromagnit nurlar spektral sohalarga bo'linadi.

Mikrozarrachalar (atom, molekula) tashqaridan biror energetik ta'sir bo'lmasa, ular eng pastki asosiy energetik holatga joylashadi.

Molekulalar ma'lum bir nurlarni yutadigan bo'lsa ularning energiyasi ortadi va pastki energetik sath [ $E_0$ ] dan yuqori energetik sathlar ( $E_1$ ) ga o'tadi.

Mikrozarrachalarning ichki energiyasining qiymati uzluksiz o'zgarmasdan, ular ma'lum bir diskret kvantlangan energetik holatlarnigina qabul qila oladi. Nur energiyasining yutilishi uchun shu nur kvantining energiyasi kvantlangan holatlar energiyasining farqiga teng bo'lishi kerak

$$\Delta E \text{ q } E_1 - E_0 < h\nu$$

Elektronning energetik o'tishi yuz berganda ( $10^{-8}$ - $10^{-13}$  sek) energetik jihatdan bu holat eng katta bo'lgani uchun, birgalikda tebranma va aylanma o'tishlar ham sodir bo'ladi

Asosan shu sababdan, molekulalar yutilish spektirida chiziqlar emas yo'laklarni (polasa) kuzatish mumkin. Nurning yutilish intensivligi, pastki energetik holatda joylashgan molekulalar soniga, o'tish ehtimolligiga va molekulaning o'lchamiga (katta-kichikligi)ga bog'liq. Har qanday elektromagnit nur quyidagi qiymatlar bilan xarakterlanadi.

$E = h\nu$  - foton energiyasi, e.v

$\lambda$  - to'lqin uzunligi, nm,  $\text{\AA}^0$

$\nu = s/\lambda$  - chastota, bir sekundda sodir bo'ladigan tebranishlar soni  $\text{sek}^{-1}$

$\nu = 1/\lambda$  - to'lqin soni, 1 sm masofaga to'g'ri keladigan tebranishlar soni  $\text{sm}^{-1}$ .

To'lqin uzunligi qarab, elektromagnit nurlar spektral sohalarga bo'linadi.

Nurning yutilishi yoki chiqarilishiga asoslangan analiz metodlari optik analiz metodlari deyiladi.

Analizning optik metodlari, fizik-kimyoviy metodlarning bir qismi bo'lib, nur energiyasining analiz qilinadigan modda bilan o'zaro ta'sirini o'rganishga asoslangan. Analizning optik metodlari asosan quyidagi larga bo'linadi:

1. Nurning yutilishiga asoslangan metodlar
2. Nurning chiqazilishiga asoslangan metodlar.

Ma'lumki mikrozarrachalarning ichki energiyasi asosan ularning (atom, molekula) yaxlit butun holdagi aylanma energiyasi, yadrolarning tebranma energiyasi va elektronlarning atom yadrolari va boshqa elektronlar ta'sirida yaratilgan elektrostatik maydondagi harakat energiyasi yig'indisidan iborat.

Bitta mikrozarrachaga 1-asosiy va bir necha qo'zg'algan elektron -energetik sathlar to'g'ri keladi.

Bitta elektron energetik sathga bir asosiy va birnecha qo'zg'algan tebranma energetik sathlar to'g'ri keladi. Bitta tebranma energetik sathga bitta asosiy va bir necha qo'zg'algan aylanma energetik sathlar to'g'ri keladi.

Mikrozarrachalar (atom, molekula) tashqaridan biror energetik ta'sir bo'lmasa, ular eng pastki asosiy energetik holatga joylashadi.

Molekulalar ma'lum bir nurlarni yutadigan bo'lsa ularning energiyasi ortadi va pastki energetik sath [ $E_0$ ] dan yuqori energetik sathlar ( $E_1$ ) ga o'tadi.

Mikrozarrachalarning ichki energiyasining qiymati uzluksiz o'zgarmasdan, ular ma'lum bir diskret kvantlangan energetik holatlarnigina qabul qila oladi. Nur energiyasining yutilishi uchun shu nur kvantining energiyasi kvantlangan holatlar energiyasining farqiga teng bo'lishi kerak

$$\Delta E \text{ q } E_1 - E_0 < h\nu$$

Elektronning energetik o'tishi yuz berganda ( $10^{-8}$ - $10^{-13}$  sek) energetik jihatdan bu holat eng katta bo'lgani uchun, birgalikda tebranma va aylanma o'tishlar ham sodir bo'ladi.

Asosan shu sababdan, molekulalar yutilish spektrida chiziqlar emas yo'laklarni (polasa) kuzatish mumkin. Nurning yutilish intensivligi, pastki energetik holatda joylashgan molekulalar soniga, o'tish ehtimolligiga va molekulaning o'lchamiga (katta-kichikligi)ga bog'liq. Har qanday elektromagnit nur quyidagi qiymatlar bilan xarakterlanadi.

$$E = h\nu - \text{foton energiyasi, e.v}$$

$$\lambda - \text{to'lqin uzunligi, nm, } \text{\AA}^0$$

$$\nu = s/\lambda - \text{chastota, bir sekundda sodir bo'ladigan tebranishlar soni sek}^{-1}$$

$$\nu = 1/\lambda - \text{to'lqin soni, 1 sm masofaga to'g'ri keladigan tebranishlar soni sm}^{-1}.$$

To'lqin uzunligi qarab, elektromagnit nurlar spektral sohalarga bo'linadi.

Mikrozarrachalar (atom, molekula) tashqaridan biror energetik ta'sir bo'lmasa, ular eng pastki asosiy energetik holatga joylashadi.

Molekulalar ma'lum bir nurlarni yutadigan bo'lsa ularning energiyasi ortadi va pastki energetik sath [ $E_0$ ] dan yuqori energetik sathlar ( $E_1$ ) ga o'tadi.

Mikrozarrachalarning ichki energiyasining qiymati uzluksiz o'zgarmasdan, ular ma'lum bir diskret kvantlangan energetik holatlarnigina qabul qila oladi. Nur energiyasining yutilishi uchun shu nur kvantining energiyasi kvantlangan holatlar energiyasining farqiga teng bo'lishi kerak

$$\Delta E \text{ q } E_1 - E_0 < h\nu$$

Elektronning energetik o'tishi yuz berganda ( $10^{-8}$ - $10^{-13}$  sek) energetik jihatdan bu holat eng katta bo'lgani uchun, birgalikda tebranma va aylanma o'tishlar ham sodir bo'ladi

Asosan shu sababdan, molekulalar yutilish spektrida chiziqlar emas yo'laklarni (polasa) kuzatish mumkin. Nurning yutilish intensivligi, pastki energetik holatda joylashgan molekulalar soniga, o'tish ehtimolligiga va molekulaning o'lchamiga (katta-kichikligi)ga bog'liq. Har qanday elektromagnit nur quyidagi qiymatlar bilan xarakterlanadi.

$$E = h\nu - \text{foton energiyasi, e.v}$$

$$\lambda - \text{to'lqin uzunligi, nm, } \text{\AA}^0$$

$$\nu = s/\lambda - \text{chastota, bir sekundda sodir bo'ladigan tebranishlar soni sek}^{-1}$$

$$\nu = 1/\lambda - \text{to'lqin soni, 1 sm masofaga to'g'ri keladigan tebranishlar soni sm}^{-1}.$$

To'lqin uzunligi qarab, elektromagnit nurlar spektral sohalarga bo'linadi.

Elektromagnit nurlarning yutilishi molekulalarning umumiy xossasi hisoblanadi, ammo yutilish hodisasi tanlash xususiyatiga egadir, ya'ni ma'lum to'lqin uzunligidagi nurlar molekula tomonidan kuchli yutilishi mumkin, boshqa to'lqin uzunligidagi nurlar esa kuchsiz yoki butunlay yutilmasligi mumkin.

Yutilish doirasi spektr chizig'i deyiladi. Spektr chiziqlarining umumiy yig'indisi yutilish spektri deyiladi .

**Spektrofotometriyada** ultrabinafsha (UB), ko'rinadigan va infraqizil (IQ) elektromagnit spektrlarning soxalari ishlatiladi.

1-jadval

Optik analiz metodlarining sezgirligi

№	Metodlar	Sezgirligi
1	Fotometriya	$10^{-4}$ - $10^{-6}$
2	Fluorimetriya	$10^{-5}$ - $10^{-8}$
3	Kinetik	$10^{-6}$ - $10^{-8}$
4	Emission-spektral	$10^{-7}$
5	Atom –absorbtsion	$10^{-5}$
6	Rentgeno-fluorestsent	$10^{-5}$ - $10^{-6}$
7	Aktivatsion	$10^{-13}$ gacha
8	Mass-spektral	$10^{-14}$ gacha

Elektromagnit nurlarning asosiy tavsifi bu to'liqin uzunligi  $\lambda$  yoki tebranmasi  $\nu$  (ko'pincha tebranmani o'rniga to'liqin soni  $\nu$  ishlatiladi).

Elektromagnit spektr bu – elektromagnit nurlanishning har xil to'liqin uzunligidir.

2-jadval

Elektromagnit nurlarining spektral sohalari .

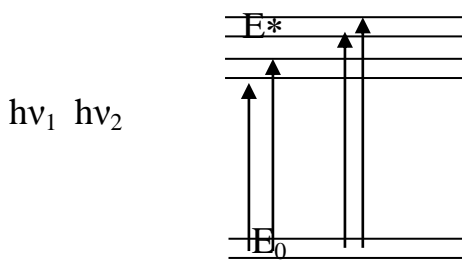
	UB	Ko'rinadigan nur	IQ
$N, \text{sm}^{-1}$	50000-25000	25000-15000	<15000
$\lambda, \text{nm}(10^{-9}\text{m})$	200-400	400-700	>700

Atom yoki molekularlarning ichki energiyasi asosan ularning yaxlit butun holdagi aylanma energiyasi, yadrolarning tebranma energiyasi va elektronlarning atom yadrolari va boshqa elektronlar ta'sirida yaratilgan elektrostatik maydondagi harakat energiyasi yig'indisidan iborat . Shuning uchun ma'lum bir energetik sathda molekulaning umumiy energiyasi:

$E_{\text{el}} + Q E_{\text{tebr}} + Q E_{\text{ayl}}$  dan iborat bo'ladi

Molekulaning energetik sathlarini 1-rasmdagidek ifodalash mumkin.

Molekulaning eng pastki  $E_0$  elektron holati –asosiy holat,  $E^*$ -esa qo'zg'algan holat deyiladi.



### Rasm 1. Molekulaning energetik sathlari

Bitta elektron energetik sathga asosiy va bir necha qo'zg'algan tebranma energetik sathlar to'g'ri keladi. Bitta tebranma energetik sathga bitta asosiy va bir necha qo'zg'algan aylanma energetik sathlar to'g'ri keladi. Atom yoki molekulaga tashqaridan biror energetik ta'sir bo'lmasa, ular eng pastki asosiy energetik holatga joylashadi

IQ nurni yutilishi molekulani tebranma va aylanma energiyasini o'zgarishiga olib keladi.

UB va ko'rinadigan spektrlarning yutilishi elektronlar energiyasining o'zgarishiga ham olib keladi, natijada valent elektronlari asosiy holatdan qo'zg'algan holatga, ya'ni yuqori energetik pog'onaga o'tadi.

Molekulalar ma'lum bir nurlarni yutgandan keyin ularning energiyasi ortadi va pastki energetik pog'onadan ( $E_0$ ) yuqori energetik pog'onaga ( $E^*$ ) o'tadi.

Molekulalarning ichki energiyasining qiymati uzluksiz o'zgarib, ular ma'lum bir diskret kvantlangan energetik holatlarnigina qabul qila oladi. Nur energiyasining yutilishi uchun shu nur kvantining energiyasi kvantlangan holatlar energiyasining farqiga teng bo'lishi kerak:

$$\Delta E = E^* - E_0 = h\nu = hc/\lambda$$

$E^* > E_0$  - yutilish

$E^* < E_0$  - nurlanish

$\Delta E = h\nu$  - foton energiyasi, e, v

$\lambda$  - to'lqin uzunligi, nm

Bunda  $\nu = c/\lambda$  - chastota, bir sekundda sodir bo'ladigan tebranishlar soni,  $\text{sek}^{-1}$

$N = \lambda^{-1}$  - to'lqin soni, 1 sm masofaga to'g'ri keladigan uzunliklar soni,  $\text{sm}^{-1}$

$h$  - Plank doimiysi ( $6,5 \cdot 10^{-27}$  erg. sek.)

$c$  - yorug'likning bo'shliqdagi tezligi ( $3 \cdot 10^{10}$  smG'sek)

Tenglamada ifodalanganidek, kvant energiyasi tebranish chastotasiga to'g'ri proporsional, to'lqin uzunligiga esa teskari proporsional.

To'lqin soni  $\nu = c/\lambda$  yoki  $\nu = c/\lambda$  asosan  $\text{sm}^{-1}$  o'lcham birligiga ega bo'lib, chastotasi va energiya qiymatiga to'g'ri proporsionaldir, shuning uchun ham mutlaq chastotaga nisbatan ham ko'p ishlatiladi (3-jadval). Masalan 300 mmk ( $3000 \text{ \AA}$ ) mos keladigan to'lqinlar soni  $\lambda^{-1} = 33333 \text{ sm}^{-1}$ , to'lqin chastotasi esa  $1 \cdot 10^{15} \text{ sek}^{-1}$  dir. Inson ko'zi elektromagnit to'lqinlarning 400-750 mmk qabul qiladi.

Hosil qilish usullariga qarab spektrlar uch xilga bo'linadi: yutilish, tarqatish, sochilish. Ularning spektr chiziqlarining jadalligi molekulalar soniga va kvant mexanikasi qoidalari asosida bo'ladigan o'tishlar ehtimoligiga bog'liq bo'ladi. Spektr chiziqlarining kengligi va shakli molekula ko'rsatkichlarining yig'indisiga va modda xususiyatlariga bog'liq bo'ladi.

To'lqin tezligi ( $S$ ), uzunligi ( $\lambda$ ) va chastotasi ( $\nu$ ) orasidagi o'zaro bog'lanish quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad \text{yoki} \quad \lambda \nu = c \quad (1)$$

Yorug'lik va elektromagnit to'lqinlar uchun  $S$  o'zgarmas kattalik ( $S=300000$  km/sek.). (1) tenglamaning chap tomoni o'zgarmasligi hisobga olinsa,  $\lambda$  bilan  $\nu$  o'rtasidagi bog'lanish kelib chiqadi. Bu tenglamaga muvofiq to'lqin uzunligi va chastotasi teskari mutanosiblikda bo'lib,  $\lambda$  oshsa  $\nu$  kamayadi.

Elektromagnit spektrning fizikaviy usullari qo'llanadigan sohalarni quyidagicha izohlash mumkin:

To'lqin uzunligi	$10^{-3}$ nm	10 nm	400 nm	800 nm 300 mk	300 mm	200 mm
Spektral soha	rentgen nurlar	ultra binafsha nur	ko'zga ko'rinadigan nurlar	infraqizil nurlar	mikro-to'lqinli nur.	qisqa radio to'lqinlar
Kuzatilayotgan yutilish spektri		Elektron spektr		IK-spektr		YaMR-spektr EPR-spektr

Radioto'lqinlarning o'zi uchta guruxga ajraladi. YaMR da ishlatiladigan, to'lqin uzunligi 5 m bo'lgan radioto'lqinlar chastotasi quyidagicha bo'ladi:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{300000 \text{ km/sek}}{5 \text{ m}} = \frac{300000000}{5 \text{ m}} = 60000000 \text{ sek}^{-1}$$

yoki 60000000 gerts, ya'ni 60 megagerts.

Elektromagnit spektrdagi har qanday nur muayyan energiyaga ega bo'ladi, ya'ni har qanday nur o'zida ma'lum miqdorda energiya tashiydi. Bu energiya nur chastotasiga bog'liq bo'lib, uning miqdori Plank formulasi asosida hisoblanadi:

$$E = h\nu \quad (2)$$

$h$  - Plank doimiysi bo'lib,  $6,625 \times 10^{-34}$  dj.gts<sup>-1</sup> ga teng.

$\nu$  - chastota.

Modda tomonidan elektromagnit to'lqinlarning tanlab yutilishini o'lchashga asoslangan fizikaviy usullar - **spektroskopik usullar** deb nomlanadi.

Nurlanish jarayonidagi bir xil chastotali to'lqinlar - **monoxromatik nurlar** bo'ladi, ya'ni bunday nurning energiyasi bir xildagi  $h\nu$  ga teng bo'ladi. Monoxromatik nurlanishning yutilishi quyidagi tenglama bo'yicha bo'ladi:

$$\ln \frac{J_0}{J} = k \cdot n \quad (3)$$

$J_0$  va  $J$  - tushayotgan va eritmadan o'tgan nurning intensivliklari

$n$  - yorug'lik yo'lidagi moddaning mollar miqdori.

$k$  - yutilish intensivligining nisbiy miqdori.

Agar monoxromatik nur  $A$  moddadan o'tsa, uning intensivligi kuchsizlanishini  $I_0/I$  orqali o'lchash mumkin,  $n$ -ning miqdori aniq bo'lganda,  $k$  ning miqdorini topish mumkin. Boshqa modda olinganda nurning kuchsizlanishi



ham boshqacha bo'lib,  $K$  ning miqdori ham o'zgaradi. Agar yutilish jarayoni kuzatilmasa  $K_0$  bo'ladi.

Modda eritmasining yutilish intensivligini o'lchash uchun eritma tiniq bo'lishi kerak. Eritmadagi  $n$ -ning miqdori eritmaning konsentratsiyasiga va eritma joylashgan idishcha qatlamining qalinligiga to'g'ri proporsional hisoblanadi. Amaliyotda ko'p hollarda  $K$  ning o'rniga  $\varepsilon$ , natural logarifm o'rniga o'nli logarifm ishlatiladi.

$$\lg \frac{J_0}{J} = \varepsilon \cdot c \cdot l. \quad (4)$$

$\lg \frac{J_0}{J}$  - Eritmaning yoki yutilishning optik zichligi ( $D$ )

$$D = \varepsilon \cdot c \cdot l \quad \varepsilon = \frac{D}{c \cdot l} \quad (5)$$

$\varepsilon$  - Ekstinktsiyaning molli koeffitsienti.

Agar  $S \geq 1$  mol/l,  $l \geq 1$  sm bo'lsa,  $\varepsilon$  eritmaning optik zichligiga teng bo'ladi.

$$\varepsilon = \lg \frac{J_0}{J} = D; \quad \varepsilon \cdot c \cdot l = D$$

Eritmaga tushayotgan va undan o'tayotgan nur intensivliklari bilan eritma konsentratsiyasi va uning qatlami qalinligi orasidagi qonuniyatni ifodalaydigan tenglama (4) Lambert-Ber qonuni deb yuritiladi.

Elektromagnit nurlarning yutilishi molekullarning umumiy xossasi hisoblanadi, ammo yutilish hodisasi tanlash xususiyatiga egadir, ya'ni ma'lum to'lqin uzunligidagi nurlar molekula tomonidan kuchli yutilishi mumkin, boshqa to'lqin uzunligidagi nurlar esa kuchsiz yoki butunlay yutilmasligi mumkin. Yutilish doirasi spektr chizig'i deyiladi. Spektr chiziqlarining umumiy yig'indisi yutilish spektri deyiladi.

**Spektrofotometriyada** ultrabinafsha (UB), ko'rinadigan va infraqizil (IQ) elektromagnit spektrlarning soxalari ishlatiladi.

1-jadval

Optik analiz metodlarining sezgirligi

№	Metodlar	Sezgirligi
1	Fotometriya	$10^{-4}$ - $10^{-6}$
2	Fluorimetriya	$10^{-5}$ - $10^{-8}$
3	Kinetik	$10^{-6}$ - $10^{-8}$
4	Emission-spektral	$10^{-7}$
5	Atom –absorbtsion	$10^{-5}$
6	Rentgeno-fluorestsent	$10^{-5}$ - $10^{-6}$
7	Aktivatsion	$10^{-13}$ gacha
8	Mass-spektral	$10^{-14}$ gacha

Elektromagnit nurlarning asosiy tavsifi bu to'lqin uzunligi  $\lambda$  yoki tebranmasi  $\nu$  (ko'pincha tebranmani o'rniga to'lqin soni  $\nu$  ishlatiladi).

Elektromagnit spektr bu – elektromagnit nurlanishning har xil to'lqin uzunligidir.

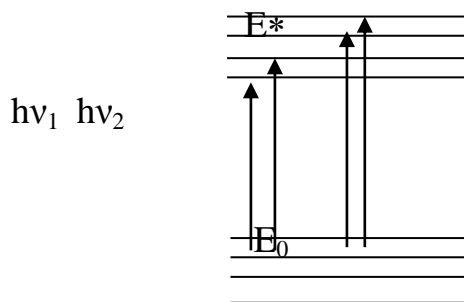
2-jadval

Atom yoki molekullarning ichki energiyasi asosan ularning yaxlit butun holdagi aylanma energiyasi, yadrolarning tebranma energiyasi va elektronlarning atom yadrolari va boshqa elektronlar ta'sirida yaratilgan elektrostatik maydondagi harakat energiyasi yig'indisidan iborat. Shuning uchun ma'lum bir energetik satxda molekulaning umumiy energiyasi:

$E_{\text{el}} + Q E_{\text{tebr}} + Q E_{\text{ayl}}$  dan iborat bo'ladi

Molekulaning energetik sathlarini 1-rasmdagidek ifodalash mumkin.

Molekulaning eng pastki  $E_0$  elektron holati –asosiy holat,  $E^*$ -esa qo'zg'algan holat deyiladi.



Rasm 1. Molekulaning energetik sathlari

Bitta elektron energetik sathga asosiy va bir necha qo'zg'algan tebranma energetik sathlar to'g'ri keladi. Bitta tebranma energetik sathga bitta asosiy va bir necha qo'zg'algan aylanma energetik sathlar to'g'ri keladi. Atom yoki molekulaga tashqaridan biror energetik ta'sir bo'lmasa, ular eng pastki asosiy energetik holatga joylashadi

IQ nurni yutilishi molekulani tebranma va aylanma energiyasini o'zgarishiga olib keladi.

UB va ko'rinadigan spektrlarning yutilishi elektronlar energiyasining o'zgarishiga ham olib keladi, natijada valent elektronlari asosiy holatdan qo'zg'algan holatga, ya'ni yuqori energetik pog'onaga o'tadi.

Molekulalar ma'lum bir nurlarni yutgandan keyin ularning energiyasi ortadi va pastki energetik pog'onadan ( $E_0$ ) yuqori energetik pog'onaga ( $E^*$ ) o'tadi.

Molekullarning ichki energiyasining qiymati uzluksiz o'zgarishdan, ular ma'lum bir diskret kvantlangan energetik holatlarnigina qabul qila oladi. Nur energiyasining yutilishi uchun shu nur kvantining energiyasi kvantlangan holatlar energiyasining farqiga teng bo'lishi kerak:

$$\Delta E = E^* - E_0 = h\nu = hc/\lambda$$

$E^* > E_0$  -yutilish

$E^* < E_0$  -nurlanish

$\Delta E = h\nu$  -foton energiyasi, e, v

$\lambda$  -to'lqin uzunligi, nm

Bunda  $\nu = c/\lambda$  -chastota, bir sekundda sodir bo'ladigan tebranishlar soni,  $\text{sek}^{-1}$

$N = \frac{1}{\lambda}$  -to'lqin soni, 1sm masofaga to'g'ri keladigan uzunliklar soni,  $\text{sm}^{-1}$

$h$  -Plank doimiysi ( $6,5 \cdot 10^{-27}$  erg. sek.)

s-yorug'likning bo'shliqdagi tezligi ( $3 \cdot 10^{10}$  smG'sek)

Tenglamada ifodalanganidek, kvant energiyasi tebranish chastotasiga to'g'ri proporsional, to'lqin uzunligiga esa teskari proporsional.

To'lqin soni  $G \cdot \lambda^{-1} G$  yoki  $G \cdot \nu G$  asosan  $\text{sm}^{-1}$  o'lcham birligiga ega bo'lib, chastotasi va energiya qiymatiga to'g'ri proporsionaldir, shuning uchun ham mutlaq chastotaga nisbatan ham ko'p ishlatiladi (3-jadval). Masalan  $300 \text{ mmk}$  ( $3000 \text{ \AA}$ ) mos keladigan to'lqinlar soni  $\lambda \approx 33333 \text{ sm}^{-1}$ , to'lqin chastotasi esa  $1 \cdot 10^{15} \text{ sek}^{-1}$  dir. Inson ko'zi elektromagnit to'lqinlarning  $400\text{-}750 \text{ mmk}$  qabul qiladi.

Hosil qilish usullariga qarab spektrlar uch xilga bo'linadi: yutilish, tarqatish, sochilish. Ularning spektr chiziqlarining jadalligi molekular soniga va kvant mexanikasi qoidalari asosida bo'ladigan o'tishlar ehtimoligiga bog'liq bo'ladi. Spektr chiziqlarining kengligi va shakli molekula ko'rsatkichlarining yig'indisiga va modda xususiyatlariga bog'liq bo'ladi.

3-jadval

To'lqin uzunligi va chastotani o'lchashda ishlatiladigan birliklar.

Tavsif	O'lcham birligi	qisqartirilgan belgisi	Ta'rifi
To'lqin uzunligi $\lambda$	mikron millimikron  Angstrom	mk mmk  $\text{\AA}$	$1 \text{ mkq} 10^{-4} \text{ smq} 10^{-6} \text{ m}$ $1 \text{ mmkq} 1 \text{ nmq} 10^{-7} \text{ sm}$ $1 \text{ \AA} 10^{-9} \text{ m}$ $1 \text{ \AA} 10^{-8} \text{ smq} 10^{-10} \text{ m}$
Chastota, $\nu$	–	$\text{sek}^{-1}$	1 sekunddagi tebranishlar soni
To'lqin soni ,	–	$\text{sm}^{-1}$	1 sm dagi to'lqinlar soni

### Elektromagnit to'lqinlar spektri

To'lqin tezligi (S), uzunligi ( $\lambda$ ) va chastotasi ( $\nu$ ) orasidagi o'zaro bog'lanish quyidagi formula bilan ifodalanadi.

$$\lambda = \frac{C}{\nu} \quad \text{yoki} \quad S \cdot \lambda \cdot \nu \quad (1)$$

Yorug'lik va elektromagnit to'lqinlar uchun S o'zgarmas kattalik ( $S \approx 300000 \text{ km/sek.}$ ). (1) tenglamaning chap tomoni o'zgarmasligi hisobga olinsa,  $\lambda$  bilan  $\nu$  o'rtasidagi bog'lanish kelib chiqadi. Bu tenglamaga muvofiq to'lqin uzunligi va chastotasi teskari mutanosiblikda bo'lib,  $\lambda$  oshsa  $\nu$  kamayadi.

Elektromagnit spektrning fizikaviy usullari qo'llanadigan sohalarni quyidagicha izohlash mumkin:

To'lqin uzunligi	$10^{-3} \text{ nm}$	10 nm	400 nm	800 nm 300 mk	300 mm	200 mm
Spektral soha	rentgen nurlar	ultra binafsha nur	ko'zga ko'rinadi	infragizil nurlar	mikro-to'lqinli	qisqa radio to'lqinlar

			gan nurlar		nur.	
Kuzatilayotgan yutilish spektri		Elektron spektr		IK-spektr		YaMR-spektr EPR-spektr

**Radioto'lqinlarning** o'zi uchta guruxga ajraladi. YaMR da ishlatiladigan, to'lqin uzunligi 5 m bo'lgan radioto'lqinlar chastotasi quyidagicha bo'ladi:

$$\nu = \frac{C}{\lambda} = \frac{300000\text{km}/\text{sek}}{5\text{m}} = \frac{300000000}{5\text{m}} = 60000000\text{sek}^{-1}$$

yoki 60000000 gerts, ya'ni 60 megagerts.

Elektromagnit spektrdagi har qanday nur muayyan energiyaga ega bo'ladi, ya'ni har qanday nur o'zida ma'lum miqdorda energiya tashiydi. Bu energiya nur chastotasiga bog'liq bo'lib, uning miqdori Plank formulasi asosida hisoblanadi:

$$E_{\text{qhv}} \quad (2)$$

h - Plank doimiysi bo'lib,  $6,625 \times 10^{-34}$  dj.gts<sup>-1</sup> ga teng.

$\nu$  - chastota.

Modda tomonidan elektromagnit to'lqinlarning tanlab yutilishini o'lchashga asoslangan fizikaviy usullar - **spektroskopik usullar** deb nomlanadi.

Nurlanish jarayonidagi bir xil chastotali to'lqinlar - **monoxromatik nurlar** bo'ladi, ya'ni bunday nurning energiyasi bir xildagi hv ga teng bo'ladi. Monoxromatik nurlanishning yutilishi quyidagi tenglama bo'yicha bo'ladi:

$$\ln \frac{J_0}{J} = k \cdot n \quad (3)$$

$J_0$  va  $J$  - tushayotgan va eritmadan o'tgan nurning intensivliklari

$n$  - yorug'lik yo'lidagi moddaning mollar miqdori.

$k$  - yutilish intensivligining nisbiy miqdori.

Agar monoxromatik nur A moddadan o'tsa, uning intensivligi kuchsizlanishini  $I_0/I$  orqali o'lchash mumkin,  $n$ -ning miqdori aniq bo'lganda,  $K$  ning miqdorini topish mumkin. Boshqa modda olinganda nurning kuchsizlanishi ham boshqacha bo'lib,  $K$  ning miqdori ham o'zgaradi. Agar yutilish jarayoni kuzatilmasa  $K_0$  bo'ladi.

Modda eritmasining yutilish intensivligini o'lchash uchun eritma tiniq bo'lishi kerak. Eritmadagi  $n$ -ning miqdori eritmaning konsentratsiyasiga va eritma joylashgan idishcha qatlamining qalinligiga to'g'ri proporsional hisoblanadi. Amaliyotda ko'p hollarda  $K$  ning o'rniga  $\varepsilon$ , natural logarifm o'rniga o'nli logarifm ishlatiladi.

$$\lg \frac{J_0}{J} = \varepsilon \cdot c \cdot l \quad (4)$$

$\lg \frac{J_0}{J}$  - Eritmaning yoki yutilishning optik zichligi ( $D$ )

$$D = \varepsilon \cdot c \cdot l \quad \varepsilon = \frac{D}{c \cdot l} \quad (5)$$

$\varepsilon$  - Ekstinktsiyaning molli koeffitsienti.

Agar  $Sq1 \text{ mol/l}$ ,  $lq1 \text{ sm}$  bo'lsa,  $\varepsilon$  eritmaning optik zichligiga teng bo'ladi.

$$\varepsilon = \lg \frac{J_0}{J} = D; \quad \varepsilon q D$$

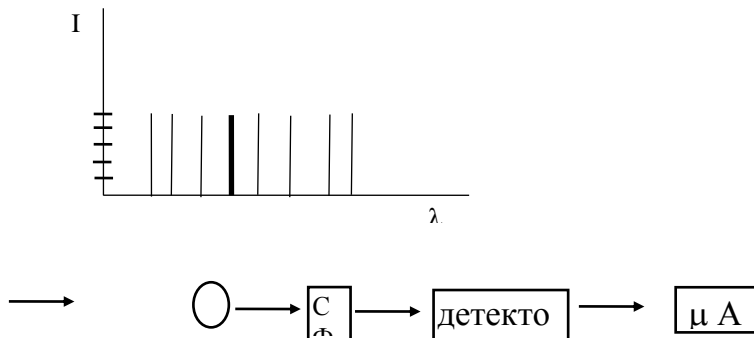
Eritmaga tushayotgan va undan o'tayotgan nur intensivliklari bilan eritma konsentratsiyasi va uning qatlami qalinligi orasidagi qonuniyatni ifodalaydigan tenglama (4) Lambert-Ber qonuni deb yuritiladi.

## 5-ma'ruza: ATOM VA MOLEKULYAR SPEKTROSKOPIYALARNING ASOSLARI

Atom spektroskopik metodlar optik analiz metodlariga kiradi. Nomlanishidan ma'lumki atom-spektroskopik metodlar atom spektrlarini o'rganishga asoslangan. Bu metodlarda aniqlanishi kerak bo'lgan atomlarning ultrabinafsha va ko'rinuvchan nurlarini yutishi yoki aksincha chiqarishi o'rganiladi. Atom-spektroskopik metodlar asosan 2 ga bo'linadi:

- 1) Atob-absorbtsion spektrometriya.
- 2) Alangali fotometriya.

Atom spektrlarining hosil qilinishi molekulyar spektrlardan tubdan farq qiladi. Atom spektrlarini olish uchun ma'lum miqdordagi energiya sarflab kimyoviy birikma atomar holatga o'tkaziladi. Fizika kursidan ma'lumki, atomlarning yutilish va chiqarish spektrlari faqat o'rganilayotgan atomlar uchun xarakterli bo'lgan diskret chiziqlar to'plamidan iborat. Molekulyar spektrlar esa bir tekis polosalardan iborat.

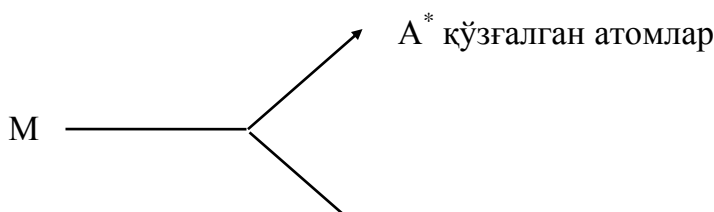


Birinchidan molekularlar murakab tuzilishga ega, ikkinchidan molekula erituvchi bilan o'zaro ta'sirda bo'ladi va shuning uchun bu erda energetik o'tishlar atomlardagiga qaraganda sezilarli darajada yuqoridir. Shu sababli alohida chiziqlar amaliy jihatdan bir-biri bilan qo'shib spektral polosalar hosil qiladi.

Aniqlanayotgan birikmani atomar holatga o'tkazish uchun quyidagi energiyalardan foydalaniladi:

4. Alanga energiyasi.
5. Elektr yoyi energiyasi.
6. Plazma energiyasi

Bu uchala energiyalardan ko'pincha alanga energiyasi ishlatiladi.



1. Har bir qo'zg'algan atom o'zi uchun xarakterli ma'lum bir chastotaga ega bo'lgan nurni chiqarib o'zining asosiy holatiga qaytadi.



Atomlarning chiqarish nurlarini spektrlarga ajratishdagi hosil bo'lgan spektr chiziqlarini ko'rib chiqadigan bo'lsak, u holda quyidagi natijani kuzatishimiz mumkin: Bir atom spektrlari o'zlarining joylashishi bilan boshqa atomlarning spektral chiziqlarining joylashishidan keskin farq qiladi. Mana shu farq moddalarning sifat analizini o'tkazishga imkon yaratadi. Ushbu atomga tegishli bo'lgan spektral chiziq boshqa chiziqlardan o'zining intensivligi bilan farq qiladi. Shu atomga tegishli bo'lgan spektral chiziqning intensivligidan foydalanib moddaning miqdor analizini o'tkazish mumkin.

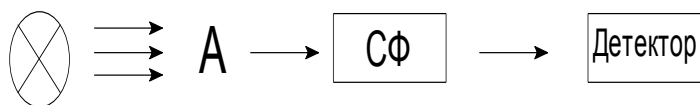
Ya'ni:



Bu metod alangali fotometriya yoki alangali spektrofotometriya deyiladi.

2. Alangadagi qo'zg'almagan atomlarning yutilish spektrlarida spektral chiziqlarning joylashish tartibini o'rganib moddalarning sifat analizini bajarish va shu atomlarga xarakterli bo'lgan chiziqlarning intensivligidan aniqlanayotgan moddaning miqdoriy tarkibini aniqlash mumkin. Bu metod bilan anqlashni atom-absorbtsion aniqlash metodi deyiladi.

Alangada atomlarning asosiy qismi qo'zg'almagan holatda bo'ladi. Atom-absorbtsion spektrometriya qo'zg'almagan atomlarga ultrabinafsha (UF) va ko'zga ko'rinuvchan nurlarni yutishini o'rganishga asoslangan.



Nur manbai sifatida katod lampasi ishlatiladi. Katod lampa albatta aniqlanishi kerak bo'lgan elementdan tuziladi.

Alangaga purkalgan aniqlanadigan atomlar nur manbai chiqarayotgan nurni yutadi. Nur manbai chiqarayotgan nurning to'lqin uzunligi qo'zg'almagan atomlar yutadigan nurning to'lqin uzunligidan juda kam farq qiladi. Shuning uchun tekshirilayotgan elementni aniqlayotganimizda begona aralashmalar halaqit bermaydi (aniqrog'i juda kam farq qiladi).

Atom-absorbtsion va alanga fotometriya anlisi uchun umumiy bo'lgan narsa shuki, ikkala metodda ham modda alangaga purkaladi va atomar holatga o'tkaziladi. Bu metodlarning farqi shundan iboratki, alangali fotometriyada

qo'zg'algan atomlardan foydalaniladi, atom-absorbtsion metodda esa qo'zg'almagan atomlardan foydalaniladi.

Atom-absorbtsion spektrometriya alangali fotometriyaga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega:

- 1) metodning selektivligi yuqori.
- 2) metodning sezgirligi va qayta takrorlanuvchanligi yuqori.

Atom-absorbtsion spektrometriyaning kamchiliklari quyidagilardan iborat:

- 1) har bir element uchun alohida nur manbai kerakligi.
- 2) asbobning qiymatligi.

Shunga qaramasdan bu metodlardan amaliyotda juda keng ko'lamda foydalaniladi. Bu metodlar yordamida 70 ga yaqin elementlar aniqlanadi. Ko'pgina elementlarning aniqlanish sezgirligi taxminan  $\sim 1$  mkg/ml atrofida va undan ham kichik bo'ladi.

Aniqlashda yo'l qo'yiladigan xato  $\pm 2\%$

**Molekulyar spektroskopiya usulining eng oddiy turi** fotometrik usuli bo'lib, eritma tarkibidagi aniqlanadigan komponentni dastlab rangli birikmaga aylantirib, so'ngra shu komponentni ma'lum qalinlikga ega bo'lgan eritma rangli qavatining optik zichligi (nur yutilishi)ni o'lchashga asoslangan. Agar eritmaning optik zichligini o'lchashda ma'lum to'lqin uzunliklarga ega bo'lgan (taxminan monoxromatik) nurdan foydalanilsa bu metodni fotokolorimetrik metod deyiladi. Spektrofotometrik metod fotokolorimetrik metodga qaraganda aniqligi va selektivligi yuqori bo'lgan usul hisoblanadi, lekin analiz jarayonini o'tkazish murakkab va qiymatbaho asbob-uskunalarni talab qiladi. Fotokolorimetrik metod barcha analitik parametrlar bo'yicha spektrofotometrik metoddan orqada turadi, lekin u asboblarning juda oddiyliigi va arzonligi bilan ajralib turadi. Barcha fotometrik metodlar asosida Lambert-Buger-Berning nur yutilishi qonuni yotadi. Bu qonun moddaning kontsentratsiyasi bilan yutilgan nur intensivligi orasidagi miqdoriy bog'lanishni ifodalaydi. 1729 yilda Buger modda eritmasi qatlamidan o'tgan nurning yutilishi bilan qatlamning qalinligi orasidagi bog'liqlikni o'rgandi, 1760 yilda Lambert matematik ifodaladi. Ber esa qonunni aniq eritmalarda sinab ko'rib, uning to'g'riligini tekshirgan. Intensivligi  $I_0$  bo'lgan monoxromatik nur qalinligi  $dl$  bo'lgan qatlam orqali o'tganda, uning intensivligi  $I$  qiymatga kamayadi. Buni

$$dI = \alpha dl$$

tarzda ifodalash mumkin. Eritmadan o'tgan yorug'lik intensivligining kamayishi o'tkazish koeffitsienti (yoki to'g'ridan-to'g'ri o'tkazish) deyiladi va  $T$  harfi bilan belgilanadi:

$$T = \frac{I}{I_0}$$

Bu erda  $I$  va  $I_0$  -eritma va toza erituvchidan o'tgan yorug'lik intensivligidir.

$\frac{I}{I_0} \cdot 100$  - o'tkazish foizi,

$1 - \frac{I}{I_0}$  - eritmaga tushgan nurning yutilishi.

Ko'pchilik hollarda optik zichlik ( $A$ ) qiymatidan ham foydalaniladi:

$$-\lg T = -\lg \frac{I}{I_0} = \lg \frac{I_0}{I} = A$$

Bundan  $T = 1$  bo'lganda  $A = 0$  va  $T = 0$  bo'lganda  $A = +\infty$  bo'lishi kelib chiqadi.

$$\alpha' = \varepsilon \cdot c$$

bu erda  $\varepsilon$  – molyar yutish (so'ndirish) koeffitsienti;

$c$  – eritma konsentratsiyasi; Agar  $c = 1 \text{ моль/дм}^3$  bo'lsa,

$$\alpha' = \varepsilon \quad \text{bo'ladi.}$$

Shunday qilib, Buger-Lambert-Ber qonunini

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

ko'rinishda yozish mumkin.

Bu erda:  $A$  – rangli eritmaning optik zichligi.

$C$  – rangli eritma konsentratsiyasi,  $\text{моль/л}$ ;

$l$  – eritmaning nurni yutadigan qatlami qalinligi, (cm);

$\varepsilon$  – molyar so'ndirish koeffitsienti;

Molyar so'ndirish koeffitsienti ( $\varepsilon$ ) eritma qatlamining qalinligi 1 sm va undagi rangli birikmaning konsentratsiyasi 1  $\text{моль/л}$  bo'lgandagi optik zichlikni xarakterlovchi o'zgarmas kattalikdir. Bu koeffitsient hosil bo'lgan rangli eritmaning ma'lum to'lqin uzunlikka ega bo'lgan nurni yutish qobiliyatini ko'rsatadi. Uning qiymati monoxromatik nurning to'lqin uzunligi ( $\lambda$ ) ga bog'liq. Bu bog'lanishning grafik ko'rinishi esa rangli birikmaning yutilish spektri deyiladi (2-chizma).  $\varepsilon$  qanchalik katta bo'lsa, rangli birikmani qo'llashga asoslangan fotometrik usulning sezgirligi ham shunchalik katta bo'ladi. Usulning aniqlash sezgirligi yuqori bo'lishi uchun molyar so'ndirish koeffitsientining yuqori qiymatiga mos keluvchi to'lqin uzunligi tanlanadi, lekin eritmaning qolgan barcha komponentlari va reagentning ortiqcha miqdori bunday to'lqin uzunlikka ega bo'lgan nurni yutmaydi. Chegaralangan miqdorda yorug'lik filtrlari bo'lganda yoki ular o'tkazadigan yorug'lik nurining to'lqin uzunliklari intervali noma'lum bo'lganda, shuningdek aniqlanayotgan rangli eritma eng ko'p yutadigan nurning to'lqin uzunligi noma'lum bo'lganda ham albatta yorug'lik filtrlari tajriba yo'li bilan tanlanadi. Buning uchun rangli eritmaning optik zichligi har bir yorug'lik filtri bilan o'lchab chiqiladi va ulardan eng katta optik zichlik qayd qilingan yorug'lik filtri optimal yorug'lik filtri sifatida tanlab olinadi.

Demak optik zichlik bu o'lchovsiz kattalik bo'lib, u eritma qatlamiga tushayotgan nur intensivligining eritma qatlamidan o'tgan nur intensivligiga nisbatining o'nli logarifmiga teng;

$$A = \lg \left( \frac{I_0}{I_t} \right)$$

Bu bog'lanish to'g'ri chiziqli ko'rinishga ega. Qonun

$$I = I_0 \cdot 10^{-\varepsilon \cdot c \cdot l}$$

shaklda ham ifodalanishi mumkin.

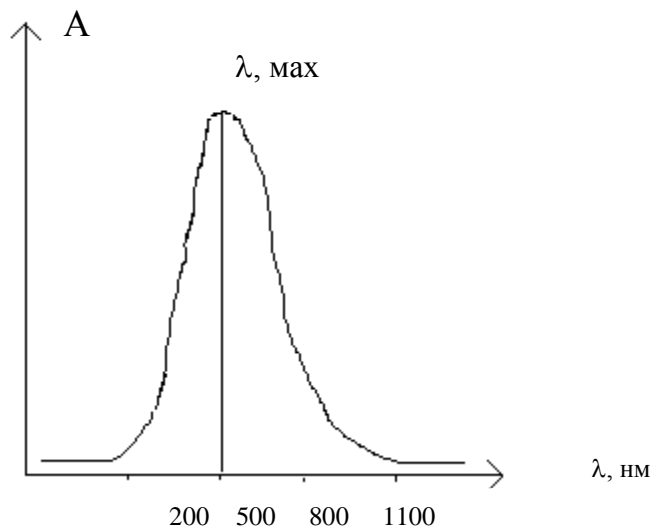
Tenglamadan eritmaning optik zichligi rangli modda konsentratsiyasiga va eritma qatlamining qalinligiga bog'liq degan xulosa kelib chiqadi. Modda eritmasi



qatlaminig qalinligi bir xil bo'lganda eritmada rangli moddaning konsentratsiyasi qanchalik katta bo'lsa, uning optik zichligi shuncha yuqori bo'ladi.

Agar rangli moddaning konsentratsiyasi bir xil bo'lsa, optik zichlik eritma qatlaminig qalinligiga bog'liq bo'ladi. Demak rangli eritmaning konsentratsiyasi ( $C$ ) ni aniqlash uchun uning optik zichligi ( $A$ ) ni o'lchash kerak ekan. Optik zichlikni o'lchash uchun esa yorug'lik oqimining intensivligini o'lchash zarur.

Buger-Lambert-Ber qonunining fizik ma'nosi shundayki, bitta rangli moddaning teng konsentratsiyali eritmaları qatlamlarining qalinligi bir xil bo'lganida ularga yorug'lik energiyasi bir xil miqdorda yutiladi, ya'ni bunday eritmaların yorug'lik yutishi bir xil bo'ladi.



7-rasm. Moddaning nur yutish spektri

Buger-Lambert-Ber qonuni universal bo'lib, faqat spektrofotometriyada emas, balki atom-absorbtsion, rentgen va IQ-spektroskopiya usullarida ham qo'llaniladi.

### **6-ma'ruza: ATOM VA MOLEKULYAR SPEKTROSKOPIYA USULLARIDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI**

Bir yoki ikkita standart eritma bilan taqqoslash usulida, bir vaqtning o'zida aniqlanadigan moddaning alikvot qismidan rangli eritma tayyorlash bilan bir qatorda xuddi shunday sharoitda standart eritma alikvot qismidan rangli eritma shunday hisob bilan tayyorlanadiki, bunda ikkala eritmada ham aniqlanadigan komponent miqdori bir-biriga yaqin bo'ladi. Har bir eritmaning optik zichligi o'lchanib, so'ngra analiz qilinadigan eritmaning alikvot qismidan tayyorlangan rangli eritmadagi aniqlanadigan komponentning noma'lum  $S_x$  konsentratsiyasi quyidagi proporsiyadan topiladi:

$$C_{cm} \cdot C_x = A_{cm} \cdot A_x$$

Bunda  $S_{st}$ —standart eritmadagi aniqlanadigan komponentning ma'lum konsentratsiyasi;

$A_x$  va  $A_{st}$ - analiz qilinadigan va standart eritmalar tayyorlangan eritmalar optik zichliklari.

Agar  $A_x$   $A_{st}$  dan keskin farq qilsa, u holda yangi rangli standart eritmani shunday tayyorlash kerakki bunda uning optik zichligi  $A_x$  bilan deyarli bir xil bo'lishi lozim. Bitta standart bilan taqqoslash usulini faqat birgina komponent miqdorini aniqlash (chegaralangan sondagi) uchun qo'llash qulaydir.

Darajalangan grafik usulini esa har bir komponentning turli o'lchashlardagi miqdorini aniqlash uchun ko'p sonli analizlarni bajarishda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Uning uchun aniqlanadigan komponentning ortib boruvchi kontsentratsiyalari asosida 5-10 ta rangli standart eritmalar tayyorlanadi va ularning optik zichliklari o'lchanadi. Olingan natijalar asosida grafik chiziladi. Abstsissa o'qiga aniqlanadigan komponent kontsentratsiyasi, ordinata o'qiga esa tegishli optik zichliklar qiymati qo'yiladi. Barcha tayyorlangan variantlarning kontsentratsiyalari oralig'ida Lambert-Buger-Ber qonunidan chetlanish bo'lmasa, u holda grafikka tushirilgan nuqtalar koordinata boshidan o'tib, bir to'g'ri chiziqda yotadi aks holda (yuqori kontsentratsiyali eritmalarda) qonundan chetlanish sodir bo'ladi. Shu tariqa darajalangan grafik tuzish nur yutilishi asosiy qonunining bajarilishini tekshirish usuli hamdir. Tajribada topilgan barcha nuqtalarning koordinata boshidan o'tadigan bir to'g'ri chiziqda yotishiga ishonch hosil qilingach, eng kichik kvadratlar usuli bilan quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$A = K \cdot C_{cm}$$

Bu tenglama yordamida analiz qilinadigan eritma alikvot qismidan tayyorlangan rangli eritmada aniqlanadigan komponent kontsentratsiyasini hisoblash mumkin. Tenglamadagi «K» koeffitsientning qiymati eng kichik kvadratlar usuli bilan quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$K = \frac{\sum_i^p C_i \cdot A_i}{\sum_i^p C_i^2}$$

Bunda  $A_i$  va  $C_i$  tegishli i-inchi standart eritma optik zichligi (nur yutilishi) va kontsentratsiyasi,  $mg/ml$  larda;  $p$ -standart eritmalar soni.

Standart qo'shimcha qo'shish usulida ikkita bir xil o'lchov kolbalariga pipetka yordamida analiz qilinadigan eritmada bir xil hajmda olinib, ikkinchi kolbaga pipetka yordamida ma'lum hajmdagi aniqlanadigan komponentning standart eritmasi qo'shiladi. So'ngra har bir kolbaga aniqlanadigan komponentni rangli birikmaga aylantiradigan bir xil miqdordagi zarur reagentlar solinib, chizig'igacha distillangan suv quyiladi. Ikkala eritma ham aralashtiriladi va ularning optik zichliklari o'lchanadi. Analiz qilinadigan eritmada aniqlanadigan komponentning noma'lum kontsentratsiyasi olingan natijalar asosida quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$C_x = \frac{V_{cm} \cdot C_{cm}}{\left(\frac{A_1}{A_2} - 1\right) \cdot V_x}, \quad mg/ml$$

bu erda,  $V_x$  –rangli eritma tayyorlash uchun olingan analiz qilinadigan eritma hajmi;

$V_{sm}$ -ikkinchi kolbaga qo'shimcha aniqlanadigan komponent standart eritmasining hajmi;

$S_{sm}$ -aniqlanadigan komponentning standart eritmadagi kontsentratsiyasi;

$A_1$ -birinchi rangli eritma optik zichligi;

$A_2$ -ikkinchi rangli eritma optik zichligi.

Barcha fotometrik aniqlashlarda, tekshirilayotgan eritmada analitik shakl to'la hosil bo'lishi va Buger-Lambert-Ber qonunidan chetlanish mumkin qadar sodir bo'lmasligi yoki bu qonundan chetlanishning minimal darajasini ta'minlaydigan optimal sharoitlarda olib borish maqsadga muvofiqdir. Qulay optimal sharoitni odatda eritma rN qiymatining optimal qiymati, reagentning etarli darajada mo'l bo'lishi, analitik (fotometrik) reaksiyalarning tanlovchanligi va nur yutilishi uchun eng qulay sharoitlar tashkil qiladi.

Fotometrik aniqlashlarda rangli birikmalar olish uchun qo'llaniladigan kimyoviy reaksiyalar bir qator talablarga javob berishi kerak, ular quyidagilardir:

1. Reaksiya natijasida rangli mahsulot hosil bo'lishi kerak. Buning uchun kompleks birikma hosil qilishdan foydalanish, xromofor guruhlarni kiritish, oralab keluvchi  $\pi$ -bog'lari miqdorini oshirish va boshqa usullardan foydalanish mumkin.

2. Fotometrik reaksiya mahsulotining tarkibi o'zgarmas bo'lishi kerak. Masalan, kompleks birikmalarning tarkibini barqaror etish uchun muhitning sharoiti, mo'l miqdorda reagent eritmasi, reaksiyani o'tkazishning optimal vaqti tanlanadi.

3. Fotometrik reaksiya mahsulotining rangi juda intensiv bo'lishi kerak. Fotometrik reaksiyalar uchun molyar yutish koeffitsientlari 5000-10000 dan kam bo'lmagan mahsulotlar hosil qiladigan reaksiyalar yaroqlidir. Bu holda reaksiya nihoyatda sezgir bo'ladi.

4. Barcha fotometrik o'lchashlar mutlaqo bir xil sharoitlarda o'tkaziladi: zaruriy reagentlar tekshiriluvchi eritmaga ham, taqqoslash eritmasiga ham qo'shiladi va rN, temperatura hamda eritmalarning hajmi tenglashtirilib turiladi.

5. Fotometrik reaksiyalar kerakli yo'nalishda to'liq borishi kerak.

6. Fotometrik reaksiya tanlovchan bo'lishi va faqat muayyan komponent bilangina sodir bo'lishi kerak.

Fotometrik reaksiyalardan anorganik moddalar analizida, shuningdek, organik moddalarning ekstragentlik xususiyatlarini tekshirishda ham keng ko'lamda foydalaniladi.

Barcha analiz metodlaridagi kabi optik analiz metodlarida ham reaksiyaning sezgirligi muhim ahamiyatga ega.

Nur yutuvchi xar qanday sistemaning asosiy xarakterlovchi kattalik, berilgan to'lqin uzunlikdagi molyar so'ndirish koeffitsientidir. Nur yutilishining asosiy qonuniga binoan

$$\varepsilon = A/\ell c$$

Bu kattalikning fizik ma'nosi shundan iboratki, eritmada *erigan moddaning kontsentratsiyasi 1 molG'l va yutish qalinligi 1 sm, bo'lgandagi optik zichlikka teng bo'ladi va u molyar so'ndirish koeffitsienti deyiladi.*

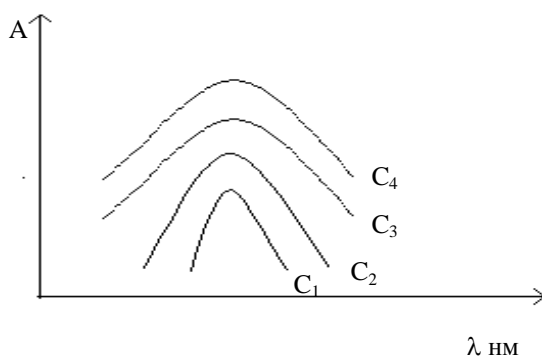
Nur yutilishning molyar so'ndirish koeffitsienti  $\varepsilon_\lambda$ , eritmada o'tayotgan nurning to'lqin uzunligiga, erigan moddaning tabiatiga eritmaning haroratiga bog'liq bo'lib, yutayotgan qabatning qalinligiga va kontsentratsiyasiga bog'liq emas. Molyar so'ndirish koeffitsienti ayni reaksiyaning sezgirlikni ifodalaydi. Moddalarning xar xil bo'lishiga qarab  $\varepsilon$  ham turli qiymatga ega bo'ladi.

$\varepsilon=20 \cdot 10^3$  bo'lsa reaksiya sezgirlik kam

$\varepsilon=2 \cdot 10^5$  bo'lsa reaksiya eng yuqori sezgirlikka ega deb hisoblanadi.

Kompleks turg'un bo'lsa yaxshi natija olish mumkin, aks holda shartli  $\varepsilon$  topiladi xolos.

**Optik zichlik:** Eritmaning optik zichligi 1) yutayotgan nurning to'lqin uzunligi ( $\lambda$ ) ga bog'liq. To'lqin uzunlikka bog'liqligini ifodalaydigan egri chiziq, yutilish spektri deyiladi.



8-rasm. Nur yutilishining to'lqin uzunligiga bog'liqligi

2) Kontsentratsiyaga bog'liq

Odatda bu bog'liqlik darajalangan grafik deyiladi. Bu grafikdan foydalanib noma'lum, moddaning miqdori topiladi.

3) Yutish qalinligiga (I) bog'liqligi.

Yutish qalinligi I-ni shunday tanlash kerakki, o'lchanayotgan optik zichliklar 0,1÷1,0 oralig'ida bo'lsin. Shu oraliqda xatolik minimal bo'ladi.

O'zaro kimyoviy reaksiyada kirmaydigan moddalar aralashmasining optik zichligi qiymati alohida moddalar optik zichliklari yig'indisiga teng. Bu qoida additivlik qoidasi deyiladi.

$$A_{\text{umum}} = \varepsilon_1 s_1 \ell + \varepsilon_2 s_2 \ell + \varepsilon_3 s_3 \ell + \dots + \varepsilon_n s_n \ell = \ell \sum_{i=1}^n \varepsilon_i c_i$$

Bu qoida ko'p komponentli sistemalarni bir-biridan ajratmagan holda miqdoriy analiz qilishda ishlatiladi.

### Fotometrik analiz metodida optimal sharoitni aniqlash

Modda miqdorini aniqlashda dastlab uning optimal sharoiti tanlanadi.

Fotometrik aniqlashning optimal sharoitini tanlash quyidagi tartib bo'yicha amalga oshiriladi.

1. Tekshiriladigan birikmaning eritmasi qaysi to'lqin uzunligida nurni maksimal yutishini aniqlash.

Buning uchun spektrofotometrda 200-760 nm oraligida eritmaning nur yutishi qaysi to'lqin uzunlikda katta ekanligini topamiz.

Aniqlanayotgan modda bilan reagentning eritmasi  $S_R:S_m$  1, 10, 0,1 nisbatda tayyorlanib,  $rN$  ning har xil qiymatlarida o'lchanadi. Bunda  $rK_a < rN$  bo'lishi kerak.

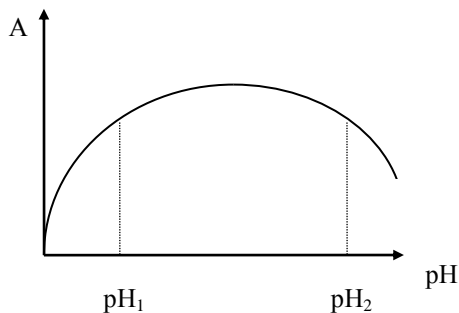
Eritmaning optik zichligi reagentga nisbatan o'lchanadi va yutilish spektridan  $\lambda_{max}$  topiladi. Keyingi eritmalarining optik zichliklari shu to'lqin uzunligida o'lchanadi.

Miqdor jixatdan aniqlanayotgan modda kompleksga to'la o'tishi uchun reagent 2-5 marta ortiqcha qo'shiladi. Agar kompleks bilan bir qatorda reagent ham nurni yutsa, reagent miqdorini juda ortiq solish yaramaydi, chunki solishtirma eritmaning optik zichligi ortib ketadi.

2.  $rN$  ning optimal qiymatini topish

Nur yutadigan birikmaning hosil bo'lishi uchun eng qulay  $rN$  chegarasi nechaga teng ekanligini aniqlash uchun  $rN$  ning har xil qiymatlarida eritmaning optik zichligi o'lchanadi va  $A(\Delta A)=f(rN)$  grafigi chiziladi.

Grafikdan  $rN$  ning optimal qiymatlari chegarasi ( $\Delta rH=rN_1-rN_2$ ) topiladi.



9-rasm. Eritma optik zichligining  $rN$  ga bog'liqligi

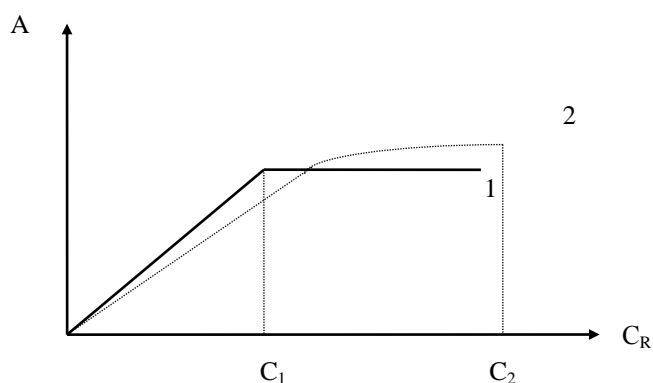
Agar rangli birikma suvsiz erituvchi bilan ajratib olinsa, u vaqtda ekstraktsiya maksimal bo'ladigan  $rN$  qiymatini topish kerak bo'ladi.

3. Aniqlanayotgan ionni rangli birikmaga to'la bog'lash uchun reagentning kerakli miqdorini aniqlash.

Reagentning kerakli miqdori nazariy hisob qilinadi reaksiya mahsulotining maksimal hosil bo'lishi, ya'ni nurning eng ko'p yutilgan nuqtasi aniqlanadi.

Buning uchun ionning miqdori bir xil, reagentning miqdorini har xil ortib boruvchi miqdorda bir necha eritmalar seriyasi tayyorlanadi. Eritmalarining optik zichliklari o'lchanib,  $A$  (yoki  $\Delta A$ ) ning  $S_R$  konsentratsiyasiga bog'liqligi topiladi. Agar turg'un kompleks hosil bo'lsa,  $A(\Delta A)=f(S_R)$  egrisida keskin burilish paydo bo'lib, barqaror rangli eritma hosil bo'lganligi, "to'yinish nuqtasi" reaksiya mahsulotini maksimal miqdorda hosil qilish uchun sarf bo'ladigan reagentning minimal miqdorini ko'rsatadi. To'yinish egri chizig'ida keskin burilish bo'lmasa hosil bo'lgan kompleksning turg'unligi kam bo'ladi: bu vaqtda to'yinish nuqtasini

topish uchun, egri chiziq endigina ko'tarila boshlaganda reaktiv qo'yishni to'xtatish kerak. (2-egri)



10-rasm. Reagentning optimal miqdorini aniqlash.

1. Turg'un birikmaning hosil bo'lishi
2. Beqaror birikmaning hosil bo'lishi

4. Eritmanig nur yutishga harorat va vaqtning ta'sirini aniqlash. Harorat o'zgarishi bilan eritmaning optik zichligi xam o'zgarish mumkin. Agar 2-3<sup>0</sup>S ham natijasiga ta'sir qilsa, oxirgi nuqtani optik zichligini o'lchashdan oldin, fotometrlanadigan eritmani termostatlash kerak.

Eritma rangini vaqti-vaqti bilan (masalan xar 5 minutda) optik zichlikning o'zgarishini o'lchab, turg'un bo'lgan oraliq aniqlanadi. Ko'pchilik rangli eritmalarda rang intensivligi uzoq vaqt saqlanadi, ya'ni hosil bo'lgan rangli birikma turg'un bo'ladi.

#### Nazorat savollari

1. Molyar so'ndirish koeffitsienti deb nimaga aytiladi?
2. Molyar so'ndirish koeffitsienti nimalarga bog'liq?
3. Yutilish spektri deb nimaga aytiladi?
4. Additivlik qoidasi nima?
5. Fotometrik analizda optimal sharoitni tanlashda qanday omillar asos qilib olinadi?
6. Optimal reagentni tanlashda qanday mezon asos qilib olinadi?
7. Reaksiyaning kontrastligi nimani bildiradi?
8. Fotometrik metodning sezgirligi qanday kattalik bilan aniqlanadi?
9. Reagentning optimal miqdori qanday tanlanadi?
10. Fotometrik analiz metodida qanday eritmalar bilan ishlanadi va nima uchun?

## 7-ma'ruza: TEBRANMA SPEKTROSKOPIYA USULLARI. TAXLILNING ASOSIY BOSQICHLARI

### REJA:

1. Ikki atomli molekulaning tebranma harakati uchun Shredinger tenglamasi.
2. Real molekulaning harakati nogarmonikdir.
3. Tebranma harakat turlari.

Aylanma harakat energiyasi  $E_{a\ddot{u}n} \ll E_{me\ddot{o}p}$  bo'lganligi uchun tebranma va aylanma harakat qilayotgan molekulaning energiyasi bo'lgan  $E_{.ma}$  ni  $E_{.m}$  ga teng deb qabul qilishimiz mumkin. Bu holda biz tebranma harakat spektriga tegishli, aloqador qonuniyatlar bilan to'g'ridan-to'g'ri tanishish imkoniyatiga ega bo'lamiz. Tebranma harakat qilayotgan 2 atomli molekulaning energiyasini nazariy ravishda Shredinger tenglamasini echish yo'li bilan topsa bo'ladi.

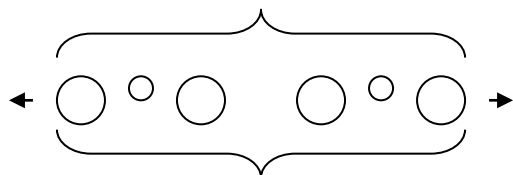
$$\Delta^2 \psi + \frac{8\pi^2 \mu}{h^2} [W - U(x, y, z)] \psi_{(x, y, z)} = 0$$

$w$ -to'liq energiya;  $u(x, y, z)$ -potentsial energiya  $w - u(x, y, z) = T$ -kinetik energiya, ya'ni tebranma harakat energiyasi. Tekshirish uchun chiziqli (masalan 2 atomli molekulani olgan bo'lsak, tebranish faqat  $x$ -o'qi bo'yicha ro'y beradi, u holda Shredinger tenglamasi)

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2 \mu}{h^2} (W - U(r)) \psi_{(x)} = 0 \text{ ko'rinishida yoziladi.}$$

$X$ -ning o'rniga atomlar orasidagi masofani ifodalovchi  $r$  ni o'zgaruvchi sifatida olishimiz mumkin:

$$\frac{d^2 \psi}{dr^2} + \frac{8\pi^2 \mu}{h^2} (W - U(r)) \psi_{(r)} = 0$$



Agar  $\frac{r_i - r_0}{r_0} = p$  deb belgilasak,  $p$  - atomlar orasidagi masofaning nisbiy o'zgarishi.

U holda:

$$\frac{d^2 \psi}{dp^2} + \frac{8\pi^2 \mu}{h^2} [W - U(\rho)] \psi(\rho) = 0$$

Bu differentsial tenglamani echib  $w$  ni topish uchun  $u(p)$  ning aniq ko'rinishini bilish kerak.

1. Agar tebranayotgan 2 atomli molekulani garmonik ostsilyator deb hisoblasak  $U(p) = kp^2$  bo'ladi.

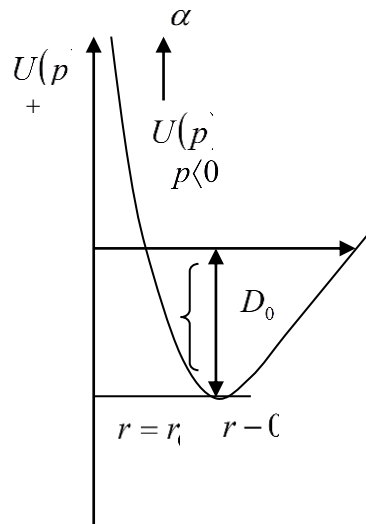
Bunday garmonik ostsilyator uchun Shredinger tenglamasi echilsa  $W = hW_e \left( v + \frac{1}{2} \right)$  ifoda kelib chiqadi. Bu formula real molekula uchun qo'llanilsa kvant soni  $v$  ortib borishi bilan uning energiyasi orta borib pirovardida  $x$  teng

bo'lishi kerak. Bunday bo'lishi mumkin emas. Real molekula qachondir dissotsiyalanishi kerak.

Bundan real 2 atomli molekula garmonik ostsilyator deb qabul qilinishi va uning tebranishini sof garmonik deyish noto'g'ri degan xulosa kelib chiqadi. Real molekulaning tebranma harakati nogarmonik (angarmonik) harakatdir. Uning potentsial energiyasini atomlar orasidagi masofa ( $p$ ) bilan bog'lovchi formula Morze funktsiyasidir ifodasidir:

$$U(p) = U_e + D(1 - e^{-ap})^2$$

$U_e$  – nolinchi (muvozanat holda turgandagi) tebranish energiyasi ( $OK$  ga to'g'ri keladi).  $D$  va  $a$  lar doimiy sonlar.  $U(p)$  ni Shredinger tenglamasiga qo'yib  $w$  ni topsak



16-rasm. Morze funktsiyasining grafik tasviri.

$W_T = hW_e(v + 1/2) - hW_e X_e(v + 1/2)^2$  ifodasi kelib chiqadi. (3)

$v$  – tebranishi kvant soni = 0,1,2,3 bo'lishi mumkin.

$X_e$  – angarmoniklik doimiyligi  $X_e \ll 1$   $X_e = hwe / 4D$

$W_e$  – yadrolarning xususiy tebranishi takrorligi. Agar  $X_e$  ni hisobga olmasak ( $X_e = 0$  deyilsa), (3) chi ifoda (1) htadi.

Morze funktsiyasini tekshirish. 1)  $p \rightarrow \alpha$

1)  $U(\omega) = D$  – dissotsialanish energiyasi

2)  $p = 0 U(\rho) = U(0) = U_e$

3)  $\rho < 0$  ya'ni  $r > r_E$  aytaylik  $p = -1$   $U$  holda

$U(-1) = U_e + D(1 - e^{-ap})^2 = U_e + D(1 - e^a)^2$  demak

$(1 - e^a)^2 > 1$  (kvadrat bo'lganligi uchun)  $G' U(-p = -1) \rightarrow \alpha$

Bu natijalar real molekula uchun to'g'ri keladigan potentsial energiya egrisi bilan moslashadi. Bu egrini Morze funktsiyasidan foydalanib chizish vaqtida  $D = \frac{hW_e}{4x_e}$



$\alpha = \sqrt{\frac{X_e W_e}{\beta_e}}$   $B_e = \frac{h}{8n^2 I_0}$  empirik doimiyliklaridan foydalaniladi.  $D$  o'rniga

tajribada topilgan dissotsiatsiya energiya yanada haqiqiyroq bo'lib chiqadi.

Molekulaning maksimal tebranma energiyasi uning dissotsiatsiyalanish energiyasiga teng bo'ladi, undan katta bo'lishi mumkin emas. Bu xulosa modda va materiallarni termik parchalanishi vaqtida birinchi navbatda eng kuchsiz kimyoviy bog'lar uzilishini tasdiqlaydi.

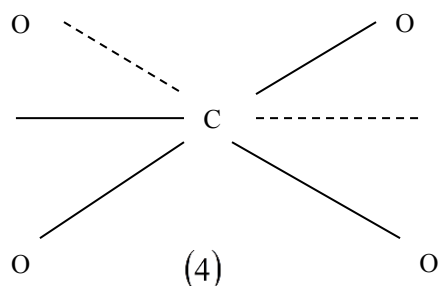
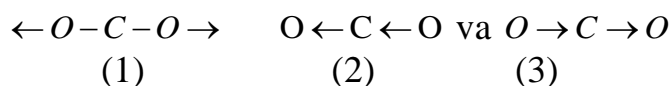
(A)  $W_T = hW_E \left( V + \frac{1}{2} \right) - hW_E V_E \left( V + \frac{1}{2} \right)^2$  ni  $V = V$  va  $V = V + 1$  bo'lgan 2 ta pag'ona uchun yozib  $\Delta W_T(V) = W_T(V + 1) - W_T(V)$  ni topsak  $\Delta W_T \geq (V) = hW_E - 2hW_E X_E (V + 1)$  ga teng bo'lib chiqadi. Bu kattalik har gal  $V$  birga ortganda  $2hW_E X_E$  ga kamayib boraveradi. Tebranma energetik pog'onalarining ustma ust tushishi sharti  $\Delta W_T(V_{\max}) = 0$  bo'lishi kerak. Bundan  $V_{\max} + I = \frac{1}{2X_e}$  kelib chiqadi. Buni ( $\Delta$ ) ifodasiga olib borib qo'yib va  $D$  o'rniga  $D = \frac{hW_E}{4X_e}$  qiymatidan foydalansak  $W_T(\max) = D(1 - Xe^2)$  ifoda kelib chiqadi. Bunda  $Xe^2 \ll 1$  bo'lganligi uchun  $W_T(V_{\max}) \leq D$  bo'ladi (A) ifodasidan nolinchi tebranish borligi ham kelib chiqadi.  $W_T(0) = \frac{hW_E}{2}(1 - Xe)$

Bu qiymat moddalarning termodinamik optik va boshqa xossalarini tadqiq qilishda qo'llaniladi. Demak, aytish mumkinki, nolinchi aylanma harakat energiyasi yo'q.  $W_{\text{a\u0304\u0304\u0304\u0304}} = hBeI(I + 1)$ ;  $I = 0$  bo'lsa  $W_{\text{a\u0304\u0304\u0304\u0304}} = 0$

Nolinchi tebranish energiyasi esa real holda mavjud. Murakkab molekularning tebranma harakati yanada murakkab bo'ladi. Tebranish erkinlik darajasi  $3N - 6$  bo'lganligi uchun (bu erda  $N$ -yadrolar soni) tebranishlar soni ancha katta bo'lishi mumkin. 6 ning 3 tasi ilgarilanma harakat erkinlik darajasi qolgan 3 tasi aylanma harakat erkinlik darajasi.

Chiziqli molekular ( $CO_2, HCN, C_2H_2$  va b.) uchun aylanish erkinlik darajasi 2 ga teng. Ularda tebranma harakatning soni  $3N - 5$  ifodasidan topiladi.

Tebranma harakatlar simmetrik (1) va nosimmetrik (2), valent tebranish (3), deformatsion tebranish (4) dan iborat bo'ladi.  $CO_2$  :  $3 \cdot 3 - 5 = 4$



**Muhokama uchun savollar:**

1. Moddaning qanday agregat holati uchun tebranma harakat xos?
2. Morze funksiyasini ikki atomli molekula harakatiga tadbiiq qiling.
3. Tebranma harakatning xillarini izohlang.

**8-ma'ruza: Yadroviy magnit rezonansi xodisasining fizik asoslari. Moddalar taxlilida YaMR usulining qo'llanilishi.****REJA:**

1. Molekulaning magnitlanuvchanligi.
2. Yadrolar va elektronlarning magnit momentlari.
3. Yadro magnit rezonansi (YaMR) ning sharti.

Atomlarning yadrolari massa va zaryaddan tashqari yana uchinchi bir kattalik-mexanik moment bilan xarakterlanadi. Zaryad va massa-yadroning nuqtaviy xossalari. Ular yadroning geometriyasiga bog'liq emas. Mexanik moment esa yadroning katta kichikligi bilan massaning fazoda yadro hajmida yadro doirasida taqsimlanishi bilan bog'liq. Massa va zaryad yadroning atrof muhit bilan kuchli ta'sirlashuvda namoyon bo'lsa, mexanik moment esa kuchsiz ta'sirlarda namoyon bo'ladi.

Atomlarning yadrolari protonlar va neytronlardan iborat. Bu zaryadlarning har biri  $\frac{1}{2}$  ga teng bo'lgan spin kvant soniga ega. Yadroning umumiy spini uni tashkil qiluvchi zarrachalarning spinlarining algebrik yig'indisiga teng. Agar elementar zarrachalarning hammasining spinlari juftlashgan bo'lsa, spinlar yig'indisi nolga teng bo'ladi, ya'ni yadro spinga ega bo'lmaydi. Bunday holda musbat zaryad yadroda simmetrik taqsimlangan bo'lib, yadroning kvadrupol momenti  $e \cdot Q$  nolga teng bo'ladi. Bu erda  $e$  – elektrostatik zaryad birligi,  $Q$  – zaryadning taqsimlanishining sferik simmetrik holdan chetlanish darajasi o'lchami.

Yuqorida aytganimizdek, yadroning spin kvant soni  $J = 0$  bo'lsa,  $Q$  ham nolga teng bo'ladi:  $J = 0 \rightarrow Q = 0$

**YaMR spektroskopiya. Yadro magnetizmi.****Kimyoviy siljish qiymatlari.**

Yadrospektroskopiya usullari yordamida uzoq infraqizil bilan radioto'lqin sohalari orasidagi elektromagnit to'lqin tebranishlar chastotalari yadro va elektronlarning tashqi magnit maydonidagi faoliyati bilan bog'liqligi o'rganiladi.

YaMR "magnitli atom yadrolarini" o'rganadi (masalan, vodorod yadrosi - protonlar). Yadroviy magnit rezonansi asosida boshqa spektroskopiya usullariga o'xshab Bor nisbiyligi yotadi:  $\Delta E = h\nu$  ( $\Delta E = E_1 - E_2$ )

Energiyaning o'zgarishi atom yadrolarining magnit xossalari bilan bog'langan. Atom yadrolarining magnetizmi yadrolarning o'z o'qi atrofida aylanishi bilan tushuntiriladi, yadrolarning bu xususiyatlarini **spinlar deb** aytiladi.

Xarakterning miqdor momenti va magnit moment vektorlari parallel bo'lgani uchun yadroning magnit momenti xususiyatini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:  $\mu = \gamma J \hbar$ . Bunda  $\mu$  - magnit momenti;  $\gamma$  - gidromagnit nisbiyligi;  $J$  - spinli kvant soni;  $\hbar$  - Plank doimiysi;  $\gamma$  - o'lchov birligi radian. gauss<sup>-1</sup>. sek<sup>-1</sup>.

Yadroning magnit momenti qiymatini proton (spini  $J=1/2$ ) bo'yicha olinsa,  $\hbar/2 M_p c$  ga teng, bunda  $M_p$ -proton massasi,  $e$ -proton zaryadi,  $c$ -yorug'lik tezligi.

Yadroning **xaqiqiy yadro moment spini  $J$**  ra teng bo'lsa, magnit moment quyidagicha ifodalanadi:

$$\mu = g \frac{eh}{2M_p c}$$

$g$  - o'lchovsiz doimiyluk bo'lib, yadro ( $j_e$ ) - omili deb aytiladi.

Davriy sistemadagi elementlarni taxlil qilib, ularning tartib nomeri, massasi va spinlari orasida ma'lum bog'lanish borligini bilish mumkin. Massa miqdori toq sonlardan iborat bo'lsa, yadro spini  $J = 1/2$  ga teng, massa soni va tartib nomeri juft son bo'lsa,  $J=0$  ga teng, massa soni juft, tartib nomeri toq sonlardan iborat bo'lsa. spinlar yaxlit sonlardan tashkil topadi.

Spinli kvant son  $J=0$  bo'lsa, yadro magnit momentga ega emas. shuning uchun bu atom yadrolari magnit rezonans spektrini hosil qilmaydi ( $C^{12}_6$  va  $O^{16}_8$ ). Organik molekularlar asosan C, N va O lardan tashkil topadi, ularni faqat vodorod atom yadrosi (proton) bo'yicha o'rganilgani uchun YaMRning proton - magnit rezonansi (PMR) turi deb yuritiladi. Spin soni 1 va undan yuqori sonlardan iborat bo'lgan yadrolar magnit momentdan tashqari elektr kvadrupol momentga ham ega, ularning xossalari yadroviy kvadrupol rezonansi (YaKR) yordamida o'rganish mumkin ( $^2H_1$ ,  $^{14}N_7$ ,  $^{35}Cl$ ,  $^{79}Br$ ).

Kvadrupol deganda miqdor bo'yicha teng, ammo dipol momentlari karama-qarshi bo'lgan va ma'lum masofada joylashgan ikki dipoldan iborat elektr zaryadi nolga teng bo'lgan sistemani tushuniladi.

Spinli kvant son  $J=1/2$  ga teng atom yadrolariga vodoroddan tashqari  $^{13}C$ ,  $^{19}F$ ,  $^{31}P$  larni ham kiritish. mumkin. Organik moddalarning tuzilishini o'rganadigan, amaliyotda keng tarqalgan spektroskopiya xillaridan biri YaMR ning  $^{13}C$  turi hisoblanadi.

Tashqi magnit maydoni bo'yicha yo'nalgan yadrolar (spini  $1/2$  ga teng) tashqi maydon kuchlanish qiymatining ( $H_q$ ) oshishiga sababchi bo'lsa, teskari spinga ega bo'lgan yadrolar aksincha uning qiymatini kamaytiradi, bu esa o'z navbatida magnit maydonida yadrolar energetik pog'onasining ikkiga ajralishishiga sababchi bo'ladi

Demak, yadrolarning bir qismi pastki pog'onada, qolgan qismi esa zsa yuqori pog'onada joylashadi. Pog'onalar energiyalarining farqi  $\Delta E$  ga teng.

Pog'onalar energiyalarining farqi tashqi kuchlanishga to'g'ri proporsionaldir:

$\Delta E = \frac{h \cdot \gamma \cdot H_0}{2\pi}$	Bunda $h$ - Plank doimiysi, $\gamma$ - (gidromagnit nisbiylik) o'zgarmas proporsionallik koeffitsienti, $H_0$ - tashqi maydon kuchlanganligi bo'lgani uchun
--	---

$$h\nu = \frac{h \cdot \gamma \cdot H_0}{2\pi} \quad \text{yoki} \quad \nu = \frac{\gamma \cdot H_0}{2\pi} \quad \text{Blox tenglamasi}$$

Shunday qilib, YaMR spektrometr yordamida organik birikma tarkibidagi vodorod yadrolari protonlariga oid signallar yozib olinadi

YaMR spektrometrlar ishlash chastotalariga qarab 100, 220, 350 va 500 MGts li bo'ladi, yuqori chastotlidan aniq ma'lumot olish mumkin.

YaMR ning formulasiga (Blox teglamasi) e'tibor berilsa,  $\nu$ -rezonans chastotasi ma'lum kuchlanishdagi magnit maydonida magnit momentning qiymati bilan belgilanadi. Agar spin qiymati  $J=1/2$ , tashqi magnit maydonining kuchlanishi  $H_0=10000$  gs (gaus) ga teng bo'lsa, YaMR formulasi yordamida hisoblab ayrim atom yadrolarining chastota qiymatlarini olish mumkin.

	$\mu$ (magnit moment)	$\nu$ (chastota)
$^1\text{H}$	2,7927	42,577 MGts
$^{13}\text{C}$	0,70216	10,705 MGts
$^{19}\text{F}$	2,6273	40,055 MGts

Bu qiymatlardan namunaning proton bo'yicha spektrini o'rganishda spektrometrdagi generatorning impuls miqdori 42,5 MGts dan kam bo'lmasligi lozimligini bilish mumkin.. YaMR spektroskopiyasining amaliyotda keng qo'llaniladigan turi – proton magnit rezonansi (PMR) hisoblanadi.

#### *PMR spektroskopiyasining parametrlari*

PMR parametrlari - kimyoviy siljish va spin-spinlarning o'zaro ta'sir konstantasi. Ularning qiymatlari organik molekulaning tuzilishiga hamda ulardagi elektronlar zichligining taqsimotiga bog'liq hisoblanadi.

#### *Kimyoviy siljish.*

Molekulalardagi hamma protonlar bir-biridan tabiatan farq qilmasa ular bitta umumiy signalda namoyon bo'lishi kerak, ya'ni Blox tenglamasidagi  $\gamma$ ,  $\nu$  va  $H_0$  qiymatlar barcha protonlar uchun doimiydir. H atomiga bevosita birikkan C atomi yoki shu atomga tutashgan funktsional guruxning elektronga moyilligi (elektronmanfiyligi) H atomining elektron buluti zichligini ko'p yoki oz darajada kamaytiradi. Masalan, ba'zi protonlar qo'shbo'g', boshqalari esa oddiy yoki

uchbog' ta'sirida bo'ladi, ya'ni H atomi atrofidagi elektron bulut zichligi protonni (H yadrosini) tashqi magnit maydon ta'siridan saqlaydi (ekranlaydi). Shuning uchun proton atrofida el. bulutining ko'p yoki ozligiga mos ravishda protonlar rez. chastotasining qiymati bir-biridan farq qiladi.

Organik moddalarning YaMR signallari kuchlanishi 14000 ersted bo'lgan magnit maydonida  $60 \cdot 10^6$  gertsli elektromagnit to'lqinlar yutilishi bilan, odatda 700-900 Gts oralig'ida kuzatiladi. Agar bir moddaning turli signallari orasidagi masofani 1 Gts birligida aniqlash kerak bo'lsa, u holda  $60 \cdot 10^6$  gertsiga nisbatan o'N million marta kichik chastotani o'lchash juda katta aniqlikni talab etadi. Shuning uchun optik spektroskopiyadan farqi, YaMR spektroskopiyada signallarning o'ri absolyut emas, balki nisbiy qiymatlarda ko'rsatiladi.

Aniqlanayotgan modda protonlari signalining o'ri biror standart (etalon) modda protonlarining signaliga nisbatan belgilanadi va bu ikki signal chastotalarining farqi **kimyoviy siljish** deb aytiladi. Etalon modda bitta intensiv signal berishi va boshqa protonlar signalidan chetda joylashishi zarur. Bu talablarga tetrametilsilan -  $(\text{CH}_3)_4\text{Si}$  javob beradi. Xalqaro etalon sifatida qabul qilingan tetrametilsilanning (TMS) quyidagi xususiyatlari mavjud:

a) undagi 12 proton ham bir xilda qurshab olingan, demak ularning ekranlanish konstantasi bir xil. Shuning uchun TMS bitta chastotadagi energiyani yutadi, ya'ni spektrda yagona signal kuzatiladi.

b) bu signal eng kuchli maydonda joylashgan. Organik birikmalardagi barcha protonlar esa nisbatan kuchsiz maydonda rezonansga uchraydi.

v) TMS boshqa organik birikmalar bilan kimyoviy ta'sirlashmaydi va oson uchuvchidir. Spektr olib bo'lingandan keyin moddani yana osongina ajratib olish mumkin.

TMS ning kamchiligi shundan iboratki, ba'zi organik birikmalarning eritmalarida yaxshi aralashmaydi.

Million ulushlar birligi delta ( $\delta$ ) harfi bilan belgilanib quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$\delta = \frac{\Delta\nu \cdot 10^6}{\nu_{\Gamma}}$	<p>bu erda, <math>\delta</math> - kimyoviy siljishning million ulushlar birligi;</p> <p><math>\Delta\nu</math> - aniqlanayotgan namuna va etalon modda signallari chastotalarining farqi (gertsda ifodalangan kimyoviy siljish);</p> <p><math>\nu_{\Gamma}</math> - spektrometr generatorining ish chastotasi;</p> <p><math>10^6</math>-qulaylik uchun kiritilgan ko'paytuvchi.</p>
--	---

Aslida bu koeffitsent gertsni megagertslardan keltirilganidan ( $10^6$ ) kelib chiqqan bo'lib, spektrometr ish chastotasi milliondan bir necha hissa ulush o'zgartirilgandayoq rezonans vujudga kelishini ko'rsatadi. Yuqorida keltirilgan misoldagi kimyoviy siljishni million ulushda quyidagicha hisoblash mumkin.

$$\frac{120\Gamma_{\text{H}}}{60 \cdot 10^6 \Gamma_{\text{H}}} = 2,0 \cdot 10^6 \quad \text{yoki } 2,0 \text{ million ulush (m.u.)}$$

YaMR spektrlarda signal o'rnini belgilash uchun ikki xil shkala qabul qilingan:

1)  $\delta$  shkalada etalon TMS ning signalini nol million ulush deb olinadi, bunda namunaning signallari 0 bilan 10 m.d. oralig'ida namoyon bo'ladi.

2)  $\tau$  (tau) shkalada esa TMS signalining o'rnini 10 m.u. ga teng deb olingan va qolgan signallarning qiymati o'ngdan chapga kamayib borib 10 bilan 0 m.u. oralig'ida kuzatiladi (34-rasm). Har ikkala shkala o'rtasida juda oddiy bog'lanish bor:  $\tau=10-\delta$

Demak kuchsiz maydonda rezonans beruvchi protonning kimyoviy siljishiga  $\delta$  shkalada katta,  $\tau$  shkalada esa kichik qiymat muvofiq keladi, ammo PMR uchun asosan  $\tau$  shkala ma'lum qulaylikka ega, ya'ni kimyoviy siljish qiymatlarining ortib borishi shu signallarga tegishli protonlar ekranlashishining ortib borishiga mos keladi.

Turli protonlar signallari deyarli katta bo'lmagan (1-2 m.u.) oralig'ida kuzatilishi bilan bir qatorda spirtlar va aminobirikmalardagi gidroksil va aminogurux protonlarining signali bir oz kengroq shaklda va kattaroq (5-10 m.u.) oraliqda kuzatiladi.

Atrof muhitdan holi holda turgan (izolyatsiyalangan) sistema uchun harakat miqdorining to'liq momenti yo'nalish bo'yicha ham qiymati bo'yicha ham o'zgarmay saqlanadi. Agar o'z simmetriyasiga ega bo'lgan tashqi magnit maydoniga kiritilsa, ko'pchilik hollarda mexanik momentning tashqi magnit maydon yo'nalishi atrofida harakati, aylanishi ya'ni protsessiyalanishi ro'y beradi. Kvantlanish qoidalariga binoan  $R$  ning  $Z(H_0)$  o'qiga proektsiyasi  $P_z$  uzlukli qiymatlar qatorini qabul qiladi.

$$P_z = \frac{h}{2\pi} M$$

$M$  – magnit kvant soni deyiladi. Berilgan  $J$  uchun  $MJ$  dan  $J$  gacha bo'lgan  $(2J + 1)$  ta qiymatlarni qabul qiladi. Spini  $J$  butun son qiymatlariga ega bo'lgan yadrolar uchun  $M$  ning hamma qiymatlari butun sonlar. Umumiy soni toq  $(2J + 1)$  bo'lganligidan  $M$  ning qiymatlari orasida 0 ga teng ham bo'ladi, ya'ni  $(P_z = hM = h \cdot 0 = 0)$ .

Yadroning mexanik momenti yadro massasiga bog'liq emas, faqat uning spiniga bog'liq.

$$P = h\sqrt{J(J + 1)}$$

Shu sababdan,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^1\text{H}$  larning uchchalasi bir xil mexanik momentga ega.  $^{12}\text{C}$ ,  $^{16}\text{O}$  lar spinga ega emas. Shuning uchun ular magnit momentidan mahrumdirlar. Ular magnit xossasiga ega emaslar.

Aksincha yadrolari butun bo'lmagan spinga ega bo'lsa,  $M$  ham kasr sonlarni qabul qiladi. Holatlarning (proektsiyalar) umumiy soni juft va  $R$  ning  $z$  o'qiga proektsiyasi  $P_z$  – hech vaqt 0 ga teng bo'lmaydi.

Yadro zaryadlangan zarracha bo'lganligi uchun uning o'z o'qi atrofida aylanishi zaryadning aylana bo'ylab harakatiga olib keladi. Bunda demak, elektr toki hosil bo'ladi va aylanma tok solenoid yaratadi, u esa o'z navbatida magnit maydonini hosil qiladi.

Aylanayotgan yadroning o'qi spinning o'qiga mos bo'lgan magnit maydon deb qarash mumkin, uning magnit dipol momenti  $\mu$  ga teng.

Tashqi magnit maydoni bilan yadroning magnit dipol momenti  $\mu$  o'rtasida o'zaro ta'sir vujudga kelib, uning energiyasi  $E = -\vec{\mu} \bullet H_0 \cos \theta$  ga teng. Bu erdagi  $\theta$  – protsessiya burchagi deyiladi. Vodorod atomining yadrosi uchun  $J = 1/2$ , u holda  $P^* = \frac{h}{2\pi} \sqrt{J(J+1)}$  dan  $P^* = \frac{h}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} + 1 \right)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{h}{2\pi}$ ,  $J = 1/2$  uchun  $M$  ning qiymati atigi 2 ta:  $\pm 1/2$ .

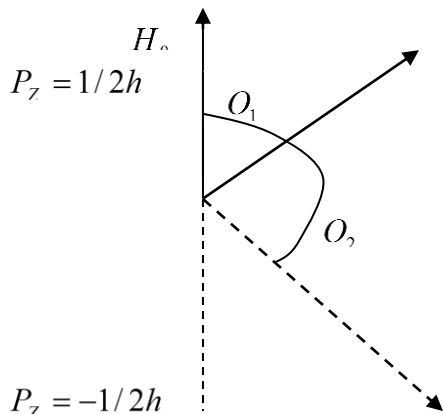
Undan  $P_z = +\frac{1}{2}h$  yoki  $P_z = -\frac{1}{2}h$  ekanligi kelib chiqadi.

$$\frac{P_z}{P^*} = \cos \theta; \quad \cos \theta = \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \text{bundan } \theta_1 = 54^\circ 44', \quad \theta_2 = 125^\circ 16'$$

$$E = -\mu H_0 \cos \theta; \quad E_1 = -\mu H_0 \bullet \frac{1}{\sqrt{3}} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \mu H_0, \quad E_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \mu H_0$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \mu H_0 - \left( -\frac{1}{\sqrt{3}} \mu H_0 \right) = \frac{2}{\sqrt{3}} \mu H_0 = h\nu$$

Bu erda  $h\nu$  tashqi maydondan o'z yo'nalishini o'zgartirish uchun yadro spini tomonidan qabul qilingan energiya  $\nu = \frac{2\mu H_0}{\sqrt{3}h}$   $\nu$  – esa yutilgan kvantning chastotasi.



Bu radio to'lqinlarining sohasiga to'g'ri keladi. Shuning uchun YaMR va EPR usullari radiospektroskopik usul deyiladi.

### **Muhokama uchun savollar:**

1. Molekulaning magnit xususiyati qanday paydo bo'ladi?
2. Yadro va elektronlarning magnit maydondagi holatini qanday izohlanadi?
3. Kimyoviy siljish va uning ahamiyati.

## **9-ma'ruza IONIZATSIYALASH USULI. ELEKTRON ZARBA, FOTOIONIZATSIYA, KIMYOVIY IONIZATSIYA.**

### **REJA:**

- 1. Mass-spektroskopiyaning ionlanish usullari;**
- 2. Elektron dastasi yordamidagi ionlanish jarayoni;**
- 3. Foto va kimyoviy ionlanish usullari.**

Mass-spektroskopiyaning boshqa spektroskopik usullardan **asosiy farqi**, boshqa spektroskopiya nurlanishdan keyin modda molekulasi boshlangich holatga o'zgarishdan qaytadi, ammo mass-spektroskopiya molekula qo'g'aladi, ionlanadi va molekulyar ion parchalanadi. Mass-spektrometriya usulining boshqa **usullardan ustunligidan** biri, namunaning miqdori pikogrammlar ( $10^{-12}$  g) bo'lganda ham o'rganish mumkin. Agar mass-spektrometr elektron hisoblash mashinasi (EHM) bilan jihozlangan bo'lsa juda ham oz miqdordagi dorivor moddalarni aniqlash mumkin (masalan, gormonal preparatlarni aniqlash miqdori 200-300 pikogramm).

Organik moddalarning mass-spektroskopiya yordamida o'rganiladigan sohalari quyidagilar: 1) Tabiiy gazlar; 2) Havo; 3) Sanoat chiqindilari;

4) Yonish natijasida hosil bo'ladigan gazlar; 5) Aerozollar.

Moddalarning mass-spektrini olish uchun namuna **ionlanish va dissotsialanish** jarayoniga uchratiladi. Molekulada bo'ladigan ionlanish va dissotsialanish hodisalari elektronlar zarbasi, fotonlar va kuchli elektr maydoni ta'sirida ro'y beradi.

**Ionlanish.** Mass-spektrometrda bo'lakli ionlarning hosil bo'lish jarayoni molekulani elektronlar bilan ta'sirlanishidan boshlanadi, bunda energiya 100 eV ga teng bo'lsa, tezligi  $5.9 \cdot 10^6$  m/sek bo'ladi, molekula bilan uning to'qnashish vaqti taxminan  $10^{-7}$  sekundga teng bo'ladi.

Kuchli elektronlar oqimi molekulaning elektron qavati bilan ta'sirlashib molekulaning elektron qo'zg'algan holati ro'y beradi va u quyidagi formula bilan ifodalanadi:  $\tau = \frac{h}{E}$

$h$  -Plank doimiysi,  $E$  -qo'zg'algan holat energiyasi, oddiy mass-spektrometriyada  $E=15$  eV,  $\tau=4 \times 10^{-7}$  sek.ga teng,  $\tau$ - ni qo'zg'algan molekulaning yoki ionning hosil bo'lish vaqti.

Atom va molekularning ionlantiruvchi elektronlar bilan to'qnashuvini quyidagicha izohlash mumkin: Elektron o'zining ma'lum energiyasini yo'qotadi



( $\Delta E$ ), molekula esa yangi qo'zg'algan holatga o'tadi. Molekulyar ion + elektron  $\Delta E$  ning eng kichik qiymatida ionlar hosil bo'lish imkoniyatiga ega bo'lsa, buni **ionlanish energiyasi** deb aytiladi.

Energiyaning saqlanish qonunidan:

$$E_0 = E_1 + \Delta E_0; \quad E_0 = J + E_2 + E$$

$E_0$  - ta'sir etayotgan elektron energiyasi;  $\Delta E_0$  - elektron yo'qotgan energiyasi;

$E_1$  - tarqalgan elektron energiyasi;  $J$  - ionlanish energiyasi;

$E$  - qo'zg'algan molekulyar ionning energiyasi;

$E_2$  - molekuladan urib chiqarilgan elektron energiyasi;

$E+J$  - ni ko'pincha ionlanish potentsiali deb aytiladi, ya'ni bu molekulyar ion hosil bo'lishidagi eng kichik energiya.

Organik moddalar ionlanishining birqancha usullari mavjud.

**Fotonlar ta'sirida ionlanish.** Ko'pincha organik moddalarning ionlanish potentsiali 13 eV dan kichik qiymatda bo'lgani uchun ionlanishni olib borish uchun qisqa to'lqin uzunlikdagi nurlanishdan foydalanish mumkin. Fotonlarning qulay manbai sifatida nurlanish energiyasi 21,21 eV ga teng bo'lgan geliyli asbobdan foydalanish mumkin. Ionizatsion kamerada nurlanish intensivligi qancha yuqori bo'lsa, kameradan ionlarning chiqishi shuncha ko'p bo'ladi.

Vakuumba cho'g'langan simdan hosil bo'lgan elektronlar ma'lum potentsial bilan tezlashadi va ionizatsion kameraga kirib boradi. Shunday qilib elektronlar ev qiymatga ega bo'ladi, potentsial 5 dan 100 eV oraliqgacha o'zgaradi, ammo mass spektrni 70 eV da o'lchanadi, chunki bu kuchlanish ionlarning maksimal tarzda hosil bo'lishiga etarli hisoblanadi.

**Kimyoviy ionlanish.** Molekula va ionlar to'qnashganda yangi zaryadlangan zarrachalarni hosil bo'lish reaksiyalarini kuzatish mumkin. Masalan, metanning molekulyar ioni neytral molekulasi bilan reaksiyaga kirishib mustaxkam  $\text{CH}_3^+$  ion hosil qilishi mumkin:  $\text{CH}_4^+ + \text{CH}_4 = \text{CH}_3^+ + \cdot\text{CH}_3$

Zamonaviy mass-spektrometrlarda turli xil ionlanish xodisalari ishlatiladi, bu o'z navbatida ayniqsa aralashmalarni o'rganilganda ko'p miqdordagi axborotlarni olishga imkon beradi. Bu uslub murakkab peptidlarni taxlil etish ishlarida foydalanilib, bunda ular fermentativ gidrolizga uchratiladi va hosil bo'lgan aralashmaning mass-spektri to'g'ridan-to'g'ri olinadi. Bunday mass-spektrda faqat molekulyar ionlar bo'ladi, ularning hosil bo'lishi uchun ionlanish jarayoni kuchli elektr maydon ta'sir etib olib boriladi, buni maydon ionlanishi yoki maydon desorbtsiyasi deb aytiladi. Hosil bo'lgan molekulyar ionlarning massalari bo'yicha peptidlarning molekulyar og'irligi aniqlanadi. Olingan ma'lumotlar EXM da ishlanib gidrolizatdagi peptidlar ketma-ketligi aniqlanadi.

Mass-spektrometr - elektr va magnit maydonlarining vakuumda uchayotgan ionlar dastasiga ko'rsatadigan ta'siriga asoslangan bo'lib, moddaning ionlashtirilgan zarralarini massalari bo'yicha ajratuvchi asbob hisoblanadi. **Macs-**

**spektroskopiya uslubi** deganda, ionlar massasining elektr zaryadiga nisbatini aniqlash orqali moddani tekshirish usuli tushuniladi.

O'rganiladigan moddalarni **mass-spektrometrga kiritishning** birqancha usullari mavjud:

**Sovuq holda kiritish.** Bu usul gazlar uchun, hamda uy temperaturasida va  $10^{-2}$  mm.sm.us. bosimida oson uchadigan moddalar uchun ishlatiladi.

**Issiq holda kiritish.** Organik moddalarni bug' holatiga kelishi uchun mass-spektrometr sistemasini  $300^{\circ}$  gacha qizdiriladi.

**To'g'ridan-to'g'ri kiritish.** Mass-spektr olish uchun sistemada chuqur vakuum hosil qilish ( $10^{-6}$  mm. sm. ustuniga yaqin) bilan birga qizdirilsa ko'p birikmalar oson bug'lanadi. Bu usul bilan molekula og'irligi 2000 gacha bo'lgan birikmalarning mass-spektrini olish mumkin.

**Xromatografdan kiritish.** Gaz xromatograf ustunidan o'rganiladigan moddaning va gaz - tashuvchining aralashmasi chiqadi. Gaz - tashuvchi oqimning tezligi odatda 50 ml.min. tashkil etadi, ammo bunday gaz hajmini ion manbasiga kiritish mumkin emas, shuning uchun o'rganiladigan moddaning miqdorini kamaytirmasdan gaz-tashuvchini ajratib olish kerak.

Zamonaviy mass-spektrometrlar elektron hisoblash mashinasi (EHM) hamda suyuqlik va gaz xromatograflari bilan birgalikda boshqariladi.

*Spektrometrlarning ionlarni bir-biridan ajrata olish darajasi*

Mass-spektrometrlarning ionlarni ajratish darajasi deganda ikkita yonmayon turgan ionlar cho'qqisini bir-biridan ajratishi e'tiborga olinadi. Agar ikkita ion cho'qqilari bir-birining ustiga tushsa uni quyidagicha massalarning ayirmasi bo'yicha izohlash mumkin:

$$M_1 - M_2 = \Delta M$$

masalan,  $M_1 = 101$ ;  $M_2 = 100$ ;  $M_2/\Delta M = 100/1 = 100$ ,  $\Delta M = 1$ .

Agar  $M_1 = 100,005$

$M_2 = 100$  bo'lsa  $\Delta M = 0,005$  bo'ladi, bunda yuqoridagi nisbat

$100/0,005 = 20000$  bo'ladi.

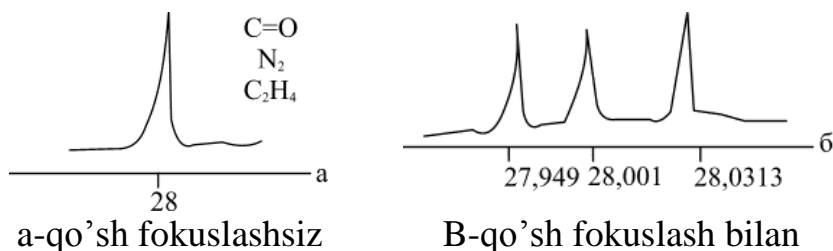
Demak, massalarning farqi juda kam bo'lsa asbobning ionlarni ajratish darajasi shuncha yuqori bo'lishi kerak.

Asboblar ionlarni ajratish darajasiga asosan uch xil, ya'ni kichik, o'rtacha va yuqori darajali bo'lishi mumkin. Yuqori -darajada ajratishlik turida massaning ikkala massa ayirmasiga nisbati 5000 dan katta bo'lib, o'rtachanikida 1000-5000 gacha va kichik ajratishlikda esa bu qiymat 1000 gacha bo'ladi.

Agar magnit maydonida ajralgan ionlar yo'lida elektr maydon hosil qilinsa, ionlarning bir-biridan ajratishlik darajasi yanada oshadi, bu uslubni qo'sh fokuslash deb atiladi.

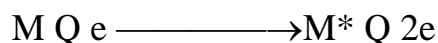
Elektr maydoni magnit maydonidan avval yoki keyin ham qo'yilishi mumkin.

Qo'sh fokuslashga misol sifatida massalar bir-biriga juda yaqin bo'lgan uchta birlikning molekulyar ion cho'qqilarining aniq ajralib chiqishi rasmda tasvirlangan.



### Molekulyar ionlar

Molekulyar ion molekulaga elektron oqimi ta'sir ettirilganda molekuladan 1 ta elektronning chiqarib yuborilishi natijasida hosil bo'ladi.



Molekulyar ion massasi namunaning molekula og'irligini va empirik formulasini ifoda etadi. Molekulyar ionlar boshqa ionlardan o'z holati bilan farq qilgani uchun uni spektrdan oson aniqlab olish mumkin.

Molekulyar ionlarning barqarorligi hosil bo'lgan bo'lakli ionlarning miqdoriga nisbati bilan belgilanadi. Spekrda mol. ionning hosil bo'lishi kuzatilmasa, ionlanishda hosil bo'lgan mol. ionning parchalanish tezligi yuqori bo'lishini ko'rsatadi. Molekulaning o'lchami va tarmoqlanishining oshishi natijasida ionlarning parchalanish tezligi ham yuqori bo'ladi.

Pal turli organik moddalarning mol. ionining barqarorligini o'rganib, mol.ionlarning parchalanish ehtimolligini quyidagi tenglama orqali aniqlagan:

$$W_z = \frac{\sum J_f}{\sum (J_f + J_p)}$$

$\sum J_p$  - parchalanmagan mol. ionning to'liq intensivligi.  $\sum J_f$  - mass-spektrdagi bir zaryadli boshqa ion cho'qqilarining intensivlik yig'indisi.

Mol. ionlarning barqarorligi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$W_p q 1 - W_z$$

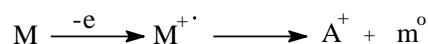
Molekula og'irligi kichik bo'lgan uglevodoroddarda  $W_r$  ning qiymati turlicha, atsetilen uglevodorodlarda-0,752; olefinlarda-0,389 va parafinlarda - 0,120 ga teng.

Mol. ionlarning barqarorligi zanjirning tarmoqlanishi bilan pasayadi. Uzun zanjirli molekullarga aromatik xalqa kiritilsa, molekulyar ionning barqarorligi oshadi.

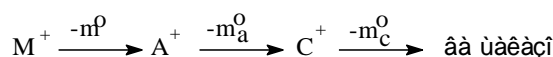
Agar mol. ionning ichki energiyasi etarli bo'lsa parchalanish natijasida undan neytral zarrachalar chiqib ketib bo'lakli ionlar hosil bo'ladi.

### Bo'lakli ionlar

Mol. iondan dissotsialanish jarayoni natijasida bo'lakli ionlar hosil bo'ladi. Mol. iondan ajralib chiqayotgan zarracha  $m^{\circ}$  radikal yoki neytral molekula bo'lishi mumkin.



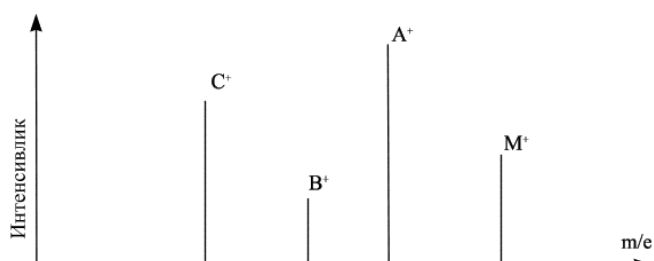
Agar  $A^{+}$  ionning energiyasi etarli bo'lsa parchalanib turli ion bo'laklarini hosil qiladi, bu jarayon oxirgi bo'lakli ionning energiyasi keyingi parchalanishga etarli bo'lmaguncha davom etadi.



Mass-spektr bo'yicha bunday ketma-ketlikdagi parchalanishni o'rganish bo'lakchalarning hosil bo'lish yo'llari yoki yo'nalishlari deb aytiladi.

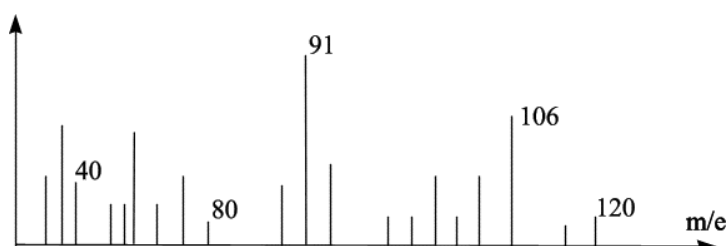
Mol. ion  $M^Q$  va xoxlagan bo'lakli ionlar ( $A^Q$ ,  $B^Q$ ,  $C^Q$ ) birqancha yo'nalish bo'yicha parchalanishi mumkin. Parchalanishning turli xil yo'nalishlarini birlashtirib bo'lakchalarning hosil bo'lish chizmasi tuziladi.

Bir yo'nalish bo'yicha bo'lakchalarning hosil bo'lish chegarasi mol. ionning ( $M^Q$ ) boshlang'ich ichki energiyasi bilan belgilanadi, hamda ionning hosil bo'lish va uni yozilish vaqti bilan aniqlanadi. Shuning uchun ham mass-spektr faqat bo'lakchalarning hosil bo'lishigina bo'lmay, balki ma'lum energiya va vaqtda ularning ko'rinishi hisoblanadi (rasm).



rasm. Ion mansabidagi  $M^Q$ ,  $A^Q$ ,  $V^Q$ ,  $S^Q$  ionlarning intensivligi.

Mass-spektr maksimal cho'qqiga nisbatan boshqa ionlarni foizlarda ifoda etishdir. Lekin mass-spektrda hamisha molekulyar ion asosiy bo'lmasligi mumkin (rasm)



rasm. Meta-ksilolning mass-spektri (mG'eq91 ning intensivligi 100 birlikka teng yoki intensivligi 100%).

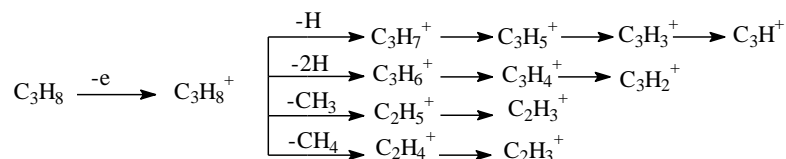
Mass-spektr neytral molekullarni o'rganmaydi, shuning uchun ham mass-spektrni taxlil qilishda eng avval qaysi bog' uzilishini va qaysi bo'lak musbat zaryadini o'zida saqlab qolishini bilish kerak bo'ladi.

Ionlanish jarayonida hamma bog'lar ham kuchsizlanadi, bunda bir bog' boshqa bog'ga nisbatan ko'prok kuchsizlanishi mumkin.

Lennard-Djonson va Xoll tomonidan n-oktan molekulyar ionidagi musbat zaryadlarning taqsimlanishi hisoblab chiqilgan. Molekula orbitallari bir xil bo'lmagani uchun butun molekuladagi musbat zaryadlar ham bir xil emas, asosan C-C va C-H orbitallar uchun hisoblangan. Zaryadlarning 23 % i C-C bog'ida, 40 %i qo'shni bog'larda, keyingi bog'larda 23 %, hamda oxirgi C-C va C-H bog'larda 7 % taqsimlangan.

Zaryadning taqsimlanishiga asosan eng ko'p uchraydigan ionlarning massasi molekulyar ion massasining yarmiga teng bo'lishi mumkin.

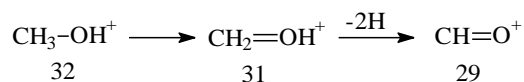
Ionlarning parchalanishi bosqichma-bosqich ro'y beradi, ular asosan boshlang'ich bo'lakli ionlardan dissotsiatsiyalanish jarayoni natijasida hosil bo'ladi. Dissotsiatsiyalanishga bog' energiyasidan tashqari o'rinbosarlar va hosil bo'lgan bo'lakli ionning barqarorligi ham ta'sir etadi. Propanning parchalanishi:



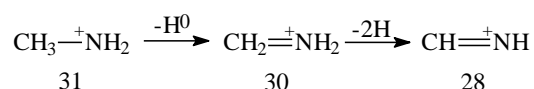
### Metastabil ionlar

Ionlanish xonasida namunaga elektron oqimining kuchli ta'siri natijasida hosil bo'lgan ayrim ionlar metastabil xususiyatga ega. Ularning ionlanish xonasidan chiqib ketishi qarorli bo'lib, ayrimlari kollektorga (ionlar dastasi tomonidan keltirayotgan zaryadlarni to'plovchi elektrod) etmasdan ham dissotsiatsiyalanishi mumkin. Bu ionlarning ayrimlari boshlang'ich massasi  $M_1$  bo'lgan holda kollektorga parchalanmasdan etib olishi mumkin, ammo ayrimlari ionlanish xonasidan chiqishdan avval parchalanish xususiyatiga ega. Shunday qilib, mass-spektrda metastabil o'tishlarga xos bo'lgan, boshlang'ich va oxirgi ionlarning cho'qqilari namoyon bo'ladi. Metastabil ionlarning boshlang'ich va oxirgi massalarini aniqlash molekula tuzilishi to'g'risida xulosa qilishga imkon beradi.

Masalan, metanol va uni deyteriy o'rin almashgan hosilasining spektrida quyidagi metastabil ionlar ko'rinadi:



*Amin mass-spektrida aminli bo'laklardan iborat bo'lgan metastabil ionlar mavjud.*



Agar massasi  $M_1$  ion parchalanib massasi  $M_2$  bo'lgan ion hosil qilsa mass-spektrda metastabil ion namoyon bo'lib, yning massasi  $M^* = \frac{M_2^2}{M_1}$  ga teng. Shunday qilib, spektrda massasi  $M^*$  bo'lgan metastabil ionning topilishi boshlang'ich ion massasi va undan hosil bo'lgan ion massasi  $M_2$  ni aniqlashda imkon beradi. Masalan, toluol mass spektrida mG'e 91 ( $\text{C}_7\text{H}_7$ ) va mG'e 65 ( $\text{C}_5\text{H}_5$ ) intensiv ion cho'qqilari namoyon bo'ladi; shu bilan birga mG'eq46,8 ga teng metastabil ionning hosil bo'lishi (46,4q65<sup>2</sup>G'91) shuni tasdiqlaydiki, ya'ni massasi 65 bo'lgan ion massasi 91 bo'lgan iondan hosil bo'lishi uchun boshlang'ich iondan massasi 26 ga teng bo'lgan zarracha ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) chiqib ketishi lozim ekan.

## **10-ma'ruza XROMATOGRAFIYA USULINING NAZARIY ASOSLARI**

### **REJA:**

1. Xromatografiyada ionalmashtirgichlar. Kationalmashtirgich va anionalmashtirgichlar;
2. Ionalmashinish jarayonining kaytarligi, ta'sir etuvchi omillar.
3. Kuchli va kuchsiz kislotali ionalmashtirgichlar.

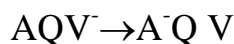
.Agar qattiq sorbent ionogen gruppalar tutsa, u xolda unga elyuent eritmasi kuyilganda kationlar yoki anion bilan almashinish ketadi. Bunday ionogen gruppalar tutadigan qattia sorbentlar ionalmashtirgichlar deyiladi. Ionalmashtirgichlar kationalmashtirgichlar va anionalmashtirgichlarga bulinadi.

Kationalmashtirgichlar uzida  $\text{R-SO}_3\text{H}$ ,  $\text{R-COOH}$ ,  $\text{R-OH}$  kabi gruppalar tutadi. Bulardaga vodorod kationlar bilan almashinishga moyildir.  $-\text{SO}_3^-$ ,  $-\text{O}^-$   $-\text{SOO}^-$  lar belgilangan ion deyiladi.  $\text{N}^{\text{Q}}$  esa  $\text{K}^{\text{Q}}$  va  $\text{Na}^{\text{Q}}$  va boshqa kationlarga alashinishga moyil bo'lgan karama - karshi ion deyiladi.

Anionalmashtirgichlar  $\text{A-N}(\text{CH}_3)_2$ ,  $\text{A}_2\text{NH}$ ,  $\text{A-NH}_2$  bular asos xossasiga ega bo'lgan moddalardir, o'zida belgilangan -  $\text{NH}_3^{\text{Q}}$ ,  $\text{R NH}_3^{\text{Q}}\text{Cl}$ , ionlar tutadi,  $\text{Cl}$  esa qarama — karshi iondir.

Ionalmashtirgichlarning amfoterligi ham mavjud, ya'ni o'zida kislota va asos tutgan ionalmashtirgichlardir. Belgilangan gruppalar  $\text{rN}$  ga karab kationalmashtirgichlar yoki anionalmashtirgich bo'lishi mumkin.

Istalgan ionalmashinish jarayonini qaytar stexiometrik jarayon deb karash mumkin. Bir xil zaryadli ionlar uchun umumiy xolda sxematik ravishda quyidagicha tasvirlash mumkin.



Bunda, A va V harakatchan fazadagi ionlar. A<sup>-</sup> va V<sup>-</sup> lar ionalmashtirgichdagi ionlar.

Bu jarayonni muvozanat konstantasi quyidagicha ifodalanadi:

$$K_{A/B}^T = \frac{a_{A^{-}} - a_B}{a_A a_{B^{-}}}$$

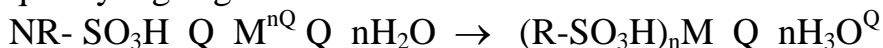
Bunda  $K_{A/B}^T$  - almashinish konstantasi

Konsentratsion konstantasi esa:

$$K_{A/B} = \frac{[A^{-}][B]}{[A][B^{-}]}$$

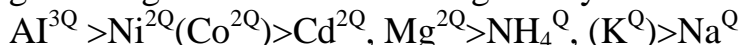
Ionogen gruppalarining tabiatiga bog'liq ravishda kationalmashtirgichlar kuchli kislotali va kuchsiz kislotalarga bo'linadi.

Masalan kuchli kislotali kationalmashtirgich R-SO<sub>3</sub>H suvli eritmalarda rN(1-14) ning keng intervallarida kislota xossalarini namoyon qiladi va deprotonlashgan shaklda qatnashadi. Bunday kationalmashtirgich protonlangan shaklda (N<sup>Q</sup> - formada) faqat kuchli kislotali muhitdagina almashtirish qobiliyatiga ega.

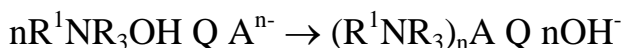


Kuchsiz kislotali kationalmashtirgichlar (R-COOH, R-OH) ionlangan holda qatnashadi va kuchli hamda kuchsiz kislotali muhitlarda protonlangan holda mavjud bo'ladi. Ular kuchli kislotali kationalmashtirgichlarga nisbatan kuchsiz kislotali muhitlarda ionalmashinish reaksiyalariga kirisha oladi.

Ionalmashinish jarayoni qaytardir. Jarayonning muvozanati eritmaning kislotaliliga, almashinishda ishtirok etayotgan kationlar konsentratsiyasiga va ularning zaryadiga, hamda temperaturaga bog'liqdir. Turli kationlar kationalmashtirgichda turlicha ushlanadilar (ularning selektivlik koeffitsientlari turlichadir). Ko'pchilik hollarda yuqori zaryadli kationlar to'laroq va birinchi navbatda ushlanadi. Bir xil zaryadli ionlar uchun almashinishga moyillik gidratlangan ionlar radiusining kamayishi bilan ortadi, masalan,



Anionalmashtirgichlar kuchli va kuchsiz asoslarga bo'linadi. Kuchli asosli anionalmashtirgichlarga harakatchan faza anionlari bilan almashinishga moyil bo'lgan to'rtlamchi ammoniy (R<sup>1</sup>NR<sub>3</sub>OH) gruppalari tutgan ionalmashtirgichlar misol bo'la oladi:



Kuchsiz asosli anionalmashtirgichlarga amin gruppalari tutgan ionalmashtirgichlar kiradi.

Kuchli asosli ionalmashtirgichlarni keng rN(1-9) intervallarida foydalanadilar.

Anoionlarning almashinishga moyilligi ham ularning zaryadi va ion radiuslariga bog'liq bo'ladi.

Amaliyotda tegishli ionalmashtirgichlar (kationalmashtirgich yoki anionalmashtirgich) maydalangandan so'ng diametri 5-15 mm va uzunligi 10 sm atrofida bo'lgan kolonkaga joylashtiriladi va distillangan suv bilan yuviladi. So'ngra shu kolonkada analiz qilinadigan eritma o'tkaziladi. Eritma ionalmashtirgich bilan kontaktda bo'lganda ionalmashtirgichning ionogen gruppalaridagi harkatchan ionlari bilan eritmadagi bir xil ismli ionlar orasida almashinish ketadi. Jarayon bir necha marta takrorlanadi. Kolonkadan moddalarni ajratib olish uchun tegishli erituvchi (elyuent)dan foydalaniladi, ya'ni erituvchini asta-sekinlik bilan kolonkadan (1mlG'min) o'tkaziladi. Bunda sorbilanish qobiliyati asosida ionlar ionalmashtirgichlarda zonalar bo'yicha taqsimlanadi – ionning sorbilanishi qanchalik kam bo'lsa, kolonkada uning zonasi shunchalik pastda joylashadi. Elyuentni o'tkazish davom ettirilsa kolonkada birinchi navbatda eng kam sorbilanadigan ion, so'ngra sorbilanish qobiliyati asosida qolgan ionlar kam chiqadi. SHu tarzda ionlar bir – biridan ajratiladi.

Ionalmashinish jarayoni kompleks hosil qilish bilan bog'lansa ajratishning effektivligi yanada ortadi. Eritmada anionli komplekslar holdagi metallar kation shaklidagi metallardan oson ajraladi. Anion shaklidagi komplekslar (masalan, xloridlar) qatorida, anion-almashirgichda sorbordanish kompleksning barqarorligi ortishi bilan ortad. Bularni kislota bilan elyuirlansa, turli konsentratsiyali kislotadan foydalanib ajratiladigan elementlarni ketma-ket ajratib olish mumkin. Barqarorligi kam bo'lgan anion shaklidagi komplekslar konsentratsiyasi yuqoriroq, barqarorlari esa konsentratsiyasi kamroq bo'lgan kislotalar eritmalari yordamida ajratib olinadi.

Bir xil zaryadli va o'lchamlari bir-biriga yaqin bo'lgan ionlar taxminan bir xil sorbilanadi va o'lchamlari bir-biridan ajratib bo'lmaydi. Ammo sorbilangan ionlardan biriga ligand xossasini namoyon qiladigan elyuent tanlansa, u holda elyuentga shu metall ionining kompleksi chiqadi, qolgan ionlar esa kolonkada qoladi. SHu yo'sinda kolonkadagi qolgan ionlarni ham ajratish mumkin.

Ionitlar asosan ikkiga bo'linadi:

1) Anorganik ionitlar

2) Organik ionitlar

1) a) Tabiiy anorganik ionitlar: sseolitlar, alyumosiliktlar, masalan,  $Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot nH_2O$ ;  $Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot Na_2O \cdot nH_2O$ .

b) Sintetik anorganik ionitlar: sintetik alyumokremniy kislotalari.

2) a) Tabiiy organik ionitlar: tuproqning organik tashkil qiluvchilari, torflar, qo'ng'ir ko'mir, jun, ssellyuloza va bosh.

Sintetik organik ionitlar: sintetik ionalmashtirgich smolalar, o'zida  $-SO_3H$ ,  $-COOH$ ,  $-OH$ ,  $-CH_2N(CH_3)_3^+Cl^-$ ,  $-CH_2NH(CH_3)_3^+Cl^-$ ,  $-CH_2NH_2CH_3^+Cl^-$  va hokazo ionogen grupplar tutgan sintetik polimer moddalar va hok.

Ionalmashtirgichlar almashinish sig'imi bilan xarakterlanadi.



Almashinish sig'imi – bu ionalmashtirgich u yoki bu miqdor ionlarni yutish qobiliyati.

Ionalmashtirgichning ionalmashinish sig'imi uchga bo'linadi.

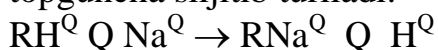
- I- To'la sig'imi – bu ionogen gruppalarining to'la to'yinish bo'linadi;
- II- Alohida gruppalar bo'yicha sig'imi - alohida gruppalarining to'yinishi bilan aniqlanadi.
- III- Muvozanat sig'imi – bu o'zgaruvchan kattalik, chunki tajribani o'tkazish sharoitiga bog'liq bo'ladi.

I va II- xarakteristikalar miqdoriydir.

Almashinish sig'imi aniqlanish sharoiti asosida ikki ko'rinishda bo'ladi:

- 1) Statik almashinish sig'imi (SAS);
- 2) Dinamik almashinish sig'imi (DAS)

1. Statik ionalmashinish quyidagicha amalga oshiriladi: shisha yoki polietilen tiqin bilan germetik berkitiladigan kolbaga  $N^Q$  - formadagi kationit joylashtiriladi va shu idishga natriy xlorid eritmasi solinadi. Kolba berkitilib muvozanat qaror topguncha siljitib turiladi:

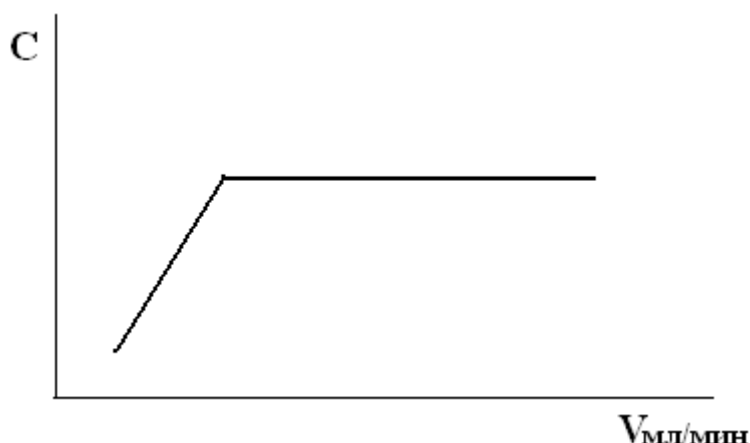


Almashinish to'la bo'lishi uchun smoladan ortiqcha miqdorda olinadi. Statik almashinish sig'imini 1 g smola (ionlashtirgich) da almashingan ionlar miqdori bilan aniqlanadi. O'lchov birligi mg-ekvG'g.

Miqdoriy shaklda smolaning ionlari almashtirish qobiliyati taqsimlanish koeffitsienti bilan aniqlanadi:

$$D_d = \frac{\text{ионлар миқдори/курук смола массаси}}{\text{ионлар миқдори/эритма ҳажми}}$$

2. Dinamik almashinish sig'imini ionalmashtirgich solingan kolonkadan ionlar eritmalarini o'tkazish bilan aniqlanadi. Eritma ma'lum tezlikda (1mlG'min) ionalmashtirgichli kolonkadan o'tkaziladi. Eritmadan ma'lum hajmini olib undagi metall ionlari miqdori biron aniqlash metodi yordamida aniqlanadi.



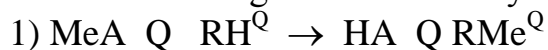
Analitik kimyoda deyarli har doim ionalmashinish xromatografiyasining kolonkali varianti qo'llaniladi.

Smolaning asosiy qismi  $\text{Na}^Q$  formaga o'tgach regeneratsiyalash mumkin, ya'ni kolonka orqali 3- 4M NCI eritmasi o'tkaziladi, bunda  $\text{N}^Q$  ionlari  $\text{Na}^Q$  ni sorbentdan siqib chiqaradi. So'ngra smola distillangan suv bilan yuviladi, bunda kationit yana  $\text{N}^Q$  formaga o'tadi.

Ionalmashinishing analitik kimyoda qo'llanilishi.

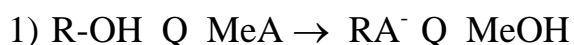
#### 1. Tuzlarni aniqlash.

Kationalmashtirgich smoladan foydalanib ko'pchilik tuzlarni aniqlash mumkin:



Bunda NA ni ishqor yordamida titrlanadi va metallning har bir ekvivalent miqdoriga sarflangan NA asosida tuzning miqdori aniqlanadi.

Anionalmashtirgichlardan foydalanib ham (ON- formadagi) tuzlar miqdorini aniqlash mumkin:



Bunda MeON kislota bilan titrlanadi. Ammo ikkinchi usul juda kam qo'llaniladi, chunki gidrooksidlar (ishqoriy va ishqoriy er metallarinikidan tashqari) qiyin eruvchan bo'ladi.

Suvni (ionsizlantirish) tozalash,

Suvning  $\text{N}^Q$  formadagi kationit va  $\text{ON}^-$  formadagi anionit tutgan aralashmali kolonkadan o'tkaziladi. Bunda suvdagi hamma ionlar (kationlar va anionlar)  $\text{N}^Q$  va  $\text{ON}^-$  ga almashinadi, ya'ni suv aralashmalardan tozalanadi.

## 11-ma'ruza: GAZ VA SUYUQLIK XROMATOGRAFIYA SI

### REJA:

1. Gaz-suyuqlik xromatografiyasi usuli;
2. Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi
3. Xromatografiyada miqdoriy taxlil.

**Gaz xromatografiyasida sifatli tahlil.** Har qanday moddaning turg'un va harakatchan fazalar bilan o'zaro ta'siri uning individual xususiyati bo'lib hisoblanadi. Xromatografiyada sifatli tahlil uchun qo'llaniladigan asosiy kattalik ushlanish vaqtidir. Kolonkali gaz va suyuqlik xromatografiya usullarida ushlanish vaqti kolonkaning to'ldirilish sifati, harorat, elyuentning harakat tezligi, sorbentning navi va boshqa ko'p omillarga bog'liq. SHuning uchun ham ushlanish vaqtining qiymati bir kolonkadan ikkinchisiga o'tganda o'zgaradi.

Nisbiy ushlanish vaqti ajratiladigan modda ushlanish vaqtining standart modda ushlanish vaqtiga nisbatidir. Aniqlangan R nisbiy ( $\tau$ ) qiymat jadvaldagi qiymat bilan solishtiriladi. Agar toza moddalar asosida analiz qilinayotgan bo'lsa, tekshirishda olingan ushlanish vaqti toza moddaning shunday qiymati bilan solishtiriladi. Natijalarning yanada ishonchli bo'lishini ta'minlash uchun turli sorbentlar bilan to'ldirilgan ikkita kolonkada olingan qiymatlar solishtiriladi. Tekshiriladigan modda xromatogrammasi tushirilgandan keyin aralashmaga toza

modda qo‘shilib, yana xromatogramma tushiriladi. Agar ushlanish vaqtlari bir xil bo‘lsa, xromatogrammaning yuzasi yoki balandligi ortadi. Bu esa tekshirilayotgan modda tarkibida qo‘shilgan standart moddaga to‘g‘ri keladigan modda borligi haqida xulosa qilishga imkon beradi.

Xromatografiyaning barcha turlaridan eng ahamiyatlisi elyuentli kolonkali xromatografiyadir. Bu metodning asosiy tavsiflarini kurib chikamiz.

Sigim koeffitsienti- sorbentning ayni moddani kanchalik kuchli ushlab kolishini kursatuvchi kattalik:

Bunda k-sigim koeffitsienti;  $n_{\text{xarakatchan}}$  va  $n_{\text{xarakatsiz}}$  moddaning xarakatchan va xarakatsiz fazalardagi mol mikdorlari.

Taksimlanish koeffitsienti- moddaning xarakatchan va xarakatsiz fazalardagi taksimlanishida urnatiladigan muvozanatni kaksimlanish koeffitsienti deyiladi:

$S_{\text{xarakatsiz}}$  va  $S_{\text{xarakatchan}}$ - moddaning xarakatsiz va xarakatchan fazalardagi konsentratsiyalari. Xromatografiyaning har bir turi uchun takcimlanish koeffitsientining nomi mavjud: taksimlanish va ionalmashinish xromatografiyasida- taksimlanish koeffitsienti, adsorbsion xromatografiyada- adsorbsiya koeffitsienti, gel-filtratsion xromatografiyada- singuvchanlik koeffitsienti.

Detektor- bu kolonkadan chikayotgan komponent konsentratsiyasini uzluksiz kayd kiluvchi moslama. Kayd kilish uchun aralashma komponentlarining tabiati va mikdori bilan boglik bulgan xarakatchan fazadan kelayotgan istalغان analitik signalning ulchanishidan foydalanish mumkin.

Suyuklik xromatografiyasida kolonkadan chikayotgan eritmaning nur yutishidan (fotometrik detektorlar), sindirshi kursatkichi (refraktometrik detektorlar), potensial va elektr utkazuvchanlik (elektrokimyoviy detektorlar) kabi analitik signallardan foydalanish mumkin.

Gaz xromatografiyasida ta’siri analitik signalning komponent konsentratsiyasiga boglikligi, yoki signalning komponent xarakat tezligiga boglikligiga asoslangan detektorlardan foydalaniladi.

Birinchi guruxga issiklik utkazuvchanligi buyicha detektorlar va elektron ushlab koluvchi detektorlar (EUD), ikkinchi guruxga esa alanga-ionizatsion detektorlar (AID) va alanga-fotometrik detektorlar kiradi.

Istalغان detektorning asosiy tafsiri – bu sezgirlikdir  $S_q \frac{\Delta y}{\Delta c}$  (u-signal). Gaz detektorlarining sezgirligi juda yukori bulib  $10^{-14}$  gG/ml gacha boradi.

Ionning utkazuvchanligi buyicha detektor. Bu detektorda ionlar konsentratsiyasiga boglik bulgan elyuatning elektr utkazuvchanligini ulchanada. Birok elyuent xam elektr utkazuvchanlikga ega. Elyuentning ta’sirini yukotish uchun sistemaga yana bitta kolonka kiritiladi, bunda elyuent ionlari (fon elektroliti) kam dissatsilanuvchan birikmalariga aylantiriladi.

Issiklik utkazuvchanligi buyicha detektorlar (katarometrlar). Bunday detektorlarning ta’siri gazning issiklik utkazuvchanligi uning tarkibiga boglikligiga asoslangan. Odatda gaz-tashuvchilar (vodorod, geliy) ning issiklik utkazuvchanligi analiz kilinadigan gazlarnikiga nisbatan juda yukori buladi, shuning uchun elyuatdagi analiz kilinadigan gaz konsentratsiyasining uzgarishi, shu zoxati issiklik utkazuvchanlikni kamaytiradi va kolonkaning boshlanishidagi Pt simning

xaroratiga nisbatan kolonkaning chikish joyidagi Pt simning xaroratini kamaytirib yuboradi. Xaroratlar farkidan analiz kilinayotgan mikdori aniklanadi.

Elektron ushlab koluvchi detektor(EUD). Bunda elyuat  $\beta$ -nurlari okimi bilan nurlantiriladi, bu nurlar ta'sirida gaz-tashuvchilar atomlari kuzgolgan xolatga utib analiz kilinadigan gaz molekulari bilan tuknashadi va ularni ionlantiradi. Natijada tok paydo buladi, uni ulchash bilan modda mikdori aniklanadi.

Alangali-ionizatsion detektor(AID). Bu yukori sezgir detektorlar ta'siri gazzimon organik birikmalar yonganda ionlarning xosil bulishiga asoslangan. Ionlar yunaltirilgan okimga birlashtiriladi va xosil bulgan ionlanish tokini ulchanadi. AID asosan fosfororganik birikmalar analizi uchun foydalidir.

**Xromatografik miqdoriy analiz.** Zamonaviy xromatograflarda miqdoriy analiz xromatogrammadagi cho'qqining balandligi yoki yuzasini o'lchashga asoslangan. Miqdoriy analiz: 1) namuna olish va uni ishlash; 2) namunani xromatografik sistemaga kiritish; 3) xromatografiyalash; 4) xromatogrammani qayd qilish; 5) xromatogrammani ishlash bosqichlaridan iborat. Birinchi bosqich barcha usullar uchun bir xil bo'lgani holda, ikkinchi bosqich ulardan farq qiladi. Namunani kiritish uchun ishlatiladigan shpritslar aniq darajalangan bo'lishi juda muhimdir. Xromatogrammani ishlashdan oldin uning yuzasi yoki balandligi o'lchanadi. Bunda xromatogrammalarning simmetrik bo'lishi muhimdir. Simmetrik xromatogrammalar uchun cho'qqining balandligidan foydalanish mumkin. Asimmetrik cho'qqili xromatogrammalar bilan ishlaganda cho'qqi yuzasidan foydalanish ma'qul. Zamonaviy xromatograflarda yuzani aniqlash uchun integratorlar qo'llaniladi.

Moddaning konsentratsiyasini aniqlash uchun mutlaq darajalash va ichki standart usullaridan foydalaniladi. Mutlaq darajalash usulida aniqlanadigan va standart namunalarning bir xil sharoitdagi xromatogrammalari tushiriladi. Darajalash chizmasi asosida konsentratsiya topiladi. Ichki standart usulida tekshiriladigan moddaning muayyan miqdoriga ma'lum miqdor standart qo'shib, xromatogramma olinadi.

## 12-ma'ruza Rentgen tuzilish taxlil usulining asoslari

### REJA:

1. Rentgen qurilmalari konstruktsiyasi;
2. Moddalarning rentgen struktur analizi;

Rentgen spektral analiz rentgen qurilmalari konstruktsiyasi (jumladan rentgen fluorestsent analizatorlari) spektral usuli moddalarni rentgen nurlari ta'sirida nurlanish yutishiga asoslangan.

Rentgen qurilmalarni o'rnatish, sozlash, ularni qaytadan zaryadlash va texnik xizmat ko'rsatish O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2004 yil 6 martdagi 111-sonli [qaroriga](#) asosan litsenziyaga ega bo'lgan mutaxassislar tomonidan amalga oshiriladi.

Rentgen qurilmalarda insonni elektr toki ta'sirida shikastlanishidan himoya qilish toifasi GOST 12.2.007.0-75 talablari bo'yicha 0,1 ga teng.

Ushbu qurilmalarni erga ulash uchun 0,5 Om dan kam bo'lmagan qarshilikka ega bo'lgan alohida erga ulanuvchi kontur qilinishi lozim.

Rentgen qurilmalarning har xil qismlari va modullariga xavfsiz ravishda kirish imkoniyatlarini ta'minlash uchun ushbu qurilmalar tegishli blokirovka qurilmalari bilan jihozlangan bo'lishi lozim (yuqori kuchlanishdagi elektr tokini o'chiruvchi, rentgen trubkalar ishini to'xtatuvchi va boshq.).

Rentgen analizatorlarning barcha elektr toki o'tkazuvchi qismlari tasodifan bir-biri bilan tutashib ketishidan himoya qiluvchi qobiqlar bilan o'ralgan bo'lishi lozim. Himoya darajasi GOST 14254-96 talablari bo'yicha 1R20 toifada bo'lishi lozim.

Analizatorlarning elektr kuchlanishdagi barcha metall qismlari boltli birikmalar bilan erga ulangan bo'lishi lozim. Erga ulanish qisqichlarida (boltlarida) lak-bo'yoq qatlamlari bo'lmasligi lozim. Erga ulangan himoya simlarining qisqichlari yonida GOST 21130-75 talablari bo'yicha erga ulanganlik belgisi qo'yilishi lozim.

Erga ulangan himoya simlari qisqichlari (boltlar) orasidagi hamda apparatning elektr kuchlanishga ega tutashishi mumkin bo'lgan metall qismlaridagi elektr qarshiligi 0,1 Om dan oshmasligi lozim.

Analizator birlamchi elektr zanjirlari izolyatsiyasining qarshiligi normal iqlim sharoitlarida 10 MOm dan kam bo'lmasligi lozim.

Analizator birlamchi elektr zanjiri va erga ulangan ko'xuj hamda qobiqlar orasidagi izolyatsiya halqa va ustki to'siqlarsiz analizator turiga bog'liq holda va analizatordan foydalanish to'g'risidagi yo'riqnomada ko'rsatilgan kattalikdagi sinov kuchlanishlariga 1 minut davomida bardosh berishi lozim. Analizator ikkilamchi elektr zanjirlari orasidagi izolyatsiya halqa va ustki to'siqlarsiz analizatordan foydalanish to'g'risidagi yo'riqnomada ko'rsatilgan sinov elektr kuchlanishlariga bardosh berishi lozim.

Ulangan holdagi rentgen trubkalarida nurlanish ehtimolining oldini olish maqsadida:

kanalning ichki hajmiga kirish;

kanalning chiqish kollimatoridan detektorni olib qo'yish;

tirgakning orqa tomonidagi (ariq orqasidagi) plastinka va kojuxlarni olib qo'yish taqiqlanadi.

Analizator spektrometrik qurilmasida va rentgen trubkasi himoya kojuxlarida tayyorlovchi korxonalariga muvofiq tarzda radiatsiyaviy xavflilik belgisi osib qo'yilishi lozim; rentgen trubkalarining yuqori kuchlanishdagi manbalarida va detektor bloklarida elektr kuchlanish belgisi bo'lishi lozim.

Manbaga ulangan rentgen trubkasiga trubkaga olib boruvchi yuqori kuchlanish mavjudligini ko'rsatib turadigan yorug'lik indikatori ulanishi lozim.

#### Rentgen radiometrik spektral qurilmalar asbob-uskunalari

Rentgen radiometrik spektral qurilmalar konstruktsiyasi spektral laboratoriya va punktlar ishchilarini elektr toki ta'sirida shikastlanishlari, suyuq azot ta'sirida kuyishlari, asosiy kuch chegarasiga muvofiq tarzda ruxsat etilgan darajadan oshiqcha miqdorda radioaktiv nurlanishlaridan himoya qilishni ta'minlashi lozim.

Rentgen radiometrik qurilmalarda insonni elektr toki ta'sirida shikastlanishidan himoya qilish toifasi GOST 12.2.007.0-75 talablari bo'yicha 01 ga teng.

Qurilma barcha bloklarini erga ulash  $1 \text{ mm}^2$  dan kichik bo'lmagan kesma simlar bilan ishchi xonaning erga ulangan umumiy shinasiga (qizimaydigan yo'g'on sim) ulash orqali amalga oshirilishi lozim.

Rentgenradiometrik qurilmalari yuqori kuchlanishdagi elektr manbaiga ulanib turgan vaqtida uning yuqori kuchlanishdagi kabellarini ajratish taqiqlanadi. Rentgenradiometrik spektral qurilmalarda nurlanish generatori sifatida foydalaniluvchi yopiq radionuklid ionlovchi nurlanish manbalari GOST 27212-87 umumiy texnik talablariga mos kelishi lozim.

Simob kompleks tuzlarining rentgen struktur spektrlari:

## Analyzed result

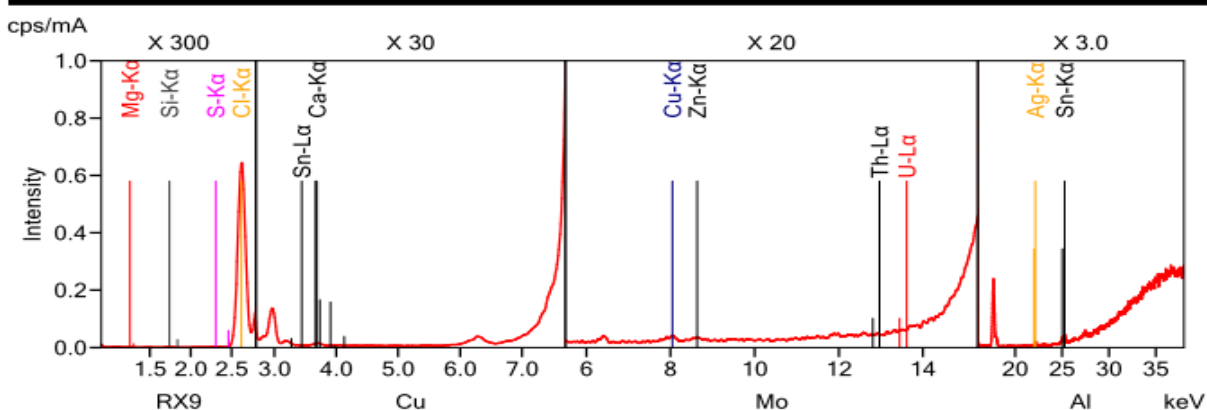
### Sample Information

Sample name	Hg
File name	Hg
Application	Jidkost'
Date	2022/ 4/22 10:11
Analyzed by	
Counts	1
Comment	Jidkost'

### Analyzed result(FP method)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Total	885	mg/cm <sup>2</sup>			
2	Si	464	ppm	32.6	70.4	211
3	S	84.3	ppm	3.44	6.77	20.3
4	Cl	10600	ppm	19.6	1.88	5.64
5	Ca	47.6	ppm	3.48	6.55	19.7
6	Cu	6.27	ppm	0.474	0.971	2.91
7	Zn	3.41	ppm	0.329	0.716	2.15
8	Ag	3.28	ppm	0.480	0.825	2.47
9	Sn	13.2	ppm	1.02	2.00	6.00
10	Th	(0.750)	ppm	0.237	0.663	1.99
11	U	(1.06)	ppm	0.252	0.699	2.10
12	H <sub>2</sub> O	98.9	mass%			

### Spectrum



### Nazorat savollari:

1. Rentgen struktur analiz usulining moxiyati;
2. Rentgen struktur analiz usulining qo'llanilish sohalari;
3. Misollar.

## 13-ma'ruza: TERMOGRAVIMETRIK TAXLIL USULLARI

### REJA:

1. Termogravimetrik analiz usulining moxiyati;
2. Termogravimetrik analiz usulining qo'llanilishi soxalari;
- 3.

**Termogravimetriya** yoki **termogravimetrik analiz (TG)** — usuli termik analiz bo'lib, temperaturaga bog'liq ravishda analiz qilinadigan moddaning massa o'zgarishiga aytiladi.

Termogravimetrik analiz (tortma analiz) da tekshirilayotgan moddadagi aniqlanayotgan element yoki ionning miqdorini analiz ushuni olingan tortimning tarkibidan to'la sho'ktirilib, xosil bo'lgan sho'kmaning ofirligiga qarab topiladi.

Gravimetrik analiz 3 ga bo'linadi;

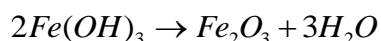
*Sho'ktirish usulida* tekshirilayotgan tortim eritmaga o'tkaziladi, so'ngra aniqlanayotgan element yoki ion biror qiyin eriydigin birikmasi tarzida sho'ktiriladi. Xosil qilingan sho'kma yahshilab yuvib, quritilib va tarozida aniq qilib tortiladi. Sho'kmaning ofirligi va formulasiga qarab, unda aniqlanayotgan elementning miqdori xisoblab topiladi.

*Xaydash usuli* tekshirilayotgan moddaning ushuvshan tarkibiy qismlari ( $H_2O$ ,  $CO_2$  va xokazo) ni aniqlashda foydalaniladi. Bunda aniqlanayotgan tarkibiy qismning miqdori modda ofirligining kamayishiga qarab topiladi. Ushuvshan tarkibiy qism ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ) ni biror yo'l bilan (masalan  $HCl$  ta'sir ettirib) tekshirilayotgan moddadan ajratib va uni biror yutuvshi moddaga yuttirib xam aniqlash mumkin. Bu xolda ushuvshan tarkibning miqdori yutuvshi modda ofirligining ortishiga qarab aniqlanadi.

*Elektrogravimetrik analizda* tekshirilayotgan namuna eritilib, eritma elektroliz qilinadi va aniqlanayotgan element yoki ion elektrodga sho'ktirilib natija olinadi.

Bu usullar ishida eng asosiysi, sho'ktirish usuli bo'lib, sho'ktirilgan modda miqdori 0,1-1 gramm oralifida bo'lishi kerak. Kristall sho'kmalar ( $BaSO_4$ ,  $CaCO_3$ ) odatda 0,5-0,9 g, amorf sho'kmalar esa 0,1-0,2 g atrofida olinadi.

Modda qaysi xolda sho'ktirilsa –*sho'ktirish shakli* deyiladi. Analizning ohirgi natijasini olish olish ushuni tarozida tortiladigan birikmasi esa *tortish shakli* deyiladi. Masalan  $Fe^{3+}$  ni aniqlashda analiz qilinayotgan eritmaga  $NH_4OH$  ta'sir ettirilganda xosil bo'ladigan  $Fe(OH)_3$  sho'ktirish shakli bo'ladi. Uni qizdirilganda xosil bo'lgan suvsiz  $Fe_2O_3$  esa tortish shakli bo'ladi. Shunki sho'kma qizdirilganda quyidagisha jarayon kuzatiladi:



Shuning ushuni moddaning sho'ktiriladigan shakli tortiladigan shaklidan farq qiladi va ular ma'lum talablarga javob berishi kerak.

*Sho'ktiriladigan shaklga quyidagi talablar qo'yiladi:*

-Sho'ktiriladigan shakl nixoyatda kam eriydigan bo'lishi kerak aks xolda aniqlanishi kerak bo'lgan element yoki ionni to'la sho'ktirish mumkin emas. Bu esa o'z navbatida sho'kmaning eruvshanlik ko'paytmasi (EK) ga bofliq bo'ladi. (Sho'kmalarning EK si  $10^{-8}$  dan ortiq bo'lmasligi kerak).

-Sho'kma yirik kristallardan iborat bo'lib, begona ionlardan oson yuvilishi va filtrlanishi kerak.

-Nixoyat sho'ktiriladigan shakl tortiladigan shaklga etarli darajada oson o'tishi kerak.

*Tortiladigan shaklga qo'yiladigan talablar quyidagilardan iborat:*

-Tortiladigan shaklning tarkibi uning kimyoviy formulasiga to'la mos kelishi kerak.



-Tortiladigan shakl kimyoviy jixatdan etarli darajada barqaror bo'lishi, shuningdek xavodan xar hil gazlarni va namlikni yutmasligi kerak.

-Tortiladigan shaklning molekulyar ofirligi katta bo'lib, aniqlanayotgan moddaning miqdori kam bo'lsa analiz yahshi natija beradi.

Moddalar kristall, amorf va iviq xolda sho'kishi mumkin. Kristall va amorf sho'kmalarni sho'ktirish sharoitlari xar hil bo'ladi. Quyida kristall va amorf sho'kmalarning xosil bo'lish sharoitlari bilan tanishib shiqamiz.

Ko'pshilik kristall sho'kmalar ba'zan shunshalik mayda bo'ladiki, ularning zarralari filtrning teshiklaridan o'tib ketadi va filtrat loyqa bo'lib qoladi. Ko'pinsha bir filtrning o'zidan bir nesda marta qayta filtrlanganda xam bu loyqani yo'qotib bo'lmaydi. Sho'kmaning filtdan o'tib ketmasligi va natijada uning miqdori kamaymasligi ushun sho'kma yirik kristallar tarzida tushadigan sharoit yaratish kerak. Sho'ktirishni shunday olib borish kerakki, eritma doimo sho'ktirilayotgan birikmaga mumkin qadar kamroq o'ta to'yingan bo'lsin, ya'ni uning eruvshanlik ko'paytmasi juda xam ortib ketmasin. Xaqqiqatdan xam eritmaning juda o'ta to'yinishi ko'p miqdorda yangi boshlanfish kristallar xosil bo'lishiga imkon beradi va bu mayda kristallar sho'kish tamom bo'lgunsha etarli darajada yiriklashishga ulgurmaydi. Aksinsha, bir oz o'ta to'yingan eritmadan kristallga tushirishda, sho'ktiruvshining xar bir qismi qo'shilganda boshlanfish kristallar kamroq xosil bo'ladi, lekin ularning ko'pshiligi, avval xosil bo'lgan boshlanfish kristallarning sirtiga o'tiradi va natijada ansha yirik kristall sho'kma xosil bo'ladi. SHo'ktirish vaqtida eritma mumkin qadar kamroq o'ta to'yingan bo'lishi ushun avvalo:

1. Sho'ktirishni iloji borisha etarli darajada suyultirilgan eritma (eritma va sho'ktiruvshi) larda, olib borish kerak;
2. Sho'ktiruvshini juda sekin, tomshilatib qo'shish kerak.
3. Sho'ktiruvshi eritmaning butun qismiga birday taqsimlanishi ushun eritmani, sho'ktirayotganda, shisha tayoqsha bilan sekin-asta, to'htovsiz aralashtirib turish kerak;

O'ta to'yinish darajasi sho'kmaga tushayotgan birikma ionlarini kontcentratciyasigagina emas, balki uning eruvshanligiga xam bofliqdir. Sho'kmaning eruvshanligi qanshalik ko'p bo'lsa, bir hil sharoitda o'ta to'yinish darajasi shunshalik kam bo'lishi kerak. SHuning ushun xam kristall sho'kmalarni sho'ktirayotgan vaqtda biror usul bilan uning eruvshanligini oshirish kerak bo'ladi.

4. Demak, yirik kristall shukmalarning xosil qilish ushun eritma va sho'ktiruvshini qaynagunsha qizdirish kerak.

5. Sho'ktirilayotgan vaqtda eritmaga sho'kmaning eruvshanligini oshiruvshi moddalar qo'shish kerak. Masalan  $BaSO_4$  ni sho'ktirishda eritmaga  $HNO_3$  qo'shiladi. Eritmada  $H S_4^-$  ionlari xosil bo'lishi natijasida sho'kmaning eruvshanligini oshiradi. Sho'kish ohirida sho'ktiruvshidan biroz ortiqroq qo'shib  $BaSO_4$  ning eruvshanligini yana kamaytirish mumkin.

Ko'pinsha o'ta to'yingan eritmadan kristall sho'kmalar birdaniga emas balki ozmi ko'pmi vaqt o'tgandan keyin to'la ajraladi. SHuning ushun ko'pshilik xollarda sho'ktiruvshi qo'shilgandan so'ng tushgan sho'kmani bir nesda soat qo'yib qo'yiladi. Qo'yib qo'yilganda sho'kma etiladi. Boshqasha aytganda

eskiradi, ya'ni ularni zarrashalari yiriklashadi. Sababi bir hil sharoitda moddaning juda mayda kristallarining eruvshanligi, yirik kristallarning eruvshanligiga qaraganda katta bo'ladi.

Sho'kma etilgandan keyin u filtrdan yahshi ajralishi bilan birga ansha toza xam bo'ladi. Bunga sabab 1) sho'kma zarrashalarining yiriklashuvi natijasida adsorbtsiyaning kamayishi;

2) unshalik etilmagan kristallarni qayta kristalga tushib ionlarning barqaror xolda joylanishiga javob beruvshi to'fri shaklning xosil bo'lishidir. Bu vaqtda sho'kma o'zi bilan birga eritmadan olib tushgan begona qo'shimshalardan qisman tozalanadi.

Sho'kmaning kristallanish markazlari qanshalik kam bo'lsa, kristallar shunshalik yirik bo'ladi.

Sho'kmaning etilish vaqtida ba'zan begona ionlar birgalashib sho'kish xollari xam kuzatiladi, bu xaqdagi ma'lumotlar keyingi mavzuda mukammalroq ko'rib shiqiladi.

Amorf sho'kmalarning xosil bo'lish jarayoni boshqasha bo'ladi. Amorf sho'kmalarni sho'ktirishda avvalo shuni xisobga olish kerakki ular dastlab xosil bo'lgan kolloid eritmaning koagullanishi natijasida xosil bo'ladi va yana eritmaga o'tib ketishi mumkin, bundan ko'rinib turibdiki kolloid eritmalarning koagullanishiga imkon beruvshi sharoit yaratish kerak. Ma'lumki kolloid zarrashalarning bir-biri bilan birikishiga to'sqinlik qiluvshi omillardan biri ularda bir hil elektr zaryadining bo'lishi va zaryadlar orasida elektrostatik itarilish kushlari ta'sir etishidadir. Bu zaryadlar eritmadagi ionlarning zarrashalariga adsorbillanishi natijasida paydo bo'ladi va qarama-qarshi ishorali ionlarning adsorbillanishi natijasida neytrallanishi mumkin. Shu sababdan va adsorbillangan ionlarning bir qismi sho'kmaning sirtidan yana eritmaga o'tib ketadi. Bu vaqtda sho'ktiruvshining xar bir qismini qo'shish, suyuklik ishida juda ko'p miqdorda mayda boshlanfish kristallarning xosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Bu mayda zarrashalar ularning sirtiga keyingi xosil bo'lgan mayda kristallar o'rnashish natijasida kattalashmasdan, o'zaro birikib yirik agregatlar xosil qilishi natijasida kattalashadi va ofirlik kushi ta'sirida idish tubiga sho'kadi. Bu xolda dastlab xosil bo'lgan kolloid eritma koagulyatciyaga ushraydi. Bu usulda xosil bo'lgan amorf sho'kmalarning umumiy satxi juda katta bo'ladi va shuning ushun ular eritmadagi xar-hil moddalarni o'ziga kristall sho'kmalarga nisbatan ko'proq adsorbillaydi.

## 14-mavzular: SPEKTROSKOPIYA USULLARIDAGN FOYDALANIB, KIMYOVIY MASALALARNI ECHISH.

### «Olefinlar, dienlar, polienlar va aromatik uglevodorodlarning IQ-spektrlari»

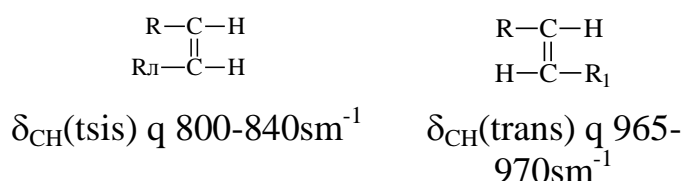
#### 1. Etilen va uning hosilalarining IQ-spektrlari

Organik birikmalar molekulasiga qo'shbog'ning kiritilishida spektrda shu bog'ga tegishli bo'lgan yutilish chastotasi ( $\nu_{CqC}$ ) namoyon bo'lishi kuzatiladi. Bu qiymat birikmadagi radikallarning soniga va uning fazoviy tuzilishiga bog'liq:

Agar qo'shbog' molekulada zanjirining o'rtasida joylashgan bo'lsa (simmetrik hosilalar) qo'shbog'ning  $\pi$ -elektronlari molekulada ikkala tomonga bir xilda taqsimlangani uchun, xuddi "xaqiqiy qo'shbog'" bo'lmaganidek, IQ-spektrida uning chastotasi ( $\nu_{CqC}$ ) kuzatilmaydi. Masalan:  $CH_3-CH_2-CHqCH-CH_2-CH_3$

Ko'shbog' zanjir oxirida joylashgan bo'lsa  $\nu_{CqC}$  ning qiymati aniq, intensiv holda namoyon bo'ladi.  $CH_3-CH_2-CHqCH_2$

Etilen hosilalarida geometrik tsis- va trans-izomerlarning spektrlarini  $\nu_{CqC}$  qiymatidan tashqari CH guruxining deformatsiyali tebranish chastotasi ( $\delta_{CH}$ ) qiymati orqali ham o'rganish mumkin:



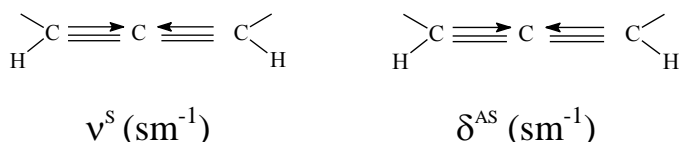
#### 2. Dien va polienlarning IQ-spektrlari

Bu tebranish turiga tegishli hisoblangan chastota hamma vodorod atomlari radikalga almashgan etilen hosilalarida kuzatilmaydi. Dien, trien va polienlar uchun ham valent va deformatsiyali tebranish chastotalari to'g'ri keladi.

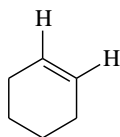
	$\nu_{CqC} (sm^{-1})$	$\delta_{CH} (sm^{-1})$
Dienlar	1650	720 (tsis)  965, 990 (trans)
Trienlar	1650 va 1600	990, 720, 960 (trans-tsis-trans)
Polienlar	1650 va 1580 (keng shaklli chiziqlar)	970-990 (trans joylashgan qo'shbog'lar bo'lsa)

### 3. Allenlar va alkinlar

Allen guruxining yutilish chastotasi etilen va boshqa dien uglevodorodlarinikidan keskin farq qilib, xromofor gurux ketma-ket joylashgani uchun bu guruxga simmetrik va asimmetrik valent tebranish chastotalari mos keladi.



Agar qo'shbog' xalqada bo'lsa bunday birikmalar uchun  $\nu_{\text{CH}}$  va  $\delta_{\text{CH}}$  chastotalar kuzatiladi.



$$\begin{array}{l}
 \nu_{\text{CH}} 3010 - 3040 \\
 \text{sm}^{-1} \\
 \delta_{\text{CH}} 700 - 800 \text{ sm}^{-1}
 \end{array}$$

Alkinlarning infraqizil spektrida uch bog' ( $\text{C}\equiv\text{C}$ ) uchun intensivligi kichik bo'lgan yutilish chastotasi  $2100-2300 \text{ sm}^{-1}$  sohada namoyon bo'ladi. Agar  $\text{C}\equiv\text{C}$  guruxi molekulaning o'rtasida joylashgan bo'lsa, etilenning simmetrik gomologlariga o'xshab, spektrda yutilish chastotasi namoyon bo'lmaydi.

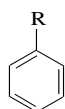
	$\nu_{\text{C}\equiv\text{C}} (\text{sm}^{-1})$	$\nu_{\text{CH}} (\text{sm}^{-1})$
$\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	2140-2100	3300
$\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{R}_1$	2260-2140	--

### 4. Aromatik birikmalarning infraqizil spektrlari

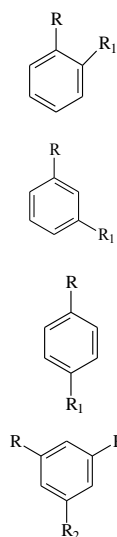
Benzol va uning hosilalarining IQ-spektri taxlilida asosan 3 ta sohaga e'tibor beriladi:

1.  $650-900 \text{ sm}^{-1}$  - aromatik CH guruxining deformatsiyali tebranishi;
2.  $1580-1600 \text{ sm}^{-1}$  - CqC bog'ining valent tebranishi,
3.  $3000 \text{ sm}^{-1}$  - aromatik CH guruxining valent tebranishi.

Bu sohalar ichida eng muhimi ( $650-900 \text{ sm}^{-1}$ ) soha bo'lib, uni chuqur taxlil qilish natijasida benzol xalqasidagi o'rinbosarlar soni, ularni bir-biriga nisbatan qanday xalqada joylashganligini bilish mumkin.



Beshta yonma-yon joylashgan aromatik CH guruxlarning deformatsiyali tebranishi  $\delta_{\text{CH}}$  q  $770-730 \text{ sm}^{-1}$  (ayrim hollarda  $710-690 \text{ sm}^{-1}$ )



To'rtta yonma-yon joylashgan CH guruxining deformatsiyali tebranshi  $\delta_{CH}$  q770-735  $\text{sm}^{-1}$  (o-izomer)

- uchta yonma-yon joylashgan aromatik CH guruxining deformatsiyali tebranshi  $\delta_{CH}$  q810-750  $\text{sm}^{-1}$  (m-izomer)

- ikkita yonma-yon joylashgan aromatik CH guruxining tebranshi  $\delta_{CH}$  q800-860  $\text{sm}^{-1}$  (p-izomer).

- o'rinbosarlar orasidagi bitta aromatik CH guruxining tebranshi chastotasi  $\delta_{CH}$  q860-900  $\text{sm}^{-1}$ .

### 5. Ko'p xalqali aromatik birikmalar

Ko'p xalqali aromatik birikmalardan – naftalin, antratsen, fenantren va boshqalarning IQ- spektrida 680-900  $\text{sm}^{-1}$  sohada benzoldan farqli chastota namoyon bo'ladi, uning qiymati va soni xalqalar soni va bir-biriga nisbatan qanday joylashganligiga bog'liq:

Masalan: naftalin – 850  $\text{sm}^{-1}$  (bita); antratsen – 7790, 858  $\text{sm}^{-1}$  (2 ta); fenantren – 750, 800, 850  $\text{sm}^{-1}$  (3 ta); 1,2-benzfenantren – 750, 820, 850, 880  $\text{sm}^{-1}$  (4 ta).

Agar xalqada o'rinbosarlar bo'lsa yuqoridagi qiymatlar o'rinbosarlar soniga, ularning bir-biriga nisbatan xuddi benzoldagidek joylashganligiga qarab o'zgaradi.

### Muhim guruxlar xarakteristik chastotalari

Chastota, $\text{sm}^{-1}$	Intensivligi	Tebranshi tabiati	Birikmalar
3620-3600	k-li, o'r.	$\nu_{OH}$ (ozod)	Spirtlarning suyuq eritmaları.
3500-3500	k-li, o'r.	$\nu_{OH}$ (bog'langan)	Spirtlardagi molekula ichidagi vodorod bog' bo'lishi
3500	o'r.	$\nu_{NH_2}^{as}$ (ozod)	Birlamchi amidlarning suyultirilgan eritmasi
3400-3350	o'r.	$\nu_{NH}^{as}$ (ozod)	Ikkilamchi aminlar, N-amidlar
3350-3520	k-li, o'r.	$\nu_{OH}$ (ozod)	Kislotalarning suyultirilgan eritmaları
3500-3400	k-li, o'r.	$\nu_{NH_2}^s$ (ozod)	Birlamchi aminlar, amidlar.
3400	k-li, o'r.	$\nu_{NH_2}^s$ (ozod)	Amidlarning suyultirilgan eritmaları.

3330-3260	o'r.	$\nu_{\equiv\text{SN}}$	O'rin almashgan atsetilenlar
3330-3280	o'r.	$\nu_{\text{NH}}$ (bog'langan)	N - almashingan amidlar.
3200-2500	o'r.	$\nu_{\text{OH}}$ (bog'langan)	Kislotalarning dimeri.
3100-3020	o'r., k-siz.	$\nu_{\text{SN}}$	Arenlar.
2962	k-li.	$\nu_{\text{CH}_3}^{\text{as}}$	Alkanlar
2930-2910	o'r.	$\nu_{\text{CH}_3}^{\text{as}}$	Benzol xalqasidagi – CH <sub>3</sub>
2926	k-siz.	$\nu_{\text{CH}_2}^{\text{as}}$	Alkanlar.
2890	k-siz.	$\nu_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	Alkanlar.
2860-2850	o'r., k-siz.	$\nu_{\text{CH}_3}^{\text{s}}$	Alkanlar, benzol xalqasidagi CH <sub>3</sub>
2860-2850	o'r.	$\nu_{\text{CH}_2}^{\text{s}}$	Alkanlar
2695-2830	k-siz.	$\nu_{\text{C(O)H}}$	Aldegidlar
		$\nu_{\text{S=S}}$	Alkinlar
2240-2260	o'r.	$\nu_{\text{S=N}}$	Nitrillar
1850-1650	juda k-li.	$\nu_{\text{S=O}}$	Karbonil birikmalar, kislota va ularning hosilalari.
1680-1600	o'r., k-siz.	$\nu_{\text{S=S}}$	Alkenlar.
1600-1585	o'r., k-siz.		
1500-1400	o'r., k-siz.	$\nu_{\text{S=S}}(\text{arom})$	Arenlar
1550-1580	o'r., k-siz.	$\nu_{\text{NO}_2}^{\text{as}}$	Nitrobirikmalar
1460	o'r.	$\delta_{\text{CH}_3}^{\text{as}}$	Alkanlar
1450-1300	k-siz	$\delta_{\text{CH}}$	O'rin almashgan etilenlar
1410-1390	o'r., k-siz.	$\delta_{\text{CH}}$	Uchlamchi butil guruhi
1	2	3	4
1420-1330	o'r.	$\delta_{\text{OH}}$	Spirtlar, fenollar, kislotalar
1385-1370	o'r.	$\delta_{\text{CH}_3}^{\text{s}}$	Geminal dimetil

			guruhlar
1385-1375	o'r.	$\delta_{\text{CH}_3}^s$	Metilbenzollar
1380-1370	k-siz.	$\delta_{\text{CH}_3}^s$	Alkanlar
1370-1390	o'r., k-siz.	$\nu_{\text{NO}_2}^s$	Nitrobirikmalar
1280-1230	k-siz.	$\nu_{\text{S-N}}$	ArNH-R
1280-1200	o'r.	$\nu_{\text{S-O-S}}$	Murakkab efQirlar
1250-1180	o'r.	$\nu_{\text{S-N}}$	ArNR <sub>2</sub> ; (RCH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> N
1221-1185	o'r.	$\nu_{\text{S-O}}$	Ikkilamchi va uchlamchi spirtlar
1145-1105	o'r., k-siz.	$\nu_{\text{S-O}}$	Ketallar va atsetallar
1150-1050	o'r.	$\nu_{\text{COC}}^{\text{as}}$	Efirlar
1085-1050	o'r., k-siz	$\nu_{\text{S-O}}$	Spirtlar
970-950	o'r.	$\delta_{\text{CH}}$	Trans-alkenlar
900-650	o'r.	$\delta_{\text{CH}}$	Arenlar
850-550	o'r.	$\nu_{\text{S-Cl}}$	Alkilxloridlar
750-650	o'r.	$\delta_{=\text{CH}}$	Tsis-dienlar
700-500	o'r.	$\nu_{\text{S-Br}}$	Alkilbromidlar
600-500	o'r.	$\nu_{\text{S-I}}$	Alkiliodidlar
3100-3000	o'r. k-siz.	$\nu_{=\text{CH}}$	Alkenlar

*\*K-li - kuchli; o'r. - o'rtacha; k-siz - kuchsiz.*

## 15-mavzular: SPEKTROSKOPIYA USULLARIDAGN FOYDALANIB, KIMYOVIY MASALALARNI ECHISH.

### Mass-spektrlarni taxlil qilish yo'llari:

Mass-spektrni taxlil qilishda eng avval qaysi ion cho'qqisi molekulyar ionga mos kelishini xal qilish kerak. Molekulyar ion cho'qqisini aniqlashda unga massa qiymati birga, ikkiga yoki bir necha birliklarga mos keluvchi izotop cho'qqili ionlar bor yoki yo'qligini bilish kerak.

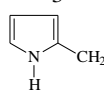
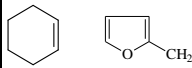

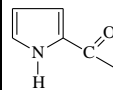
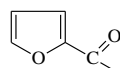
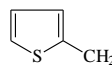
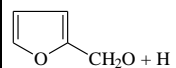
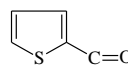
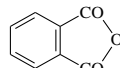
Spektrni taxlil qilishdagi keyingi bosqich - eng asosiy bo'lakli ionlarning borligini aniqlash hisoblanadi. Bo'lakli ionlarning massasi juft qiymatlardan iborat bo'lsa qayta guruxlanish jarayoni, toq qiymatlarda esa kimyoviy bog'larning oddiy uzilishi jarayoni bo'lganini tasdiqlaydi. Keyin spektrda metastabil ionlar mavjudligini tekshirish kerak.

Molekula og'irligini aniqlab hamda bo'lakli ionlarning hosil bo'lish yo'llarini chuqur o'rganib noma'lum moddaning tuzilishi haqida ma'lum xulosaga kelish mumkin.

Amaliyotda kerakli ma'lumotlarni olish, olingan spektrda ion massalarining qiymati bo'yicha moddaning tuzilishi haqida tushuncha hosil qilish uchun ayrim ion massalarining qiymatlari

m/e	Ionlar	m/e	Ionlar
1	2	3	4
14	CH <sub>2</sub>	15	CH <sub>3</sub>
16	O	18	H <sub>2</sub> O, NH <sub>4</sub>
19	F, H <sub>3</sub> O	26	CqN
27	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub>	28	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , CO, N <sub>2</sub> , CHqNH
29	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> , CHO	30	CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> , NO
31	CH <sub>2</sub> OH, OCH <sub>3</sub>	32	O <sub>2</sub>
33	SH, CH <sub>2</sub> F	34	H <sub>2</sub> S
35	Cl	36	HCl
39	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub>	40	CH <sub>2</sub> CqN, Ar()
41	C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> , CH <sub>2</sub> CqNH, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> NH	42	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> , CqCqO, NqCqO
43	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> , H <sub>3</sub> CqO, C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> N	44	CH <sub>2</sub> COHQH, CO <sub>2</sub> , CH(CH <sub>3</sub> )NCH <sub>2</sub>
45	CH <sub>3</sub> CHOH, CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH, CO-OH	46	NO <sub>2</sub>
47	CH <sub>2</sub> SH, CH <sub>3</sub> S	48	CH <sub>3</sub> SH, CH <sub>3</sub> SQH
49	CH <sub>2</sub> Cl	51	C <sub>4</sub> H <sub>3</sub> , CHF <sub>2</sub>
53	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub>	54	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CqN
55	C <sub>4</sub> H <sub>7</sub> , CH <sub>2</sub> qCH-CqO	56	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>
57	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -CqO	58	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> CHNH <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> S, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NCH <sub>2</sub>
59	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> COH, CH <sub>2</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOCH <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> OCH-CH <sub>3</sub>	60	CH <sub>2</sub> COOHQH, CH <sub>2</sub> ONO
61	CO-OCH <sub>3</sub> Q <sub>2</sub> H, CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> -SH	65	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub>
66	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub>	67	C <sub>5</sub> H <sub>7</sub>
68	CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CqN	69	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> , CF <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> CHqCH-CqO, CH <sub>2</sub> qC(CH <sub>3</sub> )CqO
70	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	71	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> , C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> CO
72	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> CHNH <sub>2</sub> , (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NqCqO, C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NHCHCH <sub>3</sub> va izomerlari	73	59 gomologlari
74	CH <sub>2</sub> CO-OCH <sub>3</sub> QH	75	CO-OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Q <sub>2</sub> H, CH <sub>2</sub> S-



			$\text{CH}_2\text{N}_5$ , $(\text{CH}_3)_2\text{CSH}$ , $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CH}$
77	$\text{C}_6\text{H}_5$	78	$\text{C}_6\text{H}_5\text{QH}$
79	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Q}_2\text{H}$ , Br	80	$\text{CH}_3\text{-S-SQH}$ , 
81	$\text{C}_6\text{H}_9$ , 	82	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-C}\equiv\text{N}$ , $\text{CCl}_2$ , $\text{C}_6\text{H}_{10}$
83	$\text{C}_6\text{H}_{11}$ , $\text{CHCl}_2$ 	85	$\text{C}_6\text{H}_{13}$ , $\text{C}_4\text{H}_9\text{CO}$ , $\text{CClF}_2$
86	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COCH}_2$ va izomerlar	87	$\text{C}_3\text{HCOO}$ , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ gomologlari
88	$\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5\text{QH}$	89	$\text{COOC}_3\text{H}_7\text{Q}_2\text{H}$
90	$\text{CH}_3\text{CHONO}_2$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}$	91	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}$
92	$\text{C}_5\text{H}_4\text{N-CH}_2$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{QH}$	93	$\text{CH}_2\text{Br}$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}$ , $\text{C}_7\text{H}_9$
94	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OQH}$ , 	95	
96	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-C}\equiv\text{N}$	97	$\text{C}_7\text{H}_{13}$ 
98		99	$\text{C}_7\text{H}_{15}$ , $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}$
100	$\text{C}_4\text{H}_9\text{COCH}_2\text{QH}$ , $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{CHNH}_2$	101	$\text{CO-O-C}_4\text{H}_9$
102	$\text{CH}_2\text{-CO-OCH}_3\text{H}_7\text{QH}$	103	$\text{CO-OC}_4\text{H}_9\text{Q}_2\text{H}$ , $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{S}$
104	$\text{C}_2\text{H}_5\text{CHONO}_2$	105	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{-CH}_2$
106	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{O}$ , $\text{CH}_2\text{-C}_6\text{H}_4$ (orta, para)	107	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{O}$ , $\text{CH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-OH}$
108	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{OQH}$	111	
119	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}(\text{CH}_3)_2$ , $\text{CH}_3\text{CH-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2$ , $\text{CO-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_3$	121	$\text{COC}_6\text{H}_4\text{-OH}$ , $\text{CH}_3\text{O-C}_6\text{H}_4\text{CH}_2$ , $\text{C}_9\text{H}_{13}$ ( terpenlar)
123	$\text{CO-C}_6\text{H}_4\text{-F}$	125	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-SqO}$
127	I	131	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHqCH-CO}$
135	$(\text{CH}_2)_4\text{Br}$	138	$\text{O-HO-C}_6\text{H}_4\text{-COO}$
139	$\text{CO-C}_6\text{H}_4\text{Cl}$	140	
154	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_6\text{H}_5$		

## TADQIQOTNING ZAMONAVIY FIZIK-KIMYOVIY USULLARI FANIDAN LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI

### 1-laboratoriya ishi

#### Kislotali muhitda $Fe^{3+}$ ionini sulfosalitsil kislota bilan hosil qilgan kompleksi holida fotometrik aniqlash

**Usulning mohiyati:** Bu usul rN 8,0-11,5 bo'lganda  $Fe^{3+}$  ning sariq rangli ( $\lambda_{\max} = 416\text{nm}$ ,  $\varepsilon = 5800$ ,  $\beta_3 = 1,25 \cdot 10^{33}$ )  $Fe = (SSal)_3^{6-}$  trisulfosalitsilat kompleksining hosil bo'lishiga asoslangan.

#### **Kerakli asboblari, idishlar va reagentlar:**

1. Fotokolorimetr KFK, KFK-2, KFK-3
2. 6 ta 100 ml hajmli o'lchov kolbalari;
3. 1 ta 10 ml hajmli mikropipetka;
4. 1 ta 10-25 ml hajmli o'lchov tsilindri;
5. Sulfosalitsil kislotaning 10% li eritmasi;
6. 10% li ammiak eritmasi va 2 n li  $H_2SO_4$  eritmasi;
8.  $Fe^{3+}$  ning 0,6 mgG/ml li standart eritmasi. (eritmani tayyorlash uchun  $(NH_4)Fe_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O$  (x.t.) (kvasts) dan 0,5190 g olib suvda eritiladi va unga 10 ml (1:1) sulfat kislota eritmasidan qo'shib, eritmaning umumiy hajmi 1 litr bo'lguncha kolbaning chizig'iga qadar suv quyib aralashtiriladi).

#### **Darajali grafik usulida ishni bajarish tartibi:**

100 ml li o'lchov kolbasiga 20 ml 0,1  $\text{mg/ml}$  li  $Fe^{3+}$  ionining standart tuzi eritmasidan pipetka yoki byuretka yordamida olinadi va chizig'igacha suyultiriladi. Bunda titri 0,02  $\text{mg/ml}$   $Fe^{3+}$  ionining standart tuzi eritmasi hosil bo'ladi. 50 ml li o'lchov kolbalariga pipetka yordamida 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 ml  $Fe^{3+}$  ning standart eritmasi (0,02  $\text{mg/ml}$ ) dan olinadi. Kolbalarga 1 ml dan  $N_2SO_4$  va 5 ml dan 10% li sulfosalitsil kislotasi solinadi, so'ngra chizig'igacha distillangan suv quyib yaxshilab aralashtiriladi. Hosil bo'lgan rangli eritmalarning optik zichliklari yashil rangli, yorug'lik filtri ( $\lambda = 510\text{nm}$ ) va qalinligi  $l = 5,0\text{cm}$  bo'lgan kyuveta yordamida KFK-2 yoki KFK-3 asbobida suvga nisbatan o'lchanadi. Olingan natijalar bo'yicha darajalangan grafik tuziladi. Bunda masshtabni shunday tanlash kerakki, grafik  $15 \times 15\text{cm}$  li millimetrlil qog'ozga joylashsin.

Koeffitsientni hisoblash; 1-usul: 
$$K = \frac{\sum_{i=1}^5 C_i A_i}{\sum_{i=1}^5 C_i^2}$$

#### **O'lchash va hisoblash natijalari**

№	Standart eritma V, ml	C <sub>i</sub> Fe, mg	Eritma optik zichligi, A <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> A <sub>i</sub>	C <sub>i</sub> <sup>2</sup>	A hisoblangan
1.	1,5	0,03				

2.	3,0	0,05				
3.	4,5	0,09				
4.	6,0	0,12				
5.	7,5	0,15				

$$\sum_{i=1}^5$$

2-usul (grafikdan aniqlanadi) da:  $tg \alpha = \frac{a}{b}$ ;  $\xi = \frac{\text{ordinata}}{\text{abscissa}}$ ;  $K = tg \alpha \cdot \xi$

Noma'lum modda miqdorini aniqlash uchun kontrol eritma (eritma o'qituvchi tomonidan beriladi!) solingan kolbaning chizig'igacha distillangan suv quyib aralashtiriladi. So'ngra undan 50 ml hajmli uchta kolbaga bir xil alikvot qismlar olinadi (qancha alikvot qism olish kerakligini o'qituvchi aytadi), va har birining ustiga 1,0 ml 2 n  $N_2SO_4$ ; 5,0 ml 10% li sulfosalitsil kislota qo'shiladi. Kolbalarni izig'igacha distillangan suv solinib aralashtiriladi va rangli eritmalarining suvga nisbatan optik zichliklari o'lchanadi. Noma'lum modda miqdori quyidagi tenglama

bo'yicha aniqlanadi:  $C_x = \frac{A_x}{K}$

$A_x$ -kontrol eritma optik zichligi;

K-koeffitsent

$S_{x(ml)}$  - alikvot qism (ml)

$X_{ml}$  - 100 ml

$$X_{mg} = \frac{C_x \cdot 100_{ml}}{\text{alikvot}(ml)} = \dots_{mg}$$

$X_{mg}$  – kontrol eritmadagi  $Fe^{3+}$  ionining miqdori

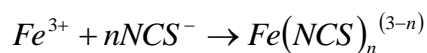
( $Fe^{3+}$  ionining haqiqiy miqdori). So'ngra aniqlash davomidagi absolyut va nisbiy xatolar hisoblanadi.

## 2-laboratoriya ishi

### $Fe^{3+}$ ionini ammoniy rodanid bilan darajalangan grafik usulida fotometrik aniqlash.

**Ish mazmuni:** Optik zichlikning o'lchangan qiymati bilan eritmadagi komponent konsentratsiyasini standart eritmalar seriyalari bo'yicha tuzilgan darajalangan grafik yordamida fotokolorimetrik aniqlash.

**Usulning mohiyati:** Bu usul  $Fe^{3+}$  ionini rodanid ionini bilan konsentratsiyaga bog'liq ravishda eritma rangining intensivligi har xil bo'lgan qizil rangli kompleks ionini hosil bo'lishiga asoslangan.



bu erda n- temir-rodanid holida bog'langan rodanid ionlari soni.

Eritmaning qizil rangi barqaror emas, chunki  $Fe^{3+}$  ionini rodanid ionini yordamida qaytarilishi mumkin, bu jarayon ayniqsa, ba'zi bir katalizatorlar ishtirokida tezlashadi.

Shuning uchun ham eritma tayyorlangan vaqtda tezlik bilan analiz qilish talab etiladi.

Kompleks birikma to'liqin uzunligi  $\lambda = 400-450_{HM}$  bo'lgan nurni maksimal yutish qobiliyatiga ega.

**Kerakli asboblari, idishlar va reagentlar:**

1. Fotokolorimetr KFK-2, KFK-3;
2. Ettita 50 ml hajmli va bitta 1000 ml hajmli o'lchov kolbalari;
3. 1,0 ml va 10 ml hajmdagi pipetkalar;
4.  $Fe(III)$  tuzining standart eritmasi; (Eritmani tayyorlash uchun massasi 0,864 g bo'lgan (k.t) temir-ammoniyli achchiq toshni suvda eritib, ustiga 5,0 ml sulfat ( $d = 1,84g/cm^3$ ) kislota solinadi va eritmaning umumiy hajmi 1,0 l ga etguncha distillangan suv quyib aralashtiriladi. Hosil bo'lgan eritmaning 1,0 millilitrida 0,1 mg temir bo'ladi).
5. Nitrat kislota (1:1);
6. Ammoniy rodanid (yoki kaliy rodanid)ning 10% li eritmasi.

**Darajalangan grafik usuli bo'yicha analizning bajarilish tartibi:** 50 ml li o'lchov kolbalariga pipetka yordamida 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 ml  $Fe^{3+}$  standart eritmasidan olinadi. Kolbalarning har biriga 1,0 ml dan nitrat kislota, 5,0 ml dan ammoniy yoki kaliy rodanid eritmasi qo'shiladi va chizig'igacha distillangan suv quyib yaxshilab aralashtiriladi. So'ngra tayyorlangan rangli eritmalarining optik zichliklari ko'k rangli svetofiltr va qalinligi 1,0 sm bo'lgan kyuveta yordamida suvga nisbatan o'lchanadi.

Eritma rangining tezda o'zgarishini hisobga olib, ammoniy rodanid analiz o'tkazilayotgan vaqtda qo'shiladi va shu tariqa har bir eritmaning optik zichligi 4-5 marta o'lchanadi.

So'ngra har bir tayyorlangan eritma uchun optik zichlikning o'rtacha qiymati olinadi va u bo'yicha darajalangan grafik chiziladi. Tekshiriladigan eritmani (tarkibida 0,05-0,5 mg temir bo'lgan) 50 ml hajmli kolbaga solib, ustiga 1,0 ml  $NNO_3$ , 5,0 ml ammoniy (yoki kaliy) rodanid qo'shib, kolbani chizig'igacha distillangan suv qo'shib, yaxshilab aralashtiriladi. Tezda ko'k rangli svetofiltr (400-480 nm uzunlikda nurni eng yuqori darajada o'tkazadi) va qalinligi 1,0 sm bo'lgan kyuveta yordamida suvga nisbatan optik zichliklari 4-5 marta o'lchanadi.

To'g'ri darajalangan grafikning parametrlarini bilgan holda har bir eritmaning optik zichligi (A) uchun  $C_{x_i}$  quyidagi formulaga muvofiq  $C_{x_i} = \frac{A_{x_i} - a}{b}$  hisoblanadi.

So'ngra  $C_{x_1}, C_{x_2}, C_{x_3}, C_{x_i}, \dots, C_{x_n}$  aniqlangach o'rtacha  $\bar{C}_x$  qiymat topiladi, undan  $C_x = \bar{C}_x \pm \varepsilon_\alpha$  hisoblab topiladi (bu erda  $\varepsilon_\alpha$  -ishonchlilik chegarasi).

### 3- laboratoriya ishi

#### $Fe^{2+}$ ionini ortofenantrolin yordamida fotometrik aniqlash

Ushbu analiz  $Fe^{2+}$  ionining o-fenantrolin bilan kompleks ion hosil bo'lishiga asoslangan. Tekshiriladigan va rangli standart rangli eritmalarining optik zichliklari nolinch eritmaga nisbatan ko'k rangli svetofiltrda o'lchanadi. Tekshiriladigan

eritmadagi temir ionining no'malum  $S_x$  konsentratsiyasi quyidagi formula yordamida solishtirish usuli bilan topiladi:

$$C_x = C_{ct} \frac{A_x}{A_{ct}} \quad \text{yoki} \quad C_x = C_1 \frac{C_2 - C_1}{A_2 - A_1} (A_x - A_1)$$

$S_x$ - tekshiriladigan eritmadagi  $Fe^{2+}$  ning konsentratsiyasi, mg

$S_1$ - va  $S_2$ -birinchi va ikkinchi standart eritmadagi temirning ma'lum konsentratsiyasi:

$A_1$  va  $A_2$ -shu eritmalarining optik zichliklari. (bunda  $S_1 < C_x < C_2$  va  $A_1 < A_x < A_2$ )

Eritmadagi temirning konsentratsiyasi 2-40  $mg/ml$  oralig'ida saqlansa, eritma konsentratsiyasi va optik zichligi o'rtasida to'g'ri chiziqli bog'lanish hosil bo'ladi.

**Ishning bajarilishi** (taqqoslash usuli bo'yicha):

25 ml hajmli o'lchov kolbasiga pipetka yordamida tarkibida 0,05-1,00 mg temir bo'lgan eritmadan 20 ml olinadi, ustiga gidroksilaminning xlorid kislotadagi 10% li eritmasidan 0,5 ml qo'shiladi. Boshqa kolbada universal indikator qog'ozi yordamida 20 ml tekshirilayotgan eritmaning rN i 4-6 bo'lishi uchun kerak bo'lgan natriy atsetatning hajmini o'lchab analiz qilinadigan eritma ustiga qo'shiladi va uning ustiga 1 ml 0,5 % li ortofenantrolin qo'shib kolbaning chizig'igacha distillangan suv bilan suyultiriladi. 10 minut vaqt o'tgach eritmaning optik zichligi o'lchanadi. O'lchash uchun ko'k rangli (nur o'tkazishi 416 nm ga teng) svetofiltr va qalinligi 5 sm bo'lgan kyuveta kerak.

Bir vaqtning o'zida hajmi 25 ml bo'lgan o'lchov kolbasiga 2 ta standart eritma tayyorlanadi.

Standart eritmalar shunday tayyorlanadiki, ulardan birining optik zichligi analiz qilinadigan eritmaning optik zichligidan kichikroq, ikkinchi standart eritmaning optik zichligi esa aksincha kattaroq bo'lishi kerak.

Izoh: Alyuminiy va misning xlorid va sulfatlari 10  $mg/l$  konsentratsiyagacha temirni aniqlashga halaqt bermaydi.

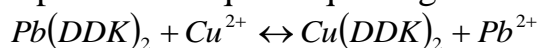
**Kerakli asboblari va reaktivlar:**

1. Fotokolorimetr KFK-2, KFK-3;
2. 3 ta 25 ml hajmli o'lchov kolbalari;
3. 20 ml hajmli pipetka;
4. 5 ml hajmli o'lchov tsilindri;
5. Gidroksilaminning xlorid kislotadagi 10% li eritmasi;
6. Natriy atsetatning 0,2 M li eritmasi;
7. 0,5% li o-fenantrolin monogidratining eritmasi (suvda qizdirish bilan eritiladi);
8.  $Fe^{2+}$  ning 0,1  $mg/ml$  standart eritmasi (k.t).

#### 4- laboratoriya ishi

**$Cu^{2+}$  ioni mikromiqdori ekstraksiya - fotometrik usulda qo'rg'oshin dietilditiokarbaminat yordamida aniqlash**

**Usulning mohiyati:** Bu usul  $Cu^{2+}$  ioni qo'rg'oshin ionini uning dietilditiokarbaminatli kompleksidan siqib chiqarishiga asoslangan:



$$\lg K_{\text{экс}}(Cu) = 13,70$$

$$\lg K_{\text{экс}}(Pb) = 7,77$$

Bunda  $Cu^{2+}$  ionini xloroformli eritmadan qo'rg'oshin dietilditiokarbaminat– $Pb(DDK)_2$  bilan ta'sir reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan sarg'ish jigarrang kompleks birikma holida fotometrik aniqlanadi.

**Kerakli asboblari, idish va reaktivlar:**

1. Fotokolorimetr KFK-2, KFK-3;
2. 6 ta 50 ml hajmli va bita 25 ml hajmli o'lchov kolbalari;
3. Hajmi 50-100 ml bo'lgan ajratgich voronka;
4. O'lchov tsilindrlari ( $V = 5 - 10 \text{ мл}$ );
5. Xloroform;
6.  $Pb(DDK)_2$  qo'rg'oshin dietilditiokarbaminatning xloroformdagi eritmasi (Eritma quyidagicha tayyorlanadi: tarkibida 0,1 g qo'rg'oshin atsetat bo'lgan 50-100 ml suvli eritmaga 0,1 g natriy dietilditiokarbaminatning yangi tayyorlangan suvli eritmasidan 25-50 ml qo'shiladi. Hosil bo'lgan oq rangli cho'kma 250 ml xloroform bilan eritiladi. Xloroformli qavat quruq filtr qog'ozi yordamida 500 ml hajmli o'lchov kolbasiga filtrlanadi va kolbaning chizig'igacha xloroform quyib aralashiriladi. Tayyorlangan reagentni agar quyosh nuri tushmagan joyda saqlansa 3-4 hafta ishlatish mumkin);

7. Mis tuzining standart eritmasi  $10 \text{ мгг/мл}$  (Eritmani tayyorlash uchun misning biror bir yaxshi eriydigan tuzidan 0,1 g tortib olinadi va hajmi 50-100 ml bo'lgan stakanga solinib 3-5 ml  $\text{HNO}_3$  (1:1) bilan ishlanadi, ustiga 20-30 ml distillangan suv solib, eritmani hajmi 1 l bo'lgan o'lchov kolbasiga o'tkaziladi va chizig'igacha distillangan suv quyiladi. Tayyor bo'lgan eritmani 10 marta suyultirilsa, misning  $10 \text{ мгг/мл}$  li standart eritmasi tayyor bo'ladi).

Dietilditiokarbaminat  $Cu^{2+}$  ionlari bilan qo'rg'oshinga qaraganda barqaror kompleks birikma hosil qiladi. Hosil bo'lgan mis dietilditiokarbaminat to'lqin uzunligi  $\lambda = 436 \text{ нм}$  bo'lgan nurni maksimal yutish qobiliyatiga ega.

Nikel va kobaltning asosiy qismi suvli eritmada qoladi. Analizda 10 gG'l nikel va 20 gG'l kobalt (metall ioni uchun hisob qilingan) misni aniqlash uchun halaqt bermaydi.

**Ishning bajarilishi:** 100-50 ml hajmli ajratgich voronkaga 10-15 ml distillangan suv, 10 ml tekshirilayotgan eritmadan qo'shib, undan keyin indikator qog'oz yordamida  $pH = 3 - 5$  ga keltiriladi ustiga 5 ml  $Pb(DDK)_2$  ning xloroformli eritmasidan qo'shib, 2 minut davomida tez-tez chayqatib turiladi, natijada organik qavat ajralib qoladi, organik faza, hajmi 25 ml bo'lgan o'lchov kolbasiga quyib olinadi. Eritmaning suvli qismiga esa yana ikki barobar 5 ml reagent qo'shib ekstraksiya qilinadi. Olingan ekstraktlar (aralashmadan ajratib olingan organik qavatlar) qo'shib hajmi 25 ml bo'lguncha xloroform bilan suyultiriladi va tayyor eritmani  $\lambda = 436 \text{ нм}$  to'lqin uzunlikda, qalinligi 5 sm bo'lgan kyuveta yordamida

taqqoslash eritmasiga nisbatan optik zichligi o'lchanadi. Taqqoslash (solishtiruvchi) eritmasi quyidagicha tayyorlanadi: 15 ml reagent olib eritmaning umumiy hajmi 25 ml bo'lguncha xloroform bilan suyultiriladi.

Darajalangan grafik tuzish uchun tarkibida 5, 10, 15, 20, 30 va 40 mkg mis bo'lgan standart eritmalar tayyorlanadi. Yuqorida tekshiriladigan eritma bilan qanday amallar bajarilgan bo'lsa, standart eritmalar bilan ham xuddi shunday amallar takrorlanadi va olingan optik zichliklarning qiymatlari asosida darajalangan grafik chiziladi. Chizilgan graduirovkali grafik yordamida tekshiriladigan eritma tarkibidagi misning noma'lum miqdorini topish mumkin.

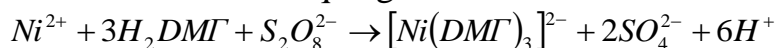
**Izoh:**  $Cu^{2+}$  ionini bu usul bilan aniqlashga faqatgina  $Bi^{3+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Ag^+$  va platina guruhi elementlari, shuningdek  $Ni^{2+}$  ( $10\text{ g/l}$ ) va  $Co^{2+}$  ( $20\text{ g/l}$ ) ionlarining ortiqcha miqdorlari halaqt beradi.

## 5- laboratoriya ishi

### $Ni^{2+}$ ionini dimetilglioksim bilan oksidlovchi ishtirokida hosil bo'ladigan kompleksi holda fotometrik aniqlash.

**Usulning mohiyati:** Bu metod  $Ni^{2+}$  ionining dimetilglioksim bilan ishqoriy muhitda oksidlovchi ishtirokida hosil bo'ladigan kompleksi qizil-qo'ng'ir rangli eritmasining optik zichligini o'lchashga asoslangan. Oksidlovchilar sifatida erkin yod yoki ammoniy persulfat ishlatiladi.

Bunday sharoitda to'rt valentli nikelning dimetilglioksim bilan hosil qilgan kompleksi hosil bo'lishi aniqlangan



Kompleks birikma to'liq uzunligi  $\lambda = 470$  bo'lgan nurni maksimal yutish qobiliyatiga ega. Bu to'liq uzunlikda molyar so'ndirish koeffitsienti  $\varepsilon = 1,8 \cdot 10^3$  ga teng.

#### **Kerakli asboblari, idishlar va reagentlar:**

1. Fotokolorimetr FEK – 56 M yoki KFK – 2;
2. 6 ta 50 ml va bita 100 ml hajmli o'lchov kolbalari;
3. Bitta 5,0 ml hajmli mikropipetka;
4. Bitta 10-15 ml hajmli o'lchov tsilindri;
5. Yuvgich;
6. Konsentratsiya 0,01  $\text{mg/ml}$  bo'lgan  $Ni^{2+}$  ning standart eritmasi,
7. 1% li dimetilglioksimning 5% li natriy gidroksiddagi eritmasi,
8. 20% li vino kislotasi,
9. 5% li NaOH
10. 3% li ammoniy persulfat eritmasi.

#### **Darajali grafik usuli bo'yicha ishini bajarish tartibi:**

50 ml o'lchov kolbalariga pipetka yordamida 1, 2, 3, 4, 5 ml nikelning 0,01  $\text{mg/ml}$  li standart eritmasida olinadi, har bir kolbaga 2 ml vino kislotasining 20% li eritmasidan, 5 ml 5% li NaOH dan, 2,5 ml 3% li ammoniy persulfat eritmasidan

qo'shiladi. Hamma eritmalarni distillangan suv bilan chizig'igacha suyultiriladi va yaxshilab aralashtiriladi. Har bir eritmaning optik zichliklari yashil yorug'lik filtri va qalinligi 2,0 yoki 3,0 sm ( $(\ell = 2,0 - 3,0 \text{ см})$ ) bo'lgan kyuveta yordamida FEK – 56 m yoki KFK– 2 asbobida suvga nisbatan o'lchanadi.

Olingan natijalar bo'yicha darajalangan grafik chiziladi va eng kichik kvadratlar usuli yordamida darajalangan grafik tenglamasining qiymatlari hisoblab topiladi.

Berilgan kontrol eritmani chizig'igacha distillangan suv bilan suyultiriladi va aralashtiriladi. So'ngra undan 50 mg li 3 ta kolbaga bir xil alikvot qismlar olinadi.

Har bir kolbaga 2 mg 20% li vino kislotasi, 5 ml 5% li NaOH 2,5 ml 3% li ammoniy persulfat va 4 ml dan dimetilglioksim eritmasi qo'shiladi. Chizig'igacha suv bilan suyultirilib aralashtiriladi va suvga nisbatan optik zichliklari o'lchanadi.

**Hisoblash.** 1. Koeffitsientni hisoblash:

K koeffitsientni hisoblash uchun 2 ta usuldan foydalaniladi:

$$1\text{-usul: } K = \frac{\sum_{i=1}^5 C_i A_i}{\sum_{i=1}^5 C_i^2}$$

$$2\text{-usul: } \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b}, \quad \xi = \frac{\text{ордината}}{\text{абцисса}}, \quad K = \operatorname{tg} \alpha \cdot \xi$$

Tekshiriladigan eritmadagi noma'lum modda miqdori quyidagicha aniqlanadi.

$$C_x = \frac{A_x}{K} \quad \text{bu erda } A_x - \text{kontrol eritmaning optik zichligi;}$$

K - koeffitsient.

Agar  $C_{X(MГ)}$  da \_\_\_\_\_ 1 alikvot qism (ml) bo'lsa,  
 $X_{MГ}$  \_\_\_\_\_ 100 ml, bo'ladi.

$$X_{MГ} = \frac{100 \text{ мл} \cdot C_x}{\text{аликвот(мл)}}$$

$X_{MГ}$  – kontrol eritmadagi  $Ni^{2+}$  ning umumiy miqdori.

$Ni^{2+}$  ning miqdori, absolyut va nisbiy xatoliklari aniqlanadi.

Bu usulda  $Ni^{2+}$  ionini aniqlashga rangli ionlar va ishqoriy muhitda gidroksidlar holida cho'kma hosil qiladigan kationlar halaqit beradi.

## 6- laboratoriya ishi

### KSI va KVr preparatlaridagi mis, nikel, temir va marganets qoldiqlarini birin-ketin ekstraktsion-fotometrik aniqlash

**Usulning mohiyati:** Bu metod ammiakli–tsitratli bufer eritmadan, misni dietilditiokorbaminat bilan hosil qilgan kompleksi,  $Ni^{2+}$  ni dimetilglioksim (DMG) bilan  $Fe^{2+}$  ni 1-nitroza-2-naftol bilan,  $Mn^{2+}$  ni dietilditiokorbaminat bilan hosil qilgan komplekslari holida ketma-ket ekstraktsiyalash yo'li bilan aniqlashga asoslangan.



Mis ionlari qo'rg'oshin dietilditiokarbaminatning xloroformli eritmasi bilan ekstraksiyalanadi. Bunga qachonki  $Cu:Me$  nisbati 1:500, 1:500, 1:4, 1:10 nisbatlardan kam bo'lgandagina  $Ag^+, Hg^{2+}, Bi^{2+}, Te^{3+}$  ionlari halaqt berishi mumkin.

$Ni^{2+}$  DMG bilan hosil qilgan kompleksini xloroform yordamida ekstraksiya qilinadi, so'ngra nikelning o'zini suvli fazaga o'tkazib, oksidlovchi ishtirokida DMG bilan fotometrik aniqlanadi.

Temir nitrozanaftolat ko'rinishida ajratiladi. Temirni bunday aniqlash uchun mis va nikel ionlaridan tashqari yana  $Co^{2+}$  va  $Ag^+$  ionlari ham 4:1 va 10:1 nisbatlardan oshiq bo'lganda halaqt berishi mumkin.

**Ishni bajarish tartibi:**

5 g KCl yoki KBr tuzidan tortib olib suvda eritiladi va ustiga 5 ml ammiaklitsitratli bufer eritma, agar zarur bo'lsa  $PH = 7,5$  bo'lguncha ammiak eritmasi bilan neyrallanadi, (fenol qizili indikator yordamida), eritma hajmi 250 ml bo'lgan ajratgich voronkaga o'tkaziladi va taxminan 50 ml hajmdagi suv bilan suyultiriladi, so'ngra eritmadan ketma-ket mis, nikel, temir va marganets ionlari ekstraksiyalanadi.

Optik zichligi FEK-M fotokolorimetrida qalinligi 5 sm bo'lgan kyuveta yordamida ko'k svetofiltr bilan "solishtiruvchi" (tarkibida mis, nikel, temir va marganetslar bo'lmagan) eritmaga nisbatan o'lchanadi (faqat temirni aniqlashda qizil svetofiltr qo'llaniladi).

**Misni aniqlash:** Misni ajratish uchun dastlab qo'rg'oshinni dietilditiokarbaminat bilan xloroformda ikki marta (5 ml dan) ekstraksiya qilinadi, shundan keyin eritma 5 ml xloroform bilan yuvilib, ekstraktga qo'shiladi, so'ngra hajmi 25 ml bo'lgan o'lchov kolbasidan xloroform bilan suyultirilib tayyor bo'lgan eritmaning optik zichligi o'lchanadi.

**Nikelni aniqlash:** Misni ajratib bo'lgach eritmaga, agar lozim bo'lsa 1-2 tomchi ammiak (1:2) eritmasidan indikatorning rangi siyoh rang bo'lguncha qo'shib, ustiga 1 ml 1% dimetilglioksim bilan hosil qilgan kompleks uch marta (5 ml dan) xloroformda ekstraksiya qilinadi.

Qo'shilgan ekstraksiyalar 3 marta 0,5 n HCl bilan 5 ml dan solib chayqaladi.

Olingan xlorid kislotali eritmani, hajmi 25 ml bo'lgan o'lchov kolbasiga solinib, 0,2 ml bromli suv, uning ustiga 1 ml 25% li ammiak eritmasi va 0,5 ml dimetilglioksim qo'shib kolbani chizig'igacha distillangan suv bilan suyultiriladi. Tayyor bo'lgan eritmani 15 minutdan keyin optik zichligi o'lchanadi.

**Temirni aniqlash:** Nikelni ajratib bo'lgach eritmaga 15 ml 10% li askarbin kislotasi qo'shiladi va oxistalik bilan eritma ammiak yordamida fenol qizili rangigacha neyrallanadi, so'ngra 5 ml 0,1% 1-nitroza-2-naftol solinib taxminan 150 ml hajmgacha suv bilan suyultiriladi, 40 minut vaqt o'tgach temir nitrozanaftolatni izoamil spirti bilan ikki marta (10 ml dan) ekstraksiya qilinadi. Qo'shilgan ekstraktlar o'lchov kolbasida hajmi 25 ml bo'lguncha erituvchi yordamida suyultirilib optik zichligi o'lchanadi.

**Marganetsni aniqlash:** Temir aniqlangandan keyin 10 ml xloroform solinib chayqatiladi, shunday qilinganda eritmada qolgan izoamil spirti chiqib ketadi.

Xloroform qavati tashlab yuboriladi, qolgan qismi ajratgich voronkaga o'tkazilib 5 ml 5% li natriy dietilditiokarbominat qo'shilib 5 ml xloroform bilan chayqatiladi. Oxirgi ish yana bir marta qaytarilib, eritmani 5 ml xloroform bilan yuviladi.

Qo'shilganekstraktlar hajmi 25 ml bo'lguncha xloroform bilan suyultirilib 15 minutdan keyin aralastirib optik zichligi o'lchanadi.

Darajalangan grafik tuzish uchun tarkibida 0,5–20 $\mu$ K $\kappa$  mis, temir va marganetslar bo'lgan standart eritmalar 25 ml hajmli o'lchov kolbalarida tayyorlanadi.

Nikelning standart eritmasini tayyorlash uchun Ni<sup>2Q</sup> dan aniq miqdorda olib 15 ml 0,5 n HCl eritmasidan va yana uning ustiga bromli suv, ammiak hamda dimetilgliksim qo'shiladi.

Tekshirilayotgan Cu, Fe, Ni va Mn ionlarning miqdorini standart eritmalarining optik zichliklari asosida tuzilgan darajalangan grafikdan topiladi.

**Kerakli asbob, idish va reaktivlar:**

1. Fotokolorimetr KFK-2, KFK-3;
2. 6 ta 25 ml hajmli o'lchov kolbalari;
3. 250 ml hajmli stakan;
4. Bir dona 250 ml hajmli ajratgich voronka;
5. 25 ml hajmli o'lchov tsilindrlari;

**Reaktivlar:**

1. Qo'rg'oshin dietilditiokarbaminatning xloroformdagi eritmasi-(eritmani tayyorlash uchun 0,2 g natriy dietilditiokarbaminatni 0,2 g qo'rg'oshin nitrat, 1 g kaliy-natriy tartratlarining suvli eritmaları ammiak bilan fenol qiziligacha neytrallanadi va xloroform solib chayqatiladi. Ikki marta suv bilan ekstrakt filtrlanadi va eritmaning umumiy hajmi 1,0 litrga etguncha xloroform bilan suyultiriladi).
2. Bromli suv;
3. Dimetilgliksimning 1 % li etil spirtidagi eritmasi;
4. Natriy tsitrat;
5. Ammiakli-tsitratli bufer eritma-(500 ml 4% li natriy tsitratga 5 ml 0,1 % li fenol qizili qo'shiladi va uni (1:20) ammiak bilan neytratlanadi, (indikator) so'ngra 1 l gacha suv bilan suyultiriladi);
6. Ikki marta haydalgan suv;
7. Xloroform;
8. 25 % li NH<sub>4</sub>OH eritmasi;
9. 0,5 n. li HCl eritmasi;
10. 1 % li akarbin kislotasi;
11. 1-nitroza 2-naftolning 1 % li eritmasi. 1 g reaktivdan olib 120 ml 1,0 n KON eritmasida eritiladi va hajmi 1 litrgacha suyultiriladi;
12. Izoamil spirti;
13. Natriy dietilditiokarbaminatning 5 % li eritmasi.

14.  $Cu(NO)_3$  ning standart eritmasi, konsentratsiyasi  $10 \text{ mg}/\text{ml}$  ni tashkil qiladi-(Bu eritmani tayyorlash uchun mis tuzidan 0,1 g tortib olib, hajmi 50-100 ml bo'lgan stakanga solinadi va 3-5 ml  $HNO_3$  (1:1) bilan ishlanadi, uning ustiga 20-30 ml bidistillat quyib suv bilan chizig'igacha suyultiriladi. Olingan eritmaning 10 ml ni 100 ml li o'lchov kolbasiga solinib, chizig'igacha suv bilan suyultiriladi);
15.  $Fe(NO)_3$  ning  $10 \text{ mg}/\text{ml}$  li standart eritmasi:  
 $Fe(NO)_3 \cdot 9H_2O$  tuzidan 0,7238 g olinib suvda eritiladi, ustiga 1-2 ml  $HNO_3$  ( $d = 1,42/\text{cm}^2$ ) qo'shilib, eritmaning hajmi 1,0 litrga etkaziladi. Eritmadan 10 ml olib 100 ml li o'lchov kolbasida chizig'igacha suv bilan suyultiriladi;
16.  $NiSO_4$  ning  $10 \text{ mg}/\text{ml}$  li standart eritmasi-( $NiSO_4 \cdot 7H_2O$  (k.t.) tuzidan 0,4786 g olib suvda eritiladi 2-3 ml konsentrlangan  $H_2SO_4$  qo'shilib eritma hajmini 1,0 litrga etkaziladi, tayyor eritmadan 10 ml olib 100 ml li o'lchov kolbasiga solinadi va chizig'igacha suv bilan suyultiriladi).
17.  $MnCl_2$  ning  $10 \text{ mg}/\text{ml}$  li standart eritmasini tayyorlash quyidagi tartibda amalga oshiriladi: (k.t.  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  tuzidan 0,3597 g o'lchab olinib, suvda eritiladi, ustiga 2-3 ml kons. NSI qo'shiladi, eritma hajmini 1,0 l ga etguncha suv bilan suyultiriladi. Tayyor bo'lgan eritmadan 10 ml olib 100 ml hajmgacha suyultiriladi).

## 7– laboratoriya ishi

### Nikelni kadmiy, marganets va tsink ionlari ishtirokida 1-(2-piridilazo)–2 naftol yordamida ekstraksion fotometrik aniqlash.

**Usulning mohiyati:** Nikel ionini kadmiy, marganets va rux ionlari ishtirok etgan eritmalaridan 1-(2-piridilazo)–2 naftol (PAN) reagenti yordamida ekstraksion fotometrik aniqlashga asoslangan.

Bu metodda nikel piridilazonaftolatni ekstraksiya qilish uchun  $pH = 4,0 - 8,0$  oralig'ida bo'lishi kerak. Nikelni ekstraksion ajratish va yuqori selektivlik bilan ekstraksion-fotometrik aniqlashda kadmiy uchun  $pH = 4,0 - 6,0$  ga teng, rux uchun  $pH = 4,0$  ga, marganets uchun esa  $pH = 4,0 - 7,0$  bo'lgan muhitda bajarish mumkin.

Nikel, kadmiy, marganets va rux piridilazonaftolatlarning ekstraksion va fotometrik xarakteristikalarini:

№	Ekstraksiyalanuvchi kompleks	$\lambda_{maks}, \text{nm}$	$\epsilon_{maks} \cdot 10^4$	$rN_{1G^2}$	$\lg K_{eks}$
1	$NiR_2$	575	5,1	2,1	1,9
2	$CdR_2$	560	4,9	7,0	- 7,9
3	$MnR_2$	550	5,9	8,5	- 11,0
4	$ZnR_2$	560	2,9	5,7	- 5,3

**Kerakli asbob va reaktivlar:**

1. Fotokolorimetr, rN-metr;
2. 6 ta, hajmi 25 ml bo'lgan o'lchov tsilindri;
3. Mexanik aralashtirgich,
4. Filtrlash uchun quruq paxta,

**Reaktivlar:**

1. Nikel, qadmiy, marganets va rux nitratlarining tarkibida 1 ml eritmada 2-4 mkg ( $2-4 \text{ мкг/мл}$ ) Ni, Cd, Mn va Zn ionlari bo'lgan standart eritmalari,
2. PAN ning 0,01 M li spirtli eritmasi;
3. KON ning 1,0 M li eritmasi;
4. 10 % li ammiak eritmasi,
5. Xloroform.

**Ishni bajarish tartibi:** Tarkibida 20 mkg nikel, kadmiy, marganets va ruh ionlari bo'lgan kisldotali eritmaga 1,0 ml 1,0 M li KON eritmasi, 1,0 ml 0,01 M li PAN reagentining spirtli eritmasi va umumiy hajmi 10 ml ga etguncha distillangan suv bilan suyultiriladi, 5 minut o'tgach cho'kma hosil bo'ladi, uning ustiga 10 ml xloroform qo'shib kolbani mexanik ravishda 5 minut davomida chayqatiladi.

Organik faza ajralib chiqqandan keyin filtrlanadi, qalinligi 1 sm bo'lgan kyuveta va  $\lambda = 575 \text{ нм}$  da «solishtiruvchi» eritmaga nisbatan optik zichligi o'lchanadi. Eritmaning  $pH = 4,5$   $\text{NH}_3$  va  $\text{HNO}_3$  bilan yaratiladi. Ekstraktsiyadan keyin suvli eritmaning muhitini rN metr yordamida tekshirib turiladi. (Eritma muhitini  $pH = 4,0-4,5$  oralig'ida saqlash kerak). Eritma tarkibidagi nikelning miqdorini darajalangan grafikdan topiladi.

**8-laboratoriya ishi****Legirlangan po'lat tarkibidagi titanni aniqlash.**

**Usulning mohiyati:** Bu usul kislotali muhitda titan kationning vodorod peroksid bilan hosil qilgan sariq rangli  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O}_2)]^{2+}$  kompleksi holida qo'shimcha metodi bilan fotometrik aniqlashga asoslangan

Po'latning analiz qilinadigan namunasi eritma holiga o'tkaziladi va undan:

a) solishtiruvchi eritma,

b) tekshiriluvchi eritma,

v) tekshiriluvchi eritma qo'shimcha  $S_{\text{Ti}}$  bilan (qo'shimchada titanning miqdori ma'lum bo'ladi) tayyorlanadi.

Tekshirilayotgan eritma optik zichligi  $A_x$  ni va shu eritmani qo'shimcha bilan optik zichligi  $A_{x+C_{\text{Ti}}}$  ni solishtiruvchi eritmaga nisbatan o'lchab, titanning noma'lum miqdorini tekshirilayotgan eritmaning alikvot qismidan quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$q_{\text{Ti}} = C_{\text{Ti}} \cdot A_x / (A_{x+C_{\text{Ti}}} - A_x)$$

Bu erda:  $C_{\text{Ti}}$  – tekshirilayotgan eritmaning alikvot qismiga qo'shilgan  $Ti$  ning massasi, mg da.

Eng yaxshi natijalar takrorlanuvchanligi  $Ti$  ni aniqlashda  $A_{x+C_{Ti}} = 2A_x = 0,43$  bo'lganda erishiladi.

**Kerakli asbob, idish va reaktivlar:**

1. Fotokolorimetr;
2. 1 ta 100 ml hajmli, 3 ta 50 ml hajmli o'lchov kolbalari,
3. 1 ta 25 ml xajmli o'lchov pipetkasi;
4. O'lchov tsilindri.
5. x.t.  $H_2SO_4(1:4)$ ;
6. x.t.  $H_3PO_4(d = 1,70 \text{ g/cm}^3)$ ;
7. x.t.  $HNO_3(d = 1,4 \text{ g/cm}^3)$ ;
8.  $H_2O_2$  ning 3% li eritmasi;
9.  $Ti(SO_4)_2$  ning 0,05  $\text{mg/ml}$  li standart eritmasi - eritmani ( tayyorlash uchun,  $TiO_2$  (x.t.) dan 0,0834 g tortib olib, uni sulfat va plavik kislotalarining 1:3 nisbatdagi aralashmasi bilan eritiladi, titan dioksidi to'liq eritma holiga o'tguncha qizdiriladi. So'ngra eritma sovutilib, suv bilan suyultirilgach, qizdirish yana takrorlanadi. Hosil bo'lgan eritmaga 100 ml distillangan suv va 5% li  $N_2SO_4$  eritmasi qo'shilib, eritmaning umumiy hajmi 1,0 litrga etkaziladi).

**Ishni bajarish tartibi:** 0,25 g po'lat namunasini 50 ml  $N_2SO_4$  ning suvdagi (1:4) eritmasi bilan eritiladi. Namuna erib bo'lgach, ko'pik hosil bo'lguncha nitrat kislotadan tomchilatib qo'shiladi. Aralashma azot oksidlari ajralib chiqishi tugaguncha qaynatiladi, qaynoq eritma sovutilib, so'ngra 100 ml o'lchov kolbasiga o'tkaziladi va kolbani chizig'igacha suv bilan suyultiriladi. Tayyor bo'lgan eritmadan 25 ml hajmli pipetka yordamida 3 ta alikvot qism olinib, 3 ta 5 ml hajmli kolbalarga solinadi.

1-kolba (solishtiruvchi eritma) ga 3 ml fosfat kislota ( $H_3PO_4$ ) qo'shiladi.

2-kolba (tekshiriluvchi eritma) ga 2 ml vodorod peroksid ( $H_2O_2$ ) va uning ustiga 3 ml fosfat kislota ( $H_3PO_4$ ) qo'shiladi.

3-kolba (qo'shimcha  $S_{Ti}$  solingan tekshiriluvchi eritma) dagi alikvot qism ustiga aniq o'lchangan hajmda (0,05–1,0 mg titan) titan sulfat qo'shilib, ustiga 2 ml  $H_2O_2$  va yana  $Fe^{3+}$  ni rangsiz kompleks holda bog'lash uchun 3 ml  $N_3RO_4$  qo'shiladi.

Kolbalarning hammasiga chizig'igacha distillangan suv bilan suyultirilib, aralashtiriladi va qalinligi 3 sm bo'lgan kyuveta va ko'k rangli svetofiltr bilan optik zichliklari fotokolorimetrda solishtiruvchi eritmaga nisbatan o'lchanadi.

Bu usul tarkibida 0,1–0,4%  $Ti$  bo'lgan, o'zida 70 %  $Fe$ , 25%  $Ni$  va 5%  $Cu$  bo'lgan po'lat namunasini analiz qilish uchun qo'llaniladi.

**Muhokama uchun savolar**

1. Fotometrik aniqlashlarda optimal sharoit qanday aniqlanadi?
2. Fotometrik o'lchashning moxiyatini izoxlang.
3. Buger-Lambert-Ber umumlashgan qonunining ta'rifi nimadan iborat?
4. Qanday hollarda Ber qonunidan chetlanishlar ro'y beradi?

## TADQIQOTNING ZAMONAVIY FIZIK-KIMYOVIY USULLARI FANIDAN TESTLAR

1. Aniqlanayotgan moddaning sifat tarkibini ya'ni u qanday elementlardan, element guruhlaridan yoki ionlardan tarkib topganligini aniqlash . . . . . analizining vazifasidir.  
A) Sifat  
B) Miqdor  
V) Struktur  
G) tarkib
2. moddaning kimyoviy tarkibi bilan uning ayrim fizikaviy xossalari o'rtasidagi bog'lanishni o'lchashga asoslangan usul . . . . . deyiladi.  
A)Fizik  
B) fizik-kimyoviy  
V) Struktur  
G) Miqdoriy
3. Analizda reaksiyalar odatda shisha plastinka ustida olib boriladi va hosil bo'layotgan moddalarni mikroskop ostida ko'rib, izlanayotgan ionning bor yoki yo'qligi aniqlanadi.  
A)Mikrokristalloskopik  
B) fizik-kimyoviy  
V) biologik  
G) Miqdoriy
4. Moddaning 1 mg dan kam miqdori tekshiriladi. Bunday analizning deyarli barcha amallari mikroskop ostida bajariladi.  
A)Ultramikroanaliz  
B)Mikrokristalloskopik  
I) fizik-kimyoviy  
G) biologik
5. Har qanday moddaning eritmadagi konsentratsiyasi uning ayni sharoitdagi eruvchanligidan ortiq bo'lgandagina shu modda cho'kmaga tushadi. bordiyu, modda juda qiyin eriydigan bo'lsa aniqlanadigan ionning konsentratsiyasi nihoyatda oz bo'lsada u cho'kmaga tushadi, bunday reaksiyalar . . . . . deyiladi.  
A)Seziluvchan reaksiyalar  
B) samarali reaksiya  
V) kolorimetrik reaksiya  
G) eruvchan reaksiya.
6. Moddaning shu reaksiya yordamida topilishi mumkin bo'lgan eng kam konsentratsiyasi. U ba'zan minimal konsentratsiya ham deyiladi.  
A) Suyultirish chegarasi  
B) Topilish minimumi  
V) Seziluvchanligi  
G) eruvchanligi.

7. Eritma qatlamiga tushayotgan nur intensivligining eritma qatlamidan o'tgan nur intensivligiga nisbatining o'nli logarifmiga teng; Bu bog'lanish to'g'ri chiziqli ko'rinishga ega.

- A) Optik zichlik
- B) Topilish minimumi
- V) Darajalangan grafik
- G) eruvchanligi.

8. Eritma tarkibidagi aniqlanadigan komponentni dastlab rangli birikmaga aylantirib, so'ngra shu komponentni ma'lum qalinlikga ega bo'lgan eritma rangli qavatining optik zichligi (nur yutilishi)ni o'lchashga asoslangan usul-

- A) Fotokolorimetrik
- B) Spektroskopik
- V) Xromotorgrafik
- G) Fizik.

9. Moddaning konsentratsiyasi bilan yutilgan nur intensivligi orasidagi miqdoriy bog'lanishni ifodalaydi- bu qanday qonun?

- A) Nur yutilishi
- B) Additivlik qonuni
- V) Nernst qonuni
- G) Nur sindirish qonuni

10. 1729 yilda . . . . . modda eritmasi qatlamidan o'tgan nurning yutilishi bilan qatlamning qalinligi orasidagi bog'liqlikni o'rgandi,

- A) Buger
- B) De Broyl
- V) Nernst
- G) Maksvell

11. 1760 yilda . . . . . matematik ifodaladi. . . . . esa qonunni aniq eritmalarda sinab ko'rib, uning to'g'riligini tekshirgan.

- A) Lambert, Ber
- B) Plank
- V) Buger
- G) Maksvell

12. Buger-Lambert-Ber qonuni konsentratsiyaning muayyan chegaralaridagina . . . . . chiziqlidir.

- A) To'g'ri
- B) Egri
- V) Qo'sh
- G) Tekis qiya

13. eritma qatlamining qalinligi 1 sm va undagi rangli birikmaning konsentratsiyasi 1 моль/л bo'lgandagi optik zichlikni xarakterlovchi o'zgarmas ka A) Molyar so'ndirish koeffitsenti

- B) Plank konstantasi

V) to'liqin chastotasi

G) optik zichligi.

14. Har bir komponentning turli o'lchashlardagi miqdorini aniqlash uchun ko'p sonli analizlarni bajarishda abstsissa o'qiga aniqlanadigan komponent kontsentratsiyasi, ordinata o'qiga esa tegishli optik zichliklar qiymati qo'yiladigan bog'lanishga nima deyiladi?.

A) Darajalangan grafik

B) kimyoviy bog'lanish

V) ion bog'lanish

G) to'g'ri javob yo'q

15. Darajalangan grafik tuzish nur yutilishi asosiy qonunining bajarilishini . . . . .  
.. usulidir.

A) tekshirish

B) to'xtatish

V) to'g'ri javob yo'q

G) optik zichligi.

16. Bu tenglama yordamida analiz qilinadigan eritma alikvot qismidan tayyorlangan rangli eritmada aniqlanadigan komponent kontsentratsiyasini hisoblash mumkin.

A) Eng kichik kvadratlar usuli

B) darajalangan grafik

V) to'g'ri javob yo'q

G) optik zichlik usuli

17. Kelib chiqishi ma'lum bir qonuniyatga asoslanmagan, kattaligi va ishorasi noma'lum bo'lgan xatolardir.

A) Tasodifiy

B) qo'pol

V) to'g'ri javob yo'q

G) sistematik

18. Kattaligi doimiy bo'lib, ma'lum qonuniyat bo'yicha o'zgaradigan xatolardir.

A) Sistematik

B) tasodifiy

V) to'g'ri javob yo'q

G) absolyut

19. . . . . . xatolar qo'lanilayotgan analiz usuli va reaksiyaning xususiyatlari (masalan, aniqlashga asoslangan reaksiyaning miqdor jihatdan to'liq bormasligi, cho'kmaning qisman erishi, cho'kma bilan begona ionlarning birgalashib cho'kishi), ayrim amallarni bajarish ketma-ketligiga qat'iy rioya qilinmasligi, amallarning aniq bajarilmasligi, cho'kmaning qizdirilganda qisman parchalanishi, erib ketishi yoki uchib ketishi, moddaning gigroskopiklik kabi xususiyatlariga bog'liq.

A) Uslubiy



- B) tasodifiy  
 V) to'g'ri javob yo'q  
 G) nisbiy
20. . . . . xatolar asbobning haqiqiy qiymatidan siljishi, masalan, tarozi boshlang'ich (nol) nuqtasining noto'g'riligi, toshlar massalarining nominaldan farqi singlarilar tufayli paydo bo'ladi.  
 A) asboblarga bog'liq  
 B) bajaruvchiga bog'liq  
 V) to'g'ri javob yo'q  
 G) temperaturaga bog'liq
21. Takroriy qilingan analizlar va berilgan ishonchlilik ehtimolining funktsiyasi hisoblanadigan koeffitsient?  
 A) St'yudent  
 B) Molyar so'ndirish  
 V) to'g'ri javob yo'q  
 G) nur sindirish
22. Molekulalarning bir butun tarzda aylanishi bilan bog'liq bo'lgan molekulaviy spektrlar . . . . . spektrlar deyiladi.  
 A) Aylanma  
 B) Molyar so'ndirish  
 V) to'g'ri javob yo'q  
 G) nur sindirish
23. Molekulaning energiya sathlari orasidagi kvant o'tishlarda vujudga keluvchi yutish spektri yoki chiqarish spektri . . . . . spektri deyiladi.  
 A) Molekulyar  
 B) EPR  
 V) to'g'ri javob yo'q  
 G) YaMR
24. To'lqin uzunliklari 400 nm dan 10 nm gacha oraliqda joylashgan elektromagnitik nurlanish spektri . . . . . deyiladi.  
 A) UB spektri  
 B) EPR spektri  
 V) to'g'ri javob yo'q  
 G) YaMR spektri
25. Molekulalarning elektron qobig'i energiyasi o'zgarishi bilan bog'liq kvant o'tishlar natijasida paydo bo'ladigan spektr . . . . . deyiladi.  
 A) Elektron spektr  
 B) UB spektri  
 V) to'g'ri javob yo'q  
 G) YaMR spektri
26. . . . . asosida maksimal xato va ishonchlilik oralig'i hisoblanadi.  
 A) St'yudent koeffitsienti  
 B) Molyar so'ndirish  
 V) to'g'ri javob yo'q  
 G) nur sindirish

27. . . . . tuzish nur yutilishi asosiy qonunining bajarilishini tekshirish usuli hamdir.

- A) Darajalangan grafik
- B) St'yudent koeffitsienti
- V) to'g'ri javob yo'q
- G) nur sindirish usulini

28. Tushayotgan nurning monoxromatik bo'lmasligi va nurning modda eritmasiga tushganda sochilishi qanday oqibatga olib keladi?

- A) Nur yutilishi qonunidan chetlanishlar
- B) Additivlik qonunining bajarilmasligiga.
- V) Polixromatiklikga.
- G) to'g'ri javob yo'q.

29. Agar eritmaning optik zichligini o'lchashda ma'lum to'lqin uzunliklarga ega bo'lgan (taxminan monoxromatik) nurdan foydalanilsa bu metodni . . . . . metod deyiladi.

- A) fotokolorimetrik
- B) Fizik.
- V) Nefelometrik
- G) to'g'ri javob yo'q.

30. Kolloid zarrachalardan o'tayotgan va yutilayotgan nurni o'lchashga asoslangna usullar . . . . .

- A) Nefelometrik va turbidimetrik
- B) fotokolorimetrik va spektrofotometrik
- V) UB spektroskopik va IQ spektroskopik
- G) to'g'ri javob yo'q

## IZOXLI LUG'AT - GLOSSARIY

Optik zichlik -	optik zichlik bu o'lchovsiz kattalik bo'lib, u eritma qatlamiga tushayotgan nur intensivligining eritma qatlamidan o'tgan nur intensivligiga nisbatining o'nli logarifmiga teng; $A = \lg \left( \frac{I_0}{I_t} \right)$ Bu bog'lanish to'g'ri chiziqli ko'rinishga ega. Qonun $I = I_0 \cdot 10^{-\varepsilon \cdot c \cdot l}$ shaklda ham ifodalanishi mumkin.
Fotokolorimetrik analiz	eritma tarkibidagi aniqlanadigan komponentni dastlab rangli birikmaga aylantirib, so'ngra shu komponentni ma'lum qalinlikga ega bo'lgan eritma rangli qavatining optik zichligi (nur yutilishi)ni o'lchashga asoslangan. Agar eritmaning optik zichligini o'lchashda ma'lum to'lqin uzunliklarga ega bo'lgan (taxminan monoxromatik) nurdan foydalanilsa bu metodni fotokolorimetrik metod deyiladi.
Nur yutilishi qonuni-	moddaning konsentratsiyasi bilan yutilgan nur intensivligi orasidagi miqdoriy bog'lanishni ifodalaydi. 1729 yilda Buger modda eritmasi qatlamidan o'tgan nurning yutilishi bilan qatlamning qalinligi orasidagi bog'liqlikni o'rgandi, 1760 yilda Lambert matematik ifodaladi. Ber esa qonunni aniq eritmalarda sinab ko'rib, uning to'g'riligini tekshirgan.
Nur yutilishi qonunidan chetlanishlar	Buger-Lambert-Ber qonuni konsentratsiyaning muayyan chegaralaridagina to'g'ri chiziqlidir. Bu chegaralardan chetga chiqqanda qonunning to'g'ri chiziqliligi bajarilmaydi: <ol style="list-style-type: none"> <li>1)tushayotgan nurning monoxromatik bo'lmasligi;</li> <li>2)Monoxromatiklikdan tashqari nurning modda eritmasiga tushganda sochilishi ham qonundan chetga chiqishga olib keladi;</li> <li>3)kimyoviy jarayonlar ham ta'sir ko'rsatadi: dissotsiatsiya, assotsiatsiya, gidroliz, solvoliz, komplekslanish, oraliq moddalar hosil bo'lishi, zollar, tautomer o'zgarishlar, o'zaro ta'sir (eritmadagi moddalar, erituvchi va h.k.) yoki boshqa kimyoviy o'zgarishlar natijasida tekshiriladigan moddaning konsentratsiyasi o'zgarishi;</li> </ol>
Molyar so'ndirish koeffitsenti -	( $\varepsilon$ ) eritma qatlamining qalinligi 1 sm va undagi rangli birikmaning konsentratsiyasi 1 <i>моль/л</i> bo'lgandagi optik zichlikni xarakterlovchi o'zgarimas kattalikdir. Bu koeffitsient hosil bo'lgan rangli eritmaning ma'lum to'lqin uzunlikka ega bo'lgan nurni yutish qobiliyatini ko'rsatadi. Uning qiymati monoxromatik nurning to'lqin uzunligi ( $\lambda$ ) ga bog'liq.

- Darajalangan grafik usuli- har bir komponentning turli o'lchashlardagi miqdorini aniqlash uchun ko'p sonli analizlarni bajarishda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Uning uchun aniqlanadigan komponentning ortib boruvchi kontsentratsiyalari asosida 5-10 ta rangli standart eritmalar tayyorlanadi va ularning optik zichliklari o'lchanadi. Olingan natijalar asosida grafik chiziladi. Abstsissa o'qiga aniqlanadigan komponent kontsentratsiyasi, ordinata o'qiga esa tegishli optik zichliklar qiymati qo'yiladi. Darajalangan grafik tuzish nur yutilishi asosiy qonunining bajarilishini tekshirish usuli hamdir.
- Eng kichik kvadratlar usuli Tajribada topilgan barcha nuqtalarning koordinata boshidan o'tadigan bir to'g'ri chiziqda yotishiga ishonch hosil qilingach, eng kichik kvadratlar usuli bilan quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:
- $$A = K \cdot C_{cm}$$
- Bu tenglama yordamida analiz qilinadigan eritma alikvot qismidan tayyorlangan rangli eritmadagi aniqlanadigan komponent kontsentratsiyasini hisoblash mumkin. Tenglamadagi «K» koeffitsientning qiymati eng kichik kvadratlar usuli bilan quyidagi formula yordamida hisoblanadi:  $K = \frac{\sum_i^p C_i \cdot A_i}{\sum_i^p C_i^2}$  Bunda  $A_i$  va  $C_i$  tegishli i-inchi standart eritma optik zichligi (nur yutilishi) va kontsentratsiyasi,  $mg/ml$  larda;  $p$  -standart eritmalar soni.
- Tasodifiy xatolar- kelib chiqishi ma'lum bir qonuniyatga asoslanmagan, kattaligi va ishorasi noma'lum bo'lgan xatolardir. Tasodifiy xatolar analitikning o'ziga bog'liq bo'lmagan tashqi faktorlar, masalan harorat, namlikning o'zgarishi, laboratoriya havosining ifloslanishi, binolarning tebranishi, tok manbasida kuchlanishning o'zgarishi va boshqalar bilan bog'liq.
- Sistematik xatolar- kattaligi doimiy bo'lib, ma'lum qonuniyat bo'yicha o'zgaradigan xatolardir. Sistematik xatolarning oldini olish uchun tuzatish kiritish lozim. Agar o'lchash bir tarozi (va toshlardan) yoki asbobdan foydalanib o'tkazilsa, sistematik xato yo'qoladi. Sistematik xatolarga quyidagilarni kiritish mumkin:
- uslubiy (metodik) xatolar - qo'lanilayotgan analiz usuli va reaksiyaning xususiyatlari (masalan, aniqlashga asoslangan reaksiyaning miqdor

		jihatdan to'liq bormasligi, cho'kmaning qisman erishi, cho'kma bilan begona ionlarning birgalashib cho'kishi), ayrim amallarni bajarish ketma-ketligiga qat'iy rioya qilinmasligi, amallarning aniq bajarilmasligi, cho'kmaning qizdirilganda qisman parchalanishi, erib ketishi yoki uchib ketishi, moddaning gigroskopiklik kabi xususiyatlariga bog'liq.
asboblarga xatolar–	bog'liq	asbobning haqiqiy qiymatidan siljishi, masalan tarozi boshlang'ich (nol) nuqtasining noto'g'riligi, toshlar massalarining nominaldan farqi singarilar tufayli paydo bo'ladi.
reaktivlarga xatolar–	bog'liq	tayyor yoki tayyorlangan reaktivlar konsentratsiyalarining haqiqiy qiymatidan farq qilishi natijasida yuzaga kelishi mumkin
Styudent koeffitsienti-		takroriy qilingan analizlar ( $n$ ) va berilgan ishonchlilik ehtimoli ( $p$ ) ning funktsiyasi hisoblanadi. Styudent koeffitsienti asosida maksimal xato va ishonchlilik oralig'i hisoblanadi.
Aylanma spektrlar -		molekulalarning bir butun tarzda aylanishi bilan bog'liq bo'lgan molekulaviy spektrlar
Molekulyar spektr -		molekulaning energiya sathlari orasidagi kvant o'tishlarda vujudga keluvchi yutish spektri yoki chiqarish spektri
UB nurlanish -		to'liq uzunliklari 400 $nm$ dan 10 $nm$ gacha oraliqda joylashgan elektromagnitik nurlanish.
Elektron spektr -		molekulalarning elektron qobig'i energiyasi o'zgarishi bilan bog'liq kvant o'tishlar natijasida paydo bo'ladigan spektr.

### **VII. Kreditlarni olish uchun talablar:**

Fanga oid nazariy va uslubiy tushunchalarni to'la o'zlashtirish, tahlil natijalarini to'g'ri aks ettira olish, o'rganilayotgan jarayonlar haqida mustaqil mushohada yuritish va oraliq nazorat shakllarida berilgan vazifa va topshiriqlarni bajarish, yakuniy nazorat bo'yicha yozma ishni topshirish. Sillabusda belgilangan baholash tartibi asosida ijobiy baholar doirasida baholangan talabalarga kreditlar beriladi. Talaba belgilangan talim olish natijalariga erisha olmagan taqdirda, kreditlar berilmaydi.

### **VIII. TALABALAR BILIMINI BAHOLASH TIZIMI:**

Talaba bilimini baholash kredit-modul tizimiga muvofiq ishlab chiqilgan Nizom asosida amalga oshiriladi.

Nazorat turi	1-OB	2-OB	YaB
O'tkazilish vaqti	8- hafta	16-hafta	17-18 hafta
Nazorat shakli	Yozma*	Yozma*	Yozma

**Oraliq baholash:** fanning ma'ruza qismiga tegishli teng yarmi o'tib bo'lingandan so'ng so'ng OB olinadi. Bunda o'tilgan mavzularga doir 3 ta nazariy yozma savollari varianti tarqatiladi. Oldindan tuzilgan 3 ta yozma variantlarini to'la echgan talabaga xar bir to'g'ri javob uchun maksimal 5 baho beriladi.

**Yakuniy baholash** o'tilgan barcha mavzular bo'yicha tuzilgan variantlari asosida o'tkaziladi. Bunda xar bir talabaga semestr davomida o'tilgan mavzular bo'yicha 3 ta nazariy va 1 tadan laboratoriya ishi bo'yicha og'zaki savol variantlari tarqatiladi. Talaba og'zaki javobning xar biridan maksimal 5 baho to'plash imkoniyatiga ega. Umumiy baxo o'rtacha arifmetika asosida chiqariladi.

\*Izoh. Nazoratlardagi har bir savol va topshiriqlar quyidagi baholash mezonlari bo'yicha baholanadi.

a) **“5” (a'lo)** baho uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Hulosa va qaror qabul qilish;
- Ijodiy fikrlay olish;
- Mustaqil mushohada yurita olish;
- Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish;
- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish;

b) **“4” (yaxshi)** baho uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Mustaqil mushohada yurita olish;
- Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish;
- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish;

v) **“3” (qoniqarli)** baho uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish;

g) talabaning bilim darajasi **“2” (qoniqarsiz)** deb quyidagi hollarda baholanadi:

- Aniq tasavvurga ega bo'lmaslik;
- Javoblarda xatoliklarga yo'l qo'yilganlik;
- Bilmaslik.

**ASOSIY VA QO'SHIMCHA AXBOROT MANBALARI:**

Jeanne L. MeHale. Molecular Spectroscopy Second Edition Washington State University. Taylor & Franeis. LLC CRC Prees is an imprint of Taylor & Fransis Grooup, an Informa business. 2017 y. Pp 477

Физические методы исследования в химии. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. 2012 г.

Беккер Ю. “Спектроскопия” Пер. с немец. М. “Теносфера” 2009б 528 с.

Вилков Л.В., Пентин Ю.А. «Физические методы исследования в химии», М. Мир. 2003.

Elsa Lundanes, Leon Reubsaet, Tyge Greibrokk. Chromatography Basic Principles, Sample Preparations and Related Methods. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany. 2014 y. Pp 223.

Хайитбаев Х.А., Маулянов С.А., Тошов Х.С. Органик бирикмалар тузилишини УБ- ва ИК-спектр усуллари ёрдамида тахлил қилиш. ЎзМУ босмахонаси. 2020 й. 84 б.

Mirziyoev Ш.М. Erkin va farovon demokratik Uzbekiston davlatni birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "Uzbekiston" NMIU. 2016. -56 b.

Mirziyov Sh.M. Tankidiy taxlil, katiy tartib-intizom va shaxeiy javobgarlik har bir rahbar faoliyatining kundalik koidasi bulishi kerak. Uzbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil nstikbollariga bagishlangan majlisidagi Uzbekiston Respublikasi prezidentining nutki. G'G' Xalk suzi gazstasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.

Юнусов Т.К., Зайнитдинов У.Н., Утениёзов Қ. Салихов Ш.И. Кимёда физикавий усуллар. Тошкент “Университет” 2007 й.

Василева В.И, Спектралны методы анализа. Практическое руководство. Масква Лань, 2014. 416 с.

Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М, МГУ-2012. 54с.

Преч Э. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных: пер.с.англ.

Э. Переч, Ф.Бюлманн, К.Аффольтер. лаборатория знаний. М. Мир. БИНОМ. 2012 438 с.

Яшин Я.И., Яшин Е.Я. Газовая хроматография. М. ТрансЛит. 2009. 512 с.

Сычев К.С. Практическое руководства по житкостной хроматографии. М. Техносфера. 2010. 272 с.

Хаитбаев Х.А. Ешимбетов А.Г., Тошов Х.С. УФ- и ИК-спектральные методы исследования органических соединений. Услубийқўлланма ЎзМУ босмахонаси 2015 й. 72 б.

База данним мпсс спектров.- <http://www.massbank.jp/>

База данных Национального института современной индустриальной науки и технологии, Япония.- [http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direkt\\_frame\\_top.cg](http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direkt_frame_top.cg)

База данных Национального института стандартизации и технологии США по свойствам соединений. -<http://webbook.nist.gov/chemistry/>

Практический курс спектроскопии ЯМР.-

<a href="http://www.chem.msu.su/rus/teaching/nifantev/2006_NMR.pdf">http://www.chem.msu.su/rus/teaching/nifantev/2006_NMR.pdf</a>	
<a href="http://www.nuuz.uz">www.nuuz.uz.</a>	
<a href="http://www.natlib.uz">www.natlib.uz.</a>	
<a href="http://www.ziyo.net.uz">www.ziyo.net.uz</a>	
<a href="http://www.ximik.ru">www.ximik.ru.</a>	



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI  
GULISTON DAVLAT UNIVERSITETI**


**“TASDIQLAYMAN”**  
 M.Xodjiyev  
 08. 2022 yil

**TADQIQOTNING ZAMONAVIY FIZIK-KIMYOVIY USULLARI  
FAN DASTURI**

**Bilim sohasi:** 500000 – Tabiiy fanlar matematika va statistika

**Ta'lim sohasi:** 530000 – Fizikaga oid fanlar

**Ta'lim yo'nalishi:** 70530101-Kimyo (Fan yo'nalishlari bo'yicha)  
(1-kurs magistratura uchun)

Fan/modul kodi MK1M1305	O'quv yili 2022-2023	Semestr 1	ESTS-Kreditlar 5
Fan/modul turi Majburiy	Ta'lim tili O'zbek/rus		Haftadagi dars soatlari 4
	Fanning nomi	Auditoriya mashg'ulotlari	Mustaqil ta'lim (soat)
1.	Analinik, fizkolloid va bioorganik kimyo	60	90
2.	<p style="text-align: center;"><b>I. FANNING MAZMUNI</b></p> <p><b>Fanning qisqa mazmuni (summary).</b> Ushbu fan tadqiqotning zamonaviy usullari bo'lgan –spektraskopik (UB-,IK-, YaMR- va b.) usullar, termik (termogravimetrik va differentsial-termik) usullar va xromotografiya bo'limlarini qamrab olgan. Har bir bo'limda tegishli usullarning fizik parametrlari, modda tuzilishini aniqlashda har bir uslubning imkoniyatlari, parametrlar qiymatlarigi ta'sir etuvchi omillar va olingan ma'lumotlarning amliyotdagi axamiyati kabi masalalar ko'rib chiqiladi.</p> <p style="text-align: center;"><b>FANNING MAQSADI VA VAZIFALARI</b></p> <p><b>1.1. Fanni o'qitishdan maqsad.</b> “Tadqiqotning zamonaviy fizik-kimyoviy usullari” fanlar aro kasbiy modulning variativ (o'zgaruvchan) qismiga tegishli. Ushbu fan noorganik, analitik, organik, bioorganik va polimerlar kimyosidan talabalarning olgan fundamental bilimlarini qamrab olgan va ularni umumlashtirishga va chuqurlashtirishga mo'ljallangan. “Tadqiqotning zamonaviy fizik-kimyoviy usullari” fani talabalarning magistrlilik dissertatsiyasini bajarish vaqtida tug'ilgan masalalarni samarali echishga yordam beradi.</p> <p>Talabalar ushbu maqsadga erishish uchun kimyoviy moddalar tadqiqotining fizik va fizik-kimyoviy usullari soxasida nazariy bilimlar olish, amaliy ko'nikmalarini ilmiy-tadqiqot ishlarida qo'llash hamda ilmiy dunyo qarashini shakllantirish vazifasini bajaradi.</p> <p><b>1.2. Fanning vazifasi.</b> Magistrlarga “Tadqiqotning zamonaviy fizik-kimyoviy usullari” fanining nazariy asoslarini o'rgatish, hamda talbalarga ishlab chiqarish va tibbiyotning turli soxalarida keng tarqalgan kimyoviy moddalarni aniqlash va ularni ajratib olish fizik va fizik-kimyoviy usullarining nazariy va metadologik asoslarini shakllantirishdan iborat.</p>		

**1.3. Fandan o'tiladigan mavzular va ular bo'yicha mashg'ulot turlariga ajratilgan soatlarning taqsimoti**

T/r	Fanning bo'limi va mavzusi, ma'ruza mazmuni	Soatlar			
		Jami	Ma'ruza	Laboratoriy a mashg'uloti	Mustaqil ta'lim
1	Kirish. Fan predmeti va asosiy masalalari	8	2	2	4
2	Moddaning aniqlash usullari (sifat va midoriy): element, molekulyar va fazaviy taxlil.	12	2	2	8
3	Xromatografik taxlil usullarining nazariy asoslari	10	2	2	6
4	Molekulyar spektroskopiya usullarining nazariy asoslari	10	2	2	6
5	Atom va molekulyar spektroskopiyalarning asoslari	8	2	2	4
6	Atom va molekulyar spektroskopiya usullaridan foydalanish imkoniyatlari	10	2	2	6
7	Tebranma spektroskopiya usullari. Taxlilning asosiy bosqichlari	12	2	2	8
8	Yadroviy magnit rezonans xodisasining fizikaviy asoslari. Moddalar taxlilida YaMR usulini qo'llanilishi	10	2	2	6
9	Ionizatsiyalash usuli: electron zarba, fotoionizatsiyalash, kimyoviy ionizatsiyalash	8	2	2	4
10	Xromatografiya usullarning nazariy asoslari	12	2	2	8
11	Gaz va suyuqlik xromatografiyasi	10	2	2	6
12	Rentgen tuzilish taxlili usulining asoslari	8	2	2	4
13	Termogravimetrik taxlil usullari	10	2	2	6
14	Spektroskopiya usullaridan foydalanib kimyoviy masalalarni echish	12	2	2	8
15	Spektroskopiya usullaridan foydalanib kimyoviy masalalarni echish	10	2	2	6
	<b>Jami</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>90</b>



## II. ASOSIY QISM

### 2.1. Ma'ruza mavzulari va ko'riladigan masalalar

#### 1-mavzu. Kirish. Fan predmeti va asosiy masalalari.

Fizik-kimyoviy tahlil usullarining tavsifi (FKTU) va asosiy tushunchalari. Hodisalar moxiyati, tahlil qilinadigan ob'ekt tabiati. Foydalanilgan asboblarning bo'yicha tahlil usullarining siniflanishi. Taxlilning asosiy ob'ektlari. 1 (11-19), 2 (5-8), 3 (12-14), 4 (4-6)

#### 2- mavzu. Moddaning aniqlash usullari (sifat va midoriy): element, molekulyar va fazaviy taxlil.

Asosiy analitik muommolar: aniqlash chegarasini pasayishi, taxlil aniqligini oshirish, tezligini ta'minlash, mikroobe'klar taxlili. [Q4.6-16; A2 66-72; A3.76-80], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.76-90].

#### 3-mavzu. Xromatografik taxlil usullarining nazariy asoslari.

Xromatografik taxlil usullarining tavsifa va asosiy tushunchalari, moddalar ajratish, taxlil bajarish xarakterlari bo'yicha xromatografik taxlil usullarining siniflanishi. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A12 6-24; A13.6-10].

#### 4-mavzu. Molekulyar spektroskopiya usullarining nazariy asoslari.

Elektromagnit nurlanishli moddalar o'zaro tasirlashuvining mohiyati. Elektromagnit nurlanishning tavsifi. Usulning afzalligi va kamchiliklari. Taxlil ob'ektlari. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A12 6-24; A13.6-10].

#### 5-mavzu. Atom va molekulyar spektroskopiyalarning asoslari.

Atom va molekulyar spektroskopiyalarning asoslari. Taxlilning asosiy bosqichlari. Spektroskopik va spektrometrik taxlil usullaridagi namunalarni tayyorlash. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A12 6-24; A13.6-10].

#### 6-mavzu. Atom va molekulyar spektroskopiya usullaridan foydalanish imkoniyatlari.

Atom va molekulyar spektroskopiya usullarining ishlab chiqarishning turli soxalarida ishlatilish imkoniyatlari. Farqlari. Parametrlari. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A12 6-24; A13.6-10].

#### 7-mavzu. Tebranma spektroskopiya usullari. Taxlilning asosiy bosqichlari.

IQ va KC (Raman) spektroskopiya usullarining xususiyatlari. Tadqiqot ob'ektlari, usullarining imkoniyatlari. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A12 6-24; A13.6-10].

#### 8-mavzu. Yadroviy magnit rezonans xodisasining fizikaviy asoslari. Moddalar taxlilida YaMR usulini qo'llanilishi.

Yadroviy magnit rezonans xodisasining fizikaviy asoslari. Moddalar taxlilida YaMR usulini qo'llanilishi. EPR usulining asoslari. EPR usulini qo'llanilishi. [A2.9-16; A3.136-

142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A12 6-24; A13.6-10].

**9-mavzu. Ionizatsiyalash usuli: elektron zarba, fotoionizatsiyalash, kimyoviy ionizatsiyalash.**

Ionizatsiyalash usuli: elektron zarba, fotoionizatsiyalash, kimyoviy ionizatsiyalash. Xromoto-mass-spektrometriya xaqida tasavvurlar. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.123-150].

**10-mavzu. Xromatografiya usullarning nazariy asoslari.**

Xromatografiya usullarning nazariy klasifikatsiyasi, umumiy tushunchalari: Xromatografik taxlil usullarning mohiyati. Ishlatilish soxalari. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A12 6-24; A13.6-10].

**11-mavzu. Gaz va suyuqlik xromotografiyasi.**

Gaz va suyuqlik xromotografiya usullarining parametrlari, detektorlar, umumiy tushunchalar: Xromatografik taxlil usullarining mohiyati. Ishlatilish soxalari. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.123-150].

**12-mavzu. Rentgen tuzilish taxlili usulining asoslari.**

Birikmalarning Rentgen tuzilish taxlili. Monokristal. Kichik burchakdagi rentgenografiya. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.123-150].

**13-mavzu. Termogravimetrik taxlil usullari.**

TG va DSK taxlil usullari. Umumiy perametrlari, umumiy tushunchalari. Taxlil usullarining mohiyati. Ishlatilish soxalari. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.123-150].

**14-mavzu. Spektroskopiya usullaridan foydalanib kimyoviy masalalarni echish.**

Birikmalarning kimyoviy tuzilishini tadqiq qilishga doir masalalar echish va uslublarni kompleks qo'llash. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.123-150].

**15-mavzu. Spektroskopiya usullaridan foydalanib kimyoviy masalalarni echish.**

Birikmalarning kimyoviy tuzilishini tadqiq qilishga doir masalalar echish va uslublarni kompleks qo'llash. [A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76; A2 56-74; A3.146-150], [A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.123-150].

### III. AMALIY MASHG'ULOTLAR

Amaliy mashg'ulotlar multimedia qurilmalari bilan jixozlangan auditoriyada bir akademik guruhga bir professor-o'qituvchi tomonidan o'tkazilishi zarur. Mashg'ulotlar faol va interaktiv usullar yordamida o'tilishi, mos ravishda munosib pedagogic va axborot texnologiyalar qo'llanilishi maqsadga muvofiq. Laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazishda quyidagi didaktik tamoyillarga amal qilinadi:



## 3.1. Amaliy mashg'uloti mavzulari

t/r	M a v z u	K o' r i l a d i g a n m a s a l a l a r	axborot uslubiy ta'minot
<b>1-modul</b>			
1	Elektron spektroskopiyasi.	Elektron spektroskopiyasi usullari va moxiyati bilan tanishish. Elektron spektroskopiyasi uskunalaridan foydalanishni o'rganish.	[A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76;]
2	Elektron spektroskopiya usuli tahlil olib boorish.	Elektron spektroskopiya usuli tahlil olib borish tartibini o'rganish	[A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A3.123-150].
3	Elektron spektroskopiyasiga oid misollar ishlash	Elektron spektroskopiyasi olingan moddalar spektrlarini taxlilini o'rganish	[A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76;]
4	Tebranish spektroskopiyasining usullari. IK-spektroskopiya va kombinatsion sochilish spektroskopiyasi.	IK-spektroskopiya va kombinatsion sochilish spektroskopiyasi uskunalarini o'rganish	[A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.123-150].
5	IK-spektroskopiyasi usullari va moxiyati.	IK-spektroskopiyasi usullari va moxiyatini o'rganish.	[A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76;]
6	IK-spektroskopiyasiga oid misollar yechish	Moddalarning IK-spektroskopiyasini taxlil qilishni o'rganish	[A2.9-16; A3.6-12; A3.123-150].
7	Rezonas usullari: YaMR spektroskopiya.	YaMR spektroskopiyasida ishlatiladigan uskunalarni bilish.	[A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7;]
8	YaMR va PMR spektroskopiyasi moxiyati	YaMR va PMR spektroskopiyasi moxiyati bilan tanishish.	[A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.123-150].
9	YaMR va PMR spektroskopiyasiga oid misollar ishlash.	Moddalarning YaMR va PMR spektrlarini taxlil qilishni o'rganish	[A2.9-16; A3.136-142; A7.3-7; Q4.67-76;]
10	Mass-spektrometriya usullari.	Mass-spektrometriyada ishlatiladigan uskunalardan bilan tanishish	[A2.9-16; A3.136-142; Q4.67-76;]
11	Mass-spektrometriya usullari va moxiyati.	Mass-spektrometriya usullari va moxiyatini o'rganish	[A2.9-16; A3.6-12; A7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.123-150].
12	Mass-spektrometriyaga oid misollar ishlash	Moddalarning Mass-spektrlarini taxlil qilishni	[A2.9-16; A3.136-142;]

		o'rganish.	Λ7.3-7]
13	Xromatografiya usullarini o'rganish	Xromatografiya usullari moxiyatini o'rganish	[A2.9-16; Λ3.6-12; Λ7.3-7; Q4.6-16; A2 6-24; A3.123-150].
14	Gaz va suyuqlik xromotografiyasi	Gaz va suyuqlik xromotografiyasida qo'llaniladigan uskunalar bilan tanishish	[A3.136-142; Λ7.3-7; Q4.67-76;]
15	Gaz va suyuqlik xromotografiyasiga oid masalalar echish.	Moddalarning gaz va suyuqlik xromotografiyasini taxlil qilishni o'rganish	[A2.9-16; A3.6-12; Q4.6-16; A2 6-24; A3.12-50].

### 3.2. Ta'lim texnologiyalari va metodlari:

Ma'ruza va laboratoriya mashg'ulotlarda modulli, shaxsga yo'naltirilgan va muammoli ta'lim texnologiyalari qo'llaniladi.

#### IV. MUSTAQIL TA'LIM VA MUSTAQIL ISHLAR

t/r	Mavzular va topshiriqlar mazmuni	Ajratilgan vaqt (soat)	Informatsionuslubiy ta'minot	Bajarilish muddati
1	Element aniqlashning fizik-kimyoviy usullari;	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24].	1-hafta
2	Fizik-kimyoviy usullarda foydalanilgan asboblardan bo'yich taxlil usullarining siniflanishi.	6	[A2.9-16; A3.6-12].	2-hafta
3	Fizik-kimyoviy usullarida taxlilning asosiy ob'ektlari.	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24].	3-hafta
4	IQ-spektroskopiya va kombinsion tarqalish spektroskopiyalarining texnika va metodikalari.	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24].	4-hafta
5	IQ va KT usullarini taqqoslash;	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24; A3.123-150].	5-hafta
6	IQ-spektroskopiya qo'llaniladigan uskunalar va ishlatiladigan moddalarga qo'yiladigan talablar	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24].	6-hafta
7	Xromoto-mass-spektrometriya xaqida tasavvurlar;	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24].	7-hafta
8	Xromoto-mass-spektrometriya usullari va moxiyati	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24; A3.123-150].	8-hafta
9	Xromoto-mass-spektrometriyasi olinadigan moddalarga qo'yiladigan	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24; A3.123-150].	9-hafta



	talablar			
10	Energiya pog'analari va ularning siniflanishi.	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24; A3.123-150].	10-hafta
11	Moddalardagi normal tebranishning o'ziga xosligi;	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24].	11-hafta
12	Monokristal. Kichik burchakdagi rentgenografiyasi.	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24; A3.123-150].	12-hafta
13	TG va DSK taxlil usullari va ularning moxiyati	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24; A3.123-150].	13-hafta
14	Kembridj universiteti baza ma'lumotlari asosida onlayn tizimda kimyoviy masalalar echish.	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24].	14-hafta
15	Kurs bo'yicha olingan bilimlarni umumlashtirish.	6	[A2.9-16; A3.6-12; A2 6-24].	15-hafta
	<b>Jami</b>	<b>90 soat</b>		

Izox: Mavzuga oid mustaqil ish topshiriqlari bajarish buyicha ko'rsatmalar O'UM da keltirilgan.

**3. V. FANNI O'QITISH NATIJALARI VA SHAKLLANGAN KASBIY KOMPETENTSIYALAR:**

Fanni o'zlashtirish natijasida *Magistr*:

- birikmalar tarkibini aniqlash va ajratib olishda foydalaniladigan zamonaviy uskunalar,
- kimyoda qo'laniladigan fizik-kimyoviy usullar va jixozlarni tanlash samaradorligi to'g'risida *tasavurga ega bo'lish*;
- o'zining kasbiy faoliyatida organic, noorganik hamda radiaktiv moddalar bilan ishlash usullarini;
- uskuna va jixozlarni tanlash usullari va bosqichlarini
- uskunalarda olingan natijalarning ishonchligini va uzoq muddatlilikini, samaradorligini, atrof-muhit talablarini inobatga olishini va tejamliligini *bilish va ulardan foydalana olishi*;
- an'anaviy va yangi usullarni ilmiy tadqiqotlarda qo'llash,
- muommolar bo'yicha echimlar qabul qilish,
- kerakli ilmiy texnik axborotlar va ma'lumotlarni qog'ozdagi tashuvchi (monografiya, ilmiy jurnallar) va internet tarmoqlaridan *yig'ish ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak*.

**4. VI. TALABANING KREDITLARNI TO'PLASH TARTIBI**

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



**TALABALAR BILIMINI BAHOLASH TIZIMI:**

5.

Talaba bilimini baholash kredit-modul tizimiga muvofiq ishlab chiqilgan Nizom asosida amalga oshiriladi.

Nazorat turi	1-OB	2-OB	YaB
O'tkazilish vaqti	8- hafta	16-hafta	17-18 hafta
Nazorat shakli	Yozma*	Yozma*	Yozma

**Oraliq baholash:** fanning ma'ruza qismiga tegishli teng yarmi o'tib bo'lingandan so'ng so'ng OB olinadi. Bunda o'tilgan mavzularga doir 3 ta nazariy yozma savollari varianti tarqatiladi. Oldindan tuzilgan 3 ta yozma variantlarini to'la echgan talabaga xar bir to'g'ri javob uchun maksimal 5 baho beriladi.

**Yakuniy baholash** o'tilgan barcha mavzular bo'yicha tuzilgan variantlari asosida o'tkaziladi. Bunda xar bir talabaga semestr davomida o'tilgan mavzular bo'yicha 3 ta nazariy va 1 tadan laboratoriya ishi bo'yicha og'zaki savol variantlari tarqatiladi. Talaba og'zaki javobning xar biridan maksimal 5 baho to'plash imkoniyatiga ega. Umumiy baxo o'rtacha arifmetika asosida chiqariladi.

*\*Izoh. Nazoratlardagi har bir savol va topshiriqlar quyidagi baholash mezonlari bo'yicha baholanadi.*

a) "5" (a'lo) baho uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Hulosa va qaror qabul qilish;
- Ijodiy fikrlay olish;
- Mustaqil mushohada yurita olish;
- Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish;
- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish;

b) "4" (yaxshi) baho uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Mustaqil mushohada yurita olish;
- Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish;
- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish;

v) "3" (qoniqarli) baho uchun talabaning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish;

g) talabning bilim darajasi "2" (qoniqarsiz) deb quyidagi hollarda baholanadi:

- Aniq tasavvurga ega bo'lmalik;
- Javoblarda xatoliklarga yo'l qo'yilganlik;
- Bilmaslik.

6.

**Asosiy adabiyotlar**

№	Muallif, adabiyot nomi, turi, nashriyot, yili, hajmi
1.	Jeanne L. MeHale. Molecular Spectroskopy Second Edition Washington State University. Taylor & Franeis. LLC CRC Prees is an imprint of Taylor & Fransis Grouop, an Informa business. 2017 y. Pp 477
2	Физические методы исследования в химии. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. 2012 г.
3	Беккер Ю. "Спектроскопия" Пер. с немец. М. "Теносфера" 2009б 528 с.
4	Вилков Л.В., Пентин Ю.А. «Физические методы исследования в химии», М. Мир. 2003.
5	Elsa Lundanes, Leon Reubsaet, Tyge Greibrokk. Chromatography Basic Principles, Sample Preparations and Related Methods. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany. 2014 y. Pp 223.
6	Хайитбаев Х.А., Маулянов С.А., Тошов Х.С. Органик бирикмалар тузилишини УБ- ва ИҚ-спектр усуллари ёрдамида тахлил қилиш. ЎЗМУ босмаҳонаси. 2020 й. 84 б.

**Qo'shimcha adabiyotlar:**

№	Muallif, adabiyot nomi, turi, nashriyot, yili, hajmi
7	Mirziyoev Ш.М. Erkin va farovon demokratik Uzbekiston davlatni birgalikda barpo etamiz. Toshkent, "Uzbekiston" NMIU. 2016. -56 b.
8	Mirziyov Sh.M. Tankidiy taxlil, katiy tartib-intizom va shaxeiy javobgarlik xar bir raxbar faoliyatipng kundalik koidasi bulishi kerak. Uzbekiston Respublikasi Vazirlar Maxkamasipng 2016 yil yakunlari va 2017 yil nstikbollariga bagishlangan majlisidagi Uzbekiston Respublikasi prezidentining nutki. G'G' Xalk suzi gazstasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.
9	Юунусов Т К., Зайнитдинов У.Н., Утениёзов Қ. Салихов Ш.И. Кимёда физикавий усуллар. Тошкент "Университет" 2007 й.
10	Василева В.И, Спектралны методы анализа. Практическое руководство. Масква Лань, 2014. 416 с.
11	Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных класов органических соединений. Справочные материалы. М, МГУ-2012. 54с.
12	Преч Э. Определение строения органических соединение. Таблицы спектралных данных: пер.с.англ.



13	Э. Переч, Ф.Бюлманн, К.Аффольтер. лаборатория знаний. М. Мир. БИНОМ. 2012 438 с.
14	Яшин Я.И., Яшин Е.Я. Газовая хроматография. М. ТрансЛит. 2009. 512 с.
<b>Axborot manbalari</b>	
15	База данным мпсс спектров.- <a href="http://www.massbank.jp/">http://www.massbank.jp/</a>
16	База данных Национального института современной индустриальной науки и технологии, Япония.- <a href="http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direkt_frame_top.cg">http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/direkt_frame_top.cg</a>
17	База данных Национального института стандартизации и технологии США по свойствам соединений. - <a href="http://webbook.nist.gov/chemistry/">http://webbook.nist.gov/chemistry/</a>
18	Практический курс спектроскопии ЯМР.- <a href="http://www.chem.msu.su/rus/teaching/nifantev/2006_NMR.pdf">http://www.chem.msu.su/rus/teaching/nifantev/2006_NMR.pdf</a>
19	<a href="http://www.nuuz.uz">www.nuuz.uz</a> .
20	<a href="http://www.natlib.uz">www.natlib.uz</a> .
21	<a href="http://www.ziyo.net.uz">www.ziyo.net.uz</a>
22	<a href="http://www.ximik.ru">www.ximik.ru</a> .
7.	<p><b>Fan dasturi Guliston davlat universiteti tomonidan ishlab chiqildi.</b></p> <p><b>Tuzuvchi:</b> Matchanov A.D. - GulDU, Kimyo kafedrası professori, k.f.d.</p> <p><b>Taqrizchilar:</b> X. Abdurahimov - GulDU, Kimyo kafedrası professori, k.f.d., DSc N. Umirov - GulDU, Kimyo kafedrası dotsenti, PhD.</p> <p>Tadqiqotning zamonaviy fizik kimyoviy usullari fanining fan dasturi GulDU O'quv-metodik kengashining 29.08.2022 yil 1-sonli majlisida muxokama etildi va Universitet Kengashiga tavsiya qilindi.</p> <p>Fan dasturi Guliston davlat universiteti Kengashi tomonidan (2022 yil 31 avgustdagi 1-sonli bayonnoma) maqullangan.</p>