



**O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ
(MINTAQAVIY) MARKAZI**

ZAMONAVIY ORGANIK KIMYO

**MODULI BO'YICHA
O'QUV-USLUBIY
MAJMU'A**

2026

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**OLIY TA’LIM TIZIMI KADRLARINI QAYTA TAYYORLASH VA
MALAKASINI OSHIRISH INSTITUTI**

**O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARINI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH TARMOQ (MINTAQAVIY) MARKAZI**

“Zamonaviy organik kimyo”

MODULI BO‘YICHA

O‘QUV–USLUBIY MAJMUUA

Toshkent-2026

Modulning o‘quv-uslubiy majmuasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil 27-dekabrdagi 485-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishlari o‘quv reja va dasturlariga muvofiq ishlab chiqilgan.

Tuzuvchi: O‘zMU, Kimyo fakulteti, “Analitik kimyo”, kafedrası mudiri, k.f.d., prof. Z.A Smanova

Taqrizchilar: k.f.d., prof. T.A.Azizov – O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi, Umumiy va noorganik kimyo instituti, fizik-kimyoviy tadqiqotlar laboratoriyasi mudiri.
k.f.d., prof. D.A.Gafurova – O‘zbekiston Milliy universiteti.

Xorijiy ekspert: k.f.d., prof. Ye.V.Babayev – Moskva davlat universiteti, Organik kimyo kafedrası yetakchi ilmiy xodimi.

***O‘quv-uslubiy majmua Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti Kengashining qarori bilan nashrga tavsiya qilingan
(2025- yil “28” noyabrdagi 3-sonli bayonnoma).***

MUNDARIJA

I.ISHCHI DASTUR	5
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI	18
III. NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.	22
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI	84
V. KO‘CHMA MASG‘ULOTLAR.....	100
VI. KEYSLAR BANKI.....	103
VII. MUSTAQIL TA’LIM MAVZULARI.....	107
VIII. GLOSSARIY	108
IX. ADABIYOTLAR RO‘YXATI	112

I.ISHCHI DASTUR

KIRISH

Ushbu dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida” Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015-yil 12-iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish to‘g‘risida” PF-4732-son, 2019-yil 27-avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida” PF-5789-son, 2019-yil 8-oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” PF-5847-son, 2020-yil 29-oktabrdagi “Ilm-fanni 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” PF-6097-son, 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” PF-60-son, 2023-yil 25-yanvardagi “Respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatini samarali yo‘lga qo‘yishga doir birinchi navbatdagi tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida” PF-14-son, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi ““O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida” PF-158-son Farmonlari, shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 21-iyundagi “Aholi va davlat xizmatchilarining korrupsiyaga qarshi kurashish sohasidagi bilimlarini uzluksiz oshirish tizimini joriy qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-228-son, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi “Sun‘iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-4996-son qarorlari va O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida” 2019-yil 23-sentabrdagi 797-son hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “Oliy ta’lim tashkilotlari rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini samarali tashkil qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida” 2024-yil 11-iyuldagi 415-son Qarorlarida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg‘or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o‘zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko‘nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan mavzular ta’lim sohasi bo‘yicha pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish mazmuni, sifati va ularning tayyorgarligiga qo‘yiladigan umumiy malaka talablari va o‘quv rejalari asosida shakllantirilgan bo‘lib, uning mazmuni yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi va jamiyatning ma’naviy asoslarini yoritib berish, oliy ta’limning normativ-huquqiy asoslari bo‘yicha ta’lim-tarbiya jarayonlarini tashkil etish, pedagogik faoliyatda raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish, ilmiy-innovatsion faoliyat darajasini oshirish, pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish, ta’lim sifatini ta’minlashda baholash metodikalaridan samarali foydalanish, zamonaviy kimyo fanini o‘zlashtirish, zamonaviy fizikaviy tadqiqot usullaridan foydalanish bo‘yicha tegishli bilim, ko‘nikma, malaka va kompetensiyalarni rivojlantirishga yo‘naltirilgan.

Modulning maqsadi:

Oliy ta'lim muasasalari pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish kursining **maqsadi** pedagog kadrlarning innovatsion yondoshuvlar asosida o'quv-tarbiyaviy jarayonlarni yuksak ilmiy-metodik darajada loyihalashtirish, sohadagi ilg'or tajribalar, zamonaviy bilim va malakalarni o'zlashtirish va amaliyotga joriy etishlari uchun zarur bo'ladigan kasbiy bilim, ko'nikma va malakalarini takomillashtirish, shuningdek ularning ijodiy faolligini rivojlantirishdan iborat

Kursning **vazifalariga** quyidagilar kiradi:

“**Kimyo**” yo'nalishida pedagog kadrlarning kasbiy bilim, ko'nikma, malakalarini takomillashtirish va rivojlantirish;

- pedagoglarning ijodiy-innovatsion faollik darajasini oshirish;

- pedagog kadrlar tomonidan zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, zamonaviy ta'lim va innovatsion texnologiyalar sohasidagi ilg'or xorijiy tajribalarning o'zlashtirilishini ta'minlash;

- o'quv jarayonini tashkil etish va uning sifatini ta'minlash borasidagi ilg'or xorijiy tajribalar, zamonaviy yondashuvlarni o'zlashtirish;

“**Kimyo**” yo'nalishida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarini fan va ishlab chiqarishdagi innovatsiyalar bilan o'zaro integratsiyasini ta'minlash.

Kurs yakunida tinglovchilarning bilim, ko'nikma va malakalari hamda kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar:

Qayta tayyorlash va malaka oshirish kursining o'quv modullari bo'yicha tinglovchilar quyidagi yangi bilim, ko'nikma, malaka hamda kompetensiyalarga ega bo'lishlari talab etiladi:

Tinglovchi:

- “Yangi O'zbekiston” konsepsiyasi, uning mazmun mohiyati va asosiy tamoyillarini;

- O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasida inson va fuqaroning asosiy huquqlari, erkinliklari va burchlarini;

- O'zbekiston Respublikasining “Ilm-fan va ilmiy faoliyat to'g'risida” hamda “Innovatsion faoliyat to'g'risida” Qonunlarini;

- O'zbekiston Respublikasining zamonaviy konstitutsionalizmini;

- aholi talablariga va xalqaro standartlarga to'liq javob beradigan ta'lim, tibbiyot va ijtimoiy himoya tizimini tashkil qilishni;

- “Yashil” va inklyuziv iqtisodiy o'sish tamoyillariga asoslangan yuqori iqtisodiy o'sish dasturlari va ularning amaliyotga tadbiq etish istiqbollarini;

- O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasida ma'muriy-hududiy va davlat tuzilishi masalalarini;

- jamiyatning iqtisodiy negizlarini;

- “Xavfsiz va tinchliksevar davlat” tamoyiliga asoslangan siyosatni;

- Oliy ta'lim sohasiga oid qonun hujjatlari va ularning mazmunini;

- O'zbekiston Respublikasi Prezidentining oliy ta'lim tizimiga oid farmonlari, qarorlarini;

- O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining oliy ta’lim tizimiga tegishli qarorlarini;

- Oliy ta’lim, fan va innovatsiya vazirligining ta’lim jarayonlarini rejalashtirish va tashkil etishga oid buyruqlarini;

- Davlat ta’lim standartlari, ta’lim yo‘nalishlari va magistratura mutaxassisliklarining Malaka talablari, o‘quv rejalari, fan dasturlari va ularga qo‘yiladigan talablarni, o‘quv yuklamalarini rejalashtirish va ularning bajarilishini nazorat qilish usullarini;

- oliy ta’lim tizimida korrupsiya va korrupsiyaga oid huquqbuzarliklarga qarshi kurashish vazifalari, mazmun-mohiyati, yuzaga kelish sabablari, ijtimoiy-huquqiy omillarini;

- ta’lim jarayonini raqamli transformatsiyasini;

- raqamli ta’lim resurslari va dasturiy mahsulotlarini;

- raqamli ta’lim resursini pedagogik loyihalash texnologiyasini;

- mediasavodxonlik va xavfsizlik asoslarini;

- raqamli ta’lim resurslarini loyihalash uchun asosiy talablarni;

- meta texnologiyalar tushunchasi, avzalliklari va kamchiliklarini;

- zamonaviy ta’lim tizimida sun’iy intellekt (AI) ning ahamiyatini;

- ta’limda sun’iy intellektningdan foydalanish istiqbollari va xavflarini;

- bilimlarni sinash va baholashning aqlli tizimlarini;

- jahonda oliy ta’lim rivojlanish tendensiyalari: umumiy trendlar va strategik yo‘nalishlarni;

- zamonaviy ta’limning global trendlarini;

- inson kapitalining iqtisodiy o‘sinhning asosiy omili sifatida rivojlanishida ta’limning yoshdagi ahamiyatini;

- oliy ta’limning zamonaviy integratsiyasi: global va mintaqaviy makonda raqobatchilikdagi ustuvorliklari, universitetlarning xalqaro va milliy reytingini;

- xalqaro reyting turlari va ularning indikatorlarini;

- zamonaviy universitet jamiyatning faol, ko‘pqirrali va samarali faoliyat yurituvchi instituti sifatidagi uchta yirik vazifalarini;

- universitetlarning zamonaviy modellarini;

- zamonaviy kelajak universitetlarning beshta asosiy modellarini;

- tadbirkorlik universiteti faoliyatining muhim yo‘nalishlarini;

- pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning nazariy asoslarini;

- innovatsion ta’lim muhiti sharoitida pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish yo‘llarini;

- kasbiy kompetensiyalarning mazmun va mohiyatini;

- kasbiy kompetensiyalar va ularning o‘ziga xos xususiyatlarini;

- pedagogik texnikaning asosiy komponentlarini;

- pedagogik texnikani shakllantirish yo‘llarini;

- kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish jarayonini tashkil etishda innovatsion, akmeologik, aksiologik, kreativ, refleksiv, texnologik, kompetentli, psixologik,

andragogik yondashuvlar va xalqaro tajribalar hamda ularning kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishga ta'sirini;

- kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish jarayonida pedagogik deontologiyaning roli, ahamiyatini;

- kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishda uchraydigan to'siqlarni yechishda, to'g'ri harakatlar qilishda pedagogning kompetentlik va kreativlik darajasi, pedagogik kvalimetriyasini;

- talabalar kasbiy tayyorgarlik sifatini kompleks baholashning nazariyasini;

- ta'lim sifatiga ta'sir etuvchi omillarni;

- kredit-modul tizimida talabalarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetensiyalarini nazorat qilish va baholashning o'ziga xos xususiyatlari, didaktik funksiyalarini;

- baholash turlari, tamoyillari va mezonlarini;

- zamonaviy kimyoning asosiy tendensiyalari, turlarini;

- zamonaviy fizik-kimyoviy asbob-uskunallarni;

- kimyoning dolzarb mavzularga bag'ishlangan yangi zamonaviy ilmiy yo'nalishlarini;

- vodorod energetikasi yo'nalishidagi ilmiy tadqiqotlarni;

- muqobil energetikani;

- elektr o'tkazuvchan polimerlarni;

- oziq-ovqat tarkibidagi aminokislotalar, peptidlar va oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlarni tahlil qilishi **bilishi** kerak.

Tinglovchi:

- "O'zbekiston-2030" strategiyasining mazmun-mohiyati va ahamiyatini yoritib berish;

- O'zbekistonning xalqaro maydondagi siyosiy va iqtisodiy aloqalarini tahlil etish va baholash;

- yangi O'zbekistonning ma'naviy va madaniy tiklanish dasturlari asoslarini o'zlashtirish;

- O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining Oliy ta'lim tizimiga tegishli qarorlari asosida ta'lim-tarbiya jarayonlarini tashkil etish;

- xorijiy tajribalar asosida malaka talablari, o'quv rejalari va fan dasturlarini takomillashtirish;

- korrupsiyaga qarshi kurashish ichki tizimining huquqiy asoslarini shakllantirishda xalqaro tajribaning ahamiyatini yoritib berish;

- multimedia va infografika asosida interaktiv didaktik mayeriallar yaratish va bulut xizmatlarida saqlash;

- masofiviy ta'lim platformalari uchun video kontent yaratish;

- Internetda mualliflik huquqlarini himoya qilish usullaridan foydalanish;

- raqamli ta'lim resurslari sifatini baholash;

- pedagogik jarayonda sun'iy intellektning rolini tahlil qilish va ahamiyatini ochib berish;
- ta'lim sohasida sun'iy intellektdan foydalanishning afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash;
- OTMlarni reyting bo'yicha ranjirlash;
- jahon universitetlari reytingini tahlil etish va baholash;
- universitetlarni mustaqil baholash yondashuvlarini aniqlashtirish;
- tadbirkorlik universitetiga o'tish uchun zarur bo'ladigan o'zgarishlarni aniqlash;
- Universitet 1.0 dan Universitet 3.0 modeliga o'tish borasidagi muammolarni aniqlash;
- zamonaviy tadbirkorlik universiteti modeli tamoyillarini o'zlashtirish;
- pedagoglarning kreativ potentsiali tushunchasi va mohiyatini ochib berish;
- pedagoglar kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning innovatsion texnologiyalarini qo'llash;
- o'qituvchi faoliyatida pedagogik texnikaning ahamiyatini yoritib berish;
- tinglovchilar diqqatini o'ziga tortish usullaridan foydalanish;
- kasbiy kompetensiyalarni shakllantirish va rivojlantirish yo'llarini tahlil etish;
- kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish jarayonida uchraydigan to'siqlar, qiyinchiliklar va ularni bartaraf etish;
- talabalarning o'quv auditoriyadagi faoliyatini baholash;
- talabalarning kurs ishi, bitiruv malakaviy ishi, o'quv-malakaviy amaliyot (mehnat faoliyati)ni nazorat qilish;
- baholashning miqdor va sifat tahlilini amalga oshirish;
- noorganik va organik birikmalarni individual holatda ajratib olishni tahlil qilish;
- qo'rg'oshin saqlamagan qo'sh perovskitlar asosida ekologik toza quyosh elementlarining sintezi va optik xossalarni yoritib berish;
- elektr o'tkazuvchan polimerlar xossalarni ochib berish;
- kimyoviy jarayonlar va eritmalar termodinamikasini ochib berish **ko'nikmalariga** ega bo'lishi lozim.

Tinglovchi:

- O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasidagi asosiy o'zgarishlarni tahlil qilish va ularning zarurligini muhokama etish;
- O'zbekiston Respublikasida ilm-fanni 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasining mazmun-mohiyati va ahamiyatini ochib berish;
- mamlakatimizning raqamli va harbiy-tibbiy infratuzilmasini takomillashtirishga oid chora tadbirlar bilan ishlash;
- davlat hokimiyatining tashkil etilishining konstitutsiyaviy asoslarini o'zlashtirish;
- Oliy ta'lim, fan va innovatsiya vazirligining ta'lim-tarbiya jarayonini tashkil etishga oid buyruqlari, Davlat ta'lim standartlari, ta'lim yo'nalishlarining va magistratura mutaxassisliklarining malaka talablari, o'quv rejalar va fan dasturlarini takomillashtirish;
- o'quv yuklamalarni rejalashtirish va ularning bajarilishini nazorat qilish;

- meyoriy uslubiy hujjatlarni ishlab chiqish amaliyotini takomillashtirish mexanizmlarini tahlil etish;
- korrupsiyaviy xavf-xatarlarni aniqlash, ularni majburiy baholash, korrupsiya xavfi yuqori hisoblangan lavozimlar ro'yhatini shakllantirish, xavflar darajasini pasaytirish chora tadbirlarini amalga oshirish tartibidan samarali foydalanish;
- an'anaviy va raqamli ta'limda pedagogik dizaynning xususiyatlarini ochib berish;
- onlayn mashg'ulotlarni tashkil etishda raqamli texnologiyalardan foydalanish;
- mediasavodxonlik va xavfsizlik asoslarini o'zlashtirish;
- pedagogik faoliyatda raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish;
- raqamli ta'lim resurslaridan foydalanish;
- meta texnologiyalarni ta'limga samarali integratsiya qilish yo'llaridan foydalanish;
- ta'limdagi sun'iy intellektning xususiyatlarini muhokama qilish;
- xalqaro reyting turlari va ularning indikatorlarining ahamiyatini ochib berish;
- OTM reytingiga ta'sir etuvchi omillarni tahlil etish;
- universitetlarning zamonaviy modellarini o'rganish;
- OTM bitiruvchilari va xodimlari tomonidan texnologiyalar transferiga litsenziyalar oluvchi startaplarni shakllantirish va yaratish;
- professor-o'qituvchilarning tadqiqotchi sifatidagi nashr faolligini rivojlantirish istiqbollari tahlil etish;
- innovatsion ta'lim muhiti sharoitida pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish;
- pedagog kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish xususiyatlarini tahlil etish va baholash;
- ijtimoiy va kasbiy tajribaga asoslangan intellektual mashqlarni ishlab chiqish;
- o'quv jarayoni ishtirokchilarini bir-birlari bilan tanishtirish, samimiy do'stona munosabat va ijodiy muhitni yuzaga keltirish, tinglovchilarning ijodiy imkoniyati va shaxsiy sifatlarini ochish, tinglovchilarning hamkorlikda ishlashlari uchun qulay sharoitni vujudga keltirish;
- tinglovchilarning kasbiy kompetensiyalarini o'rganish, tanishish;
- kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish jarayonida pedagogik deontologiyaning roli, ahamiyatini ochib berish;
- ta'lim sifatiga ta'sir etuvchi omillar (moddiy-texnik baza, professor-o'qituvchilarning salohiyati va o'quv-metodik ta'minot)ni tahlil etish va baholash;
- talabalarning o'quv auditoriyadan tashqari faoliyatini baholash;
- talabalarning o'quv auditoriyadan tashqari faoliyatini baholashda o'quv topshiriqlari (reproduktiv, produktiv, qisman-izlanishli, kreativ (ijodiy) murakkablik)ni ishlab chiqish metodikasidan samarali foydalanish;
- tabiiy va sintetik organik birikmalar haqida hozirgi zamon tasavvurlarini tahlil qilish;
- kvant nuqtalari sintezi, xossalari va qo'llanilishini tahlil etish;
- hodisalar mohiyati, tahlil qilinadigan ob'ekt tabiati, foydalanilgan asboblari

bo'yicha tahlil usullarining sinflanishini tahlil etish;

- muqobil energetika asoslaridan amaliyotda foydalanish;
- litiy-polimer batareyalar uchun yangi samarador elektrodlar yasash;
- polimer materiallar xossalari termodinamik va kinetik jihatdan yoritish;
- zamonaviy fizik-kimyoviy usullar yordamida birikmalarning tuzilishini aniqlash

malakalariga ega bo'lishi zarur.

Tinglovchi:

• 2030-yilgacha O'zbekiston Respublikasining yashil iqtisodiyotga o'tish va ekologik barqarorlikga erishish strategiyasi mohiyati bilan tanishish;

• "Yashil" va inklyuziv iqtisodiy o'sish tamoyillariga asoslangan yuqori iqtisodiy o'sish dasturlarini amaliyotga tatbiq etish;

• yoshlar ma'naviyatini oshirish bo'yicha davlat dasturlari yuzasidan muhokama tashkil etish va ulardan samarali foydalanish;

• O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiya vazirligining buyruqlari asosida ta'lim-tarbiya jarayonlarini tashkil etish;

• Davlat ta'lim standartlari, malaka talablari, o'quv rejalar va fan dasturlar asosida fanning ishchi dasturini ishlab chiqish amal qilish va ularni ijrosini ta'minlash;

• oliy ta'lim tizimida manfaatlar to'qnashuviga yo'l qo'yilganlik holatlarini aniqlash, manfaatlar to'qnashuvi yuzaga kelishi mumkin bo'lgan sohalarni oldini olish va bartaraf etish uchun chora-tadbirlar ishlab chiqish, fuqarolarni ishga qabul qilish jarayonlarini nazoratga olinishini ta'minlash (nomzodlarni tekshirish tartibi), ushbu sohada qo'llanishi lozim bo'lgan xorij tajribasidan foydalanish;

• raqamli ta'lim resurslari va dasturiy mahsulotlarini o'quv jarayoniga faol tatbiq etilishini tashkil etish;

• raqamli ta'lim resursini pedagogik loyihalash texnologiyasi asoslarini o'zlashtirish;

• raqamli ta'lim muhitida pedagogik dizaynga oid innovatsiyalarni amaliyotga tatbiq etish;

• meta texnologiyalarni tahlil qilish va ularning ta'limdagi ta'sirini ochib berish;

• sun'iy intellektning asosiy xususiyatlarini asoslab berish;

• universitetlarning xalqaro va milliy reytingini baholash;

• OTMlarda talim, ilmiy va innovatsion faoliyatni rivojlantirish, ilmiy tadqiqot natijalarni tijoratlashtirish yo'llarini tahlil etish va amaliyotga tatbiq etish;

• «Amaliyotchi professorlar» (PoP, Professor of Practice) modelini qo'llash;

• professor-o'qituvchilarning tadqiqotchi sifatidagi nashr faolligini rivojlantirish istiqbollarini yoritib berish;

• pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning nazariy asoslarini amaliyotga tatbiq etish;

• pedagogning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning pedagogik-psixologik trayektoriyalarini ishlab chiqish;

• kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish jarayonida uchraydigan to'siqlarning

xilma-xilligi va o'ziga xos xususiyatlari, sabablarini amaliy tomonlarini yoritish, ularni yechish bosqichlarini guruh bilan birgalikda aniqlash;

- talabalar kasbiy tayyorgarlik sifatini kompleks baholash;
- talabalar kasbiy tayyorgarlik sifatini kompleks baholashning elektron monitoring tizimini yuritish;
- talabalarning ta'limiy (o'quv predmetlari), tarbiyaviy (ma'naviy-ma'rifiy tadbirlar) va rivojlantiruvchi (ilmiy-tadqiqot ishi, start-up loyihalar) maqsadlarini baholash;
- ionizatsiyalash usullari: elektron zarba, fotoionizatsiyalash, kimyoviy ionizatsiyalashni amaliyotga tadbqiq etish;
- muqobil energetika asoslaridan amaliyotda foydalanish;
- kimyoviy jarayonlar va eritmalar termodinamikasni tavsiflash;
- yashil kimyoning hozirgi zamon tamoyillari va mezonlarini amaliyotga tadbqiq etish;
- vodorod energetikasi yo'nalishidagi ilmiy tadqiqotlarni o'rganish;
- polimer xususiyatli grafitimon nanofotokatalizatorlar;
- tabiiy va suvda eruvchan polimerlar asosida metallokompleks olinishini va xalq xo'jaligidagi ahamiyatini yoritib berish, ushbu yo'nalishidagi zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqotlarni olib borish **kompetensiyalariga** ega bo'lishi lozim.

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

“Zamonaviy organik kimyo” moduli materiallari bilan kurs tinglovchilarini tanishtirish ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o'qitish jarayonida ta'limining zamonaviy usullari, kompyuter texnologiyalari, internet tarmog'idan olingan yangiliklarni qo'llash usulidan foydalaniladi. Ma'ruza darslarida prezentatsiya usulida, amaliy mashg'ulotlarda esa yangi laboratoriya, aqliy xujum, guruxli fikrlash usullaridan foydalanish nazarda tutiladi.

Modulning o'quv rejadagi boshqa modullar bilan bog'liqligi va uzviyligi
“Zamonaviy organik kimyo” moduli mazmuni o'quv rejadagi kimyoning boshqa modullari bilan uzviy bog'langan holda pedagoglarning bu soha bo'yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini orttirishga xizmat qiladi.

Modulning oliy ta'limdagi o'rni

“Zamonaviy organik kimyo” modulini o'zlashtirish orqali tinglovchilar ta'lim jarayonini tashkil etishdagi texnologik yondoshuv asoslarini, bu boradagi ilg'or tajriba va yangiliklarni o'rganadilar, ularni taxlil etish, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy yutuqlarga ega bo'ladilar.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Auditoriya uquv yuklamasi			
		Jami	jumladan		
			Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Ko'chma mashg'uloti
1.	Zamonaviy kimyoning asosiy tendensiyalari, turlari. Noorganik va organik moddalar	10	2	2	6
2.	Tabiiy va suvda eruvchan polimerlar asosida metallokompleks olinishi va xalq xo'jaligidagi ahamiyati. Tabiiy va sintetik organik birikmalar haqida hozirgi zamon tasavvurlari	4	2	2	
3.	Zamonaviy fizik-kimyoviy asbob-uskunallar. Zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqotlar.	10	2	2	6
4.	Noorganik va organik birikmalarni individual holatda ajratib olish. Zamonaviy fizik-kimyoviy usullar.	4	2	2	
	Jami:	28	8	8	12

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Zamonaviy kimyoning asosiy tendensiyalari, turlari. (2 soat)

Zamonaviy kimyoning asosiy tendensiyalari, turlari.

2-mavzu: Tabiiy va suvda eruvchan polimerlar asosida metallokompleks olinishi va xalq xo'jaligidagi ahamiyati. (2 soat)

Tabiiy va suvda eruvchan polimerlar asosida metallokompleks olinishi va xalq xo'jaligidagi ahamiyati.

3-mavzu: Zamonaviy fizik-kimyoviy asbob-uskunallar. (2 soat)

Zamonaviy fizik-kimyoviy asbob-uskunallar.

4-mavzu: Noorganik va organik birikmalarni individual holatda ajratib olish. (2 soat)

Noorganik va organik birikmalarni individual holatda ajratib olish. Yashil kimyoning hozirgi zamon tamoyillari va mezonlarini.

AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot: Noorganik va organik moddalar. (2 soat)

Noorganik va organik moddalar va ular asosidagi materiallar yo'nalishida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar va ularni zamonaviy fizik kimyoviy tadqiqotlar asosida taxlil qilish.

2-amaliy mashg'ulot: Tabiiy va sintetik organik birikmalar haqida hozirgi zamon tasavvurlari. (2 soat)

Tabiiy va sintetik organik birikmalar haqida hozirgi zamon tasavvurlari. Oziq-ovqat tarkibidagi aminokislotalar, peptidlar va oqsillar, nuklein kislotalar, uglevodlar.

3- amaliy mashg'ulot: Zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqotlar. (2 soat)

Tabiiy va suvda eruvchan polimerlar asosida metallokompleks olinishi va xalq xo'jaligidagi ahamiyati, ushbu yo'nalishidagi zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqotlar.

4-amaliy mashg'ulot: Zamonaviy fizik-kimyoviy usullar. (2 soat)

Zamonaviy fizik-kimyoviy usullar yordamida birikmalarning tuzilishini aniqlash.

KO'CHMA MASHG'ULOT MAZMUNI

Ko'chma mashg'ulotlar "Zamonaviy kimyoning asosiy tendensiyalari, turlari" (6 soat) hamda "Zamonaviy fizik-kimyoviy asbob-uskunalar" (6 soat) mavzulari yuzasidan zamonaviy jihozlar hamda innovatsion texnologiyalarni qo'llab faoliyat yuritayotgan ishlab chiqarish korxona va tashkilotlari, oliy ta'lim muassasalari, iqtisodiyot tarmoqlari, ilmiy-tadqiqot va loyiha-konstruktorlik muassasalarida olib boriladi.

O'QITISH SHAKLLARI

Mazkur modul bo'yicha quyidagi o'qitish shakllaridan foydalaniladi:

- ma'ruzalar, amaliy mashg'ulotlar (ma'lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (ko'rilayotgan loyiha yechimlari bo'yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);
- bahs va munozaralar (loyihalar yechimi bo'yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

I. Maxsus adabiyotlar

1. Oliy ta'limning meyoriy - huquqiy xujjatlari to'plami. -T., 2013.
2. B.I.Ismailov, I.I.Nasriyev Korruptsiyaga qarshi kurashish bo'yicha idoraviy chora-tadbirlarning samaradorligini oshirish masalalari//O'quv-uslubiy qo'llanma. - T.:O'zbekiston Respublikasi Bosh prokuraturasi Akademiyasi, O'zbekiston Respublikasi Sudyalari oliy kengashi. Sudyalari oliy maktabi, 2020.-272 b.
3. Юсуфжанов О., Усманова С. Зарубежный опыт противодействия коррупции. // -Т.: Адвокат, 2016. №5 - 59-62 с.
4. O'rinov V. O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim muassasalarida ECTS kredit-modul tizimi: asosiy tushunchalar va qoidalar. O'quv qo'llanma. Nyu Bransvik Universiteti, 2020.
5. The European Higher Education Area. - Joint Declaration of the Ministers of Education. - Bologna, 1999, 19 June.

6. Shaping our Own Future in the European Higher Education Area // Convention of European Higher Education Institutions. - Salamanca, 2001, 29-30 march.

7. Виртуальная реальность как новая исследовательская и образовательная среда. Церфуз Д.н. и др. // ЖУРНАЛ Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России», 2015.–с.185-197.

8. Ibraymov A.YE. Masofaviy o‘qitishning didaktik tizimi. Metodik qo‘llanma. – T.: “Lesson press”, 2020. -112 b.

9. Игнатова Н. Ю. Образование в цифровую эпоху: монография. М-во образования и науки РФ. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf

10. Кирьякова А.В, Ольховая Т.А., Михайлова Н.В., Запорожко В.В. Интернет-технологии на базе LMS Moodle в компетентностно-ориентированном образовании: учебно-методическое пособие / А.В. Кирьякова, Т.А. Ольховая, Н.В. Михайлова, В.В. Запорожко; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 116 с. http://www.osu.ru/docs/fpkp/kiryakova_internet_technologies.pdf

11. Кононюк А.Е. Облачные вычисления. – Киев, 2018. – 621 с.

12. Oliy ta’lim tizimini raqamli avlodga moslashtirish konsepsiyasi. Yevropa Ittifoqi Erasmus+ dasturining ko‘magida. https://hiedtec.ecs.uni-ruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf

13. Emelyanova O. A. Ta’limda bulutli texnologiyalardan foydalanish // Yosh olim. - 2014. - № 3. - S. 907-909.

14. Moodle LMS tizimida masofaviy kurslar yaratish. O‘quv-uslubiy qo‘llanma. – T.: Toshkent farmatsevtika instituti, 2017.

15. M.Xurramov. Oliy ta’lim muassasalari faoliyatiga sun’iy intellekt texnologiyasini joriy etish [Matn]: metodik qo‘llanma / M.Xurramov. K.Xalmuratova. – T.: “Yetakchi nashriyoti”, 2024. – 28 b.

16. Тенденци и развития высшего образования в мире и в России. Аналитический доклад-дайджест. - М., 2021.- 198 с.

17. A.S. Zikriyoyev. Dunyo universitetlari reytingidagi tadqiqotchi olimlar orasida o‘zingizni kashf qiling. -T.: Navro‘z,2020. ISBN.9789943659285

18. Sherzod Mustafakulov, Aziz Zikriyoev, Dilnoza Allanazarova, Tokhir Khasanov, Sokhibmalik Khomidov. Explore Yourself Among World – Class Researchers. Grand OLEditor, Tashkent 2019, ISBN: 8175 25766-0.

19. Ackoff, Russell L., Scientific Method, New York: John Wiley & Sons, 1962.

20. Barzun, Jacques & Graff. F. (1990). The Modern Researcher, Harcourt, Brace Publication: New York.

21. Muslimov N.A va boshqalar. Innovatsion ta'lim texnologiyalari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: “Sano-standart”, 2015. – 208 b.
22. Muslimov N.A va boshqalar. Pedagogik kompetentlik va kreativ asoslari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: “Sano-standart”, 2015. – 120 b.
23. Печеркина, А. А. Развитие профессиональной компетентности педагога: теория и практика [Текст] : монография / А. А. Печеркина, Э. Э. Сыманюк, Е. Л. Умникова : Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург : [б.и.], 2011. – 233 с.
24. О.С. Фролова. Формирование инновационной компетенции педагога в процессе внутришкольного повышения квалификации. Дисс.к.п.н. Воронеж 2018.
25. Компетенции педагога XXI века [Электронный ресурс]: сб. материалов респ. конференции (Минск, 25 нояб. 2021 г.) / М-во образования Респ. Беларусь, ГУО «Акад. последиплом. образования», ОО «Белорус. пед. о-во». – Минск: АПО, 2021.
26. Ishmuhamedov R.J., M.Mirsoliyeva. O'quv jarayonida innovatsion ta'lim texnologiyalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2017, 60 b.
27. Ishmuhamedov R, Mirsoliyeva M, Akramov A. Rahbarning innovatsion faoliyati. – T.: “Fan va texnologiyalar”, 2019.- 68 b.
28. Коджаспирова Г.М. Педагогика в схемах, таблицах и опорных конспектах./ -М.:Айрис-пресс, 2016.
29. Натанзон Э.Ш. Приемы педагогического воздействия.-М, 2012-202 с.
30. Сергеев И.С. Основы педагогической деятельности: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2014.
31. Tojimumammedov H. S. Nitrozofenollarning sintezi va xossalari. Monografiya. T.: “Mumtoz so'z”, 2020 y.
32. Turabov N.T., Smanova Z.A., Kutlimuratova N.X. Analitik kimyo. // T.: 2019 y. 247 b.
33. Usmonov B.Sh., Habibullayev R.A. Oliy o'quv yurtlarida o'quv jarayonini kredit-modul tizimida tashkil qilish. O'quv qo'llanma. T.: “Tafakkur” nashriyoti, 2020. 120 b.
34. Ibraymov A.YE. Masofaviy o'qitishning didaktik tizimi. Metodik qo'llanma/tuzuvchi. A.YE. Ibraymov. – T.: “Lesson press”, 2020. 112 b.
35. Ishmuhamedov R.J., M.Mirsoliyeva. O'quv jarayonida innovatsion ta'lim texnologiyalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 b.
36. Игнатова Н. Й. Образование в цифровую эпоху: монография. М-во образования и науки РФ. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf
37. Золотов Й.А. Аналитическая химия. Учебник для вузов. Кн. 1,2. -М.: Высшая школа. 2018. 615 с.

38. Shoxidoyatov H.M., Xo‘janiyozov H. O‘., Tojimuxammedov H.S. \ “Organik kimyo”. Universitetlar uchun darslik. T.: “Fan va texnologiya” 2014.
39. Advances in Physical Organic Chemistry. Explore book series content. Latest volumes: Volume 53, pp. 2–104 (2019); Volume 52, pp. 2–143 (2018); Volume 51, pp. 2–219 (2017)
40. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.
41. David Spencer “Gateway”, Students book, Macmillan 2012.
42. Ckoog D.M. West. Fundamentals of Analytical Chemistry Brouks/Cole/ Cengage learning USA, 2014.
43. Mitchell H.Q., Marileni Malkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publiciations. 2015. 191.
44. Mitchell H.Q. “Traveller” B1, B2, MM Publiciations. 2015. 183.
45. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.
46. English for Specific Purposes. All Oxford editions. 2010, 204.
47. Wolfgang Scharte. Basic Physical chemistry. Germany, 2014.
48. Christian G.D., Analytical chemictry University of Washington, USA, 2009.

II. Elektron ta’lim resurslari

1. www.edu.uz.
2. www.aci.uz.
3. www.ictcouncil.gov.uz.
4. www.lib.bimm.uz
5. [www. Ziyonet. Uz](http://www.Ziyonet.Uz)
6. www.sciencedirect.com
7. www.acs.org
8. www.nature.com
9. <http://www.kornienko-ev.ru/BCYD/index.html>.

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA’LIM METODLARI

“KWHL” metodi

Metodning maqsadi: Mazkur metod tinglovchilarni yangi axborotlar tizimini qabul qilishi va bilimlarni tizimlashtirishi uchun qo‘llaniladi, shuningdek, bu metod tinglovchilar uchun mavzu bo‘yicha qo‘yidagi jadvalda berilgan savollarga javob topish mashqi vazifasini belgilaydi.

Izoh. KWHL:

Know – nimalarni bilaman?

Want – nimani bilishni xohlayman?

How - qanday bilib olsam bo‘ladi?

Learn - nimani o‘rganib oldim?

“KWHL” metodi	
1. Nimalarni bilaman: -	2. Nimalarni bilishni xohlayman, nimalarni bilishim kerak:
3. Qanday qilib bilib va topib olaman: -	4. Nimalarni bilib oldim: -

“W1H” metodi

Metodning maqsadi: Mazkur metod tinglovchilarni yangi axborotlar tizimini qabul qilishi va bilimlarni tizimlashtirishi uchun qo‘llaniladi, shuningdek, bu metod tinglovchilar uchun mavzu bo‘yicha qo‘yidagi jadvalda berilgan oltita savollarga javob topish mashqi vazifasini belgilaydi.

What?	Nima? (ta’rifi, mazmuni, nima uchun ishlatiladi)	
Where?	Qaerda (joylashgan, qaerdan olish mumkin)?	
What kind?	Qanday? (parametrlari, turlari mavjud)	
When?	Qachon? (ishlatiladi)	
Why?	Nima uchun? (ishlatiladi)	
How?	Qanday qilib? (yaratiladi, saqlanadi, to‘ldiriladi, tahrirlash mumkin)	

“SWOT-tahlil” metodi

Metodning maqsadi: mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo‘llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

S – (strength)	• kuchli tomonlari
W – (weakness)	• zaif, kuchsiz tomonlari
O – (opportunity)	• imkoniyatlari
T – (threat)	• xavflar

2.1-rasm.

“VEER” metodi

Metodning maqsadi: Bu metod murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘quvchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Veer” metodidan ma’ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

Metodni amalga oshirish tartibi:



trener-o‘qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruhlariga ajratadi;



trening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilinishi zarur bo‘lgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarni tarqatadi;



har bir guruh o‘ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib, o‘z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo‘yicha tarqatmaga yozma bayon qiladi;



navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o‘z taqdimotlarini o‘tkazadilar. Shundan so‘ng, trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi, zaruriy axborotlar bilan to‘ldiriladi va mavzu yakunlanadi.

2.2-rasm.

Muammoli savol					
1-usul		2-usul		3-usul	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Xulosa:					

“Keys-stadi” metodi

«**Keys-stadi**» - inglizcha soʻz boʻlib, («case» – aniq vaziyat, hodisa, «stadi» – oʻrganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni oʻrganish, tahlil qilish asosida oʻqitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Mazkur metod dastlab 1921 yil Garvard universitetida amaliy vaziyatlardan iqtisodiy boshqaruv fanlarini oʻrganishda foydalanish tartibida qoʻllanilgan. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin.

“Keys metodi” ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
1-bosqich: Keys va uning axborot taʼminoti bilan tanishtirish	✓ yakka tartibdagi audio-vizual ish; ✓ keys bilan tanishish (matnli, audio yoki media shaklda); ✓ axborotni umumlashtirish; ✓ axborot tahlili; ✓ muammolarni aniqlash
2-bosqich: Keysni aniqlashtirish va oʻquv topshirigʻni belgilash	✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muammolarni dolzarblik ierarxiasini aniqlash; ✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash
3-bosqich: Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali oʻquv topshirigʻining yechimini izlash, hal etish yoʻllarini ishlab chiqish	✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muqobil yechim yoʻllarini ishlab chiqish; ✓ har bir yechimning imkoniyatlari va toʻsiqlarni tahlil qilish; ✓ muqobil yechimlarni tanlash
4-bosqich: Keys yechimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	✓ yakka va guruhda ishlash; ✓ muqobil variantlarni amalda qoʻllash imkoniyatlarini asoslash; ✓ ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash; ✓ yakuniy xulosa va vaziyat yechimining amaliy aspektlarini yoritish

“Assesment” metodi

Metodning maqsadi: mazkur metod ta’lim oluvchilarning bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o’zlashtirish ko’rsatkichi va amaliy ko’nikmalarini tekshirishga yo’naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta’lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo’nalishlar (test, amaliy ko’nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo’yicha tashhis qilinadi va baholanadi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

“Assesment”lardan ma’ruza mashg’ulotlarida Tinglovchilarning yoki qatnashchilarning mavjud bilim darajasini o’rganishda, yangi ma’lumotlarni bayon qilishda, seminar, amaliy mashg’ulotlarda esa mavzu yoki ma’lumotlarni o’zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o’z-o’zini baholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o’qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o’quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo’shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

Har bir katakdagi to’g’ri javob 5 ball yoki 1-5 balgacha baholanishi mumkin.



Test



Muammoli vaziyat



**Tushuncha tahlili
(simptom)**



Amaliy vazifa

2.3-rasm.

“Insert” metodi

Metodni amalga oshirish tartibi:

- o’qituvchi mashg’ulotga qadar mavzuning asosiy tushunchalari mazmuni yoritilgan matnni tarqatma yoki taqdimot ko’rinishida tayyorlaydi;
- yangi mavzu mohiyatini yorituvchi matn ta’lim oluvchilarga tarqatiladi yoki taqdimot ko’rinishida namoyish etiladi;
- ta’lim oluvchilar individual tarzda matn bilan tanishib chiqib, o’z shaxsiy qarashlarini maxsus belgilar orqali ifodalaydilar. Matn bilan ishlashda Tinglovchilar yoki qatnashchilarga quyidagi maxsus belgilardan foydalanish tavsiya etiladi:

Belgilar	Matn
“V” – tanish ma’lumot.	
“?” – mazkur ma’lumotni tushunmadim, izoh kerak.	
“+” bu ma’lumot men uchun yangilik.	
“- ” bu fikr yoki mazkur ma’lumotga qarshiman?	

Belgilangan vaqt yakunlangach, ta’lim oluvchilar uchun notanish va tushunarsiz bo’lgan ma’lumotlar o’qituvchi tomonidan tahlil qilinib, izohlanadi, ularning mohiyati to’liq yoritiladi. Savollarga javob beriladi va mashg’ulot yakunlanadi.

III.NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

Mavzu 1. Zamonaviy kimyoning asosiy tendensiyalari, turlari

Tabiat muhofazasi va ekologik muammolarni hal qilish hozirgi davrning dolzarb vazifasi bo'lib, muhim davlat ahamiyatiga ega bo'lgan masaladir. Shuning uchun ham keyingi yillarda ekologik muammosi nafaqat davlat, balki halqaro va hamdo'stlik mamlakatlari bilan ham munosabat masalasiga aylanib qolmokda. Inson faoliyati turli sohalarining rivojlanishi tabiat holatini shunchalik o'zgartirib yubordiki, endilikda uni saqlash va kelajak avlodlar yashaydigan muhit yaratish uchun yana insonning o'zi kurash olib bormog'i lozim. Buning uchun atmosferada hosil bo'layotgan moddalar qayerdan paydo bo'lib, nimalarga aylanishi va qanday hollarda, qaysi yo'l bilan yo'qotish zarurligi kabi masalalarni hal qilish zarur.

Hozirgi zamon tahliliy kimyosida yuqorida ta'kidlangan masalalarni hal qilish qo'yidagilarni talab etadi:

- avvaldan ma'lum bo'lgan usullarni takomillashtirish va yangilarini rivojlantirish maqsadida nazariy va amaliy sohadagi tadqiqotlarni yanada kengaytirish.

- standart gaz aralashmalarini tayyorlash uchun uslub va dozatorlar yaratish.

- biosferadagi zaharli gazlar miqdorining ruxsat etilgan qiymati darajasida aniqlangan va avtomatik ravishda ishlaydigan o'ziga xos qurilmalar, analizatorlar yaratish.

- tabiat muhofazasi masalalari bilan shug'ullana oladigan yetuk mutaxassislar yetishtirish va tayyorlash.

Tahliliy kimyo kafedrası yuqorida qayd qilingan masalalar bo'yicha keyingi yillarda katta yutuqlarga erishdi va ilmiy, o'kuv ishlarining asosiy yo'nalishi ham shunga qaratilgan. Jamoa qator yillardan beri ixtisos kurslaridan 4-bosqich toliblari uchun ularga mo'ljallangan o'zbek tilidagi uslubiy qo'llanma, darsliklar yaratish bilan shug'ullanib kelmokdalar.

Ushbu ma'ruza matnini tuzishda biz o'z oldimizga talabalarni gazlar tahlili ixtisos kursida o'qiladigan ma'ruzalarning bir qismi va hozirgi zamon asboblarida bajariladigan ba'zi asosiy amaliy ishlar bilan tanishtirishdan iborat vazifani qo'ydik.

Gazlar tahlili va tabiatni muhofaza qilish ixtisos kursi kafedraning asosiy ixtisosliklaridan biri bo'lib, Ushbu uslubiy qullanma bu sohadagi dastlabki o'zbek tilidagi qo'llanmadir.

Oddiy usullar bilan miqdoriy tarkibni va stexiometrik (tarkibni) nisbatni, qattiq va u bilan bir qatorda gazsimon bir necha elementlarning muayyan tartibda birikmalar hosil qilishini aniqlash qiyindir. Oddiy yoki kimyoviy usullar zaminida gravimetrik, volyumometrik va titrimetrik usullar nazarda tutiladi. Shu usullar bilan tahlilni bajarish ma'lum qiyinchiliklar bilan bog'liq bo'lib, ulardan asosiylari qo'yidagilardir:

1. Aniqlanadigan komponentni dastlabki aralashma namunasidan ajratishning zarurligi.

2. Aniqlanayotgan modda konsentratsiyasining kamligi tahlilda oddiy usullarni qo'llashni cheklab qo'yganligi.

3. To'liq kimyoviy tahlil o'tkazish uchun ko'p vaqt talab qilinishi.

Fizik-kimyoviy usullar kimyoviy usullarga nisbatan yuqori darajadagi metrologik tavsiflari bilan farq qiladi. Fizik kimyoviy usullar turli ilmiy sohalarda va texnikada keng qo'llaniladi va bular jumlasiga qo'yidagilar kiradi:

1. Kimyoviy texnologik jarayonlarning optimallini ta'minlashda, bu jarayonlardagi alohida qismlarning holati to'g'risida kerakli ilmiy ma'lumotlar yig'ish va avtomatlashtirishga foydalanadigan kimyoviy tahliliy nazorat.

2. Kimyo va kimyoviy texnologiya sohasida reaksiyalarning borishi haqida to'g'ri axbarotlar olish maqsadida, mahsulot umumini baholash va olinadigan birikmalarning tozaligi to'g'risida qo'shimcha ma'lumotlarni aniqlash hamda moddalarning tuzilishi, xossalari o'rganish va shunga o'xshashlar to'g'risida ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish.

3. Kimyo fanining turli sohalarida yangi nazariyalar yaratish va bu, nazariyalarni tajribalarda tekshirish.

4. Kimyoning turli sohalarida ishlatiladigan maxsus texnik materiallarni va yuqori tozalikdagi moddalarni tahlil hamda nazorat qilish.

Ko'pchilik fizik-kimyoviy usullar titrlashga, ya'ni tahlil qilinayotgan moddaga reagentning asta-sekin tomchilatib qo'shilishiga asoslangan. Bunga protsess davomida u yoki bu xossalarning o'zgarishi kuzatiladi. Reagent sifatida qattiq, suyuq va gazsimon moddalar, shuningdek, yorug'lik va tok ta'sirida hosil bo'ladigan (generatsiya qilinadigan) moddalar xizmat qiladi. Odatda reagent sifatida aniqlanadigan modda bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadigan moddalar ishlatiladi.

Klassik titrimetrik tahlildagi titrlash fizik-kimyoviy usullarda keng qo'llaniladi va bu usul tajribada universal usul hisoblanadi. Bunday usullarga potensiometriya, xronopotenometriya, konduktometriya, kulonometriya, fotometriya, termometriya, va boshqalar kiradi.

Titrlashning turli ko'rinishlarida foydalaniladigan tizimlarning fizik xossalari qo'yidagilar kiradi: elektron potensial, elektr o'tkazuvchanlik, qovushqoqlik loyqalanish, zichlik, sirt taranglik, radioaktivlik, reaksiya issiqligi va hokazolar.

Titrlashning oxirgi nuqtasi qaysidir parametr bo'yicha (elektr o'tkazuvchanlik, diffuzion tok, optik zichlik va hokazolar) aniqlanadi. Qo'shilgan reagent eritmasining miqdori bo'yicha olingan o'lchashlardan funksiya grafigi tuziladi.

Miqdoriy usullarni qo'yidagicha tasniflash mumkin:

1. Kimyoviy: gravimetriya, titrimetriya, volyumometriya.

2. Fizik-kimyoviy: elektrokimyoviy, optikaviy, xromatografiya.

3.Fizikaviy: masspektrometrik, radioaktivatsion va hokazolar.

Endi fizik-kimyoviy usullar ichida keng o'rganilgan elektrokimyoviy usullarni qisqacha ko'rib chiqamiz. Elektrokimyoviy usullar jumlasiga qo'yidagilar kiradi: elektrogravimetrik (ichki va tashqi elektroliz), polyarografik, amperometrik titrlash, kulonometriya, konduktometriya, xronokonduktometrik titrlash, potensiometriya, xronopotensiometrik titrlash.

Elektrogravimetrik usulda elektrolit eritmalaridan o'zgarmas elektr toki o'tishi natijasida ajralib chiqqan metall analitik tarozilarda tortiladi va bu cho'kmaning massasi bo'yicha eritmada aniqlanayotgan moddaning tarkibi to'g'risida fikr yuritiladi:

$$P = P_1 - P_2$$

bunda P_1 - elektrodning metall bilan birgalikdagi massasi.

P_2 - elektrodning elektrolizgacha bo'lgan massasi.

Ichki elektroliz usuli elektrogravimetriyaning bir ko'rinishi bo'lib, bu usulda eritmaga (masalan CuSO_4 eritmasiga) ikkita elektrod tushirilishi natijasida galvanik juft hosil qilinganda (platina- rux) hosil bo'ladigan elektr tokidan foydalanishga asoslangan. Bu holatda tok tashqi manbadan emas, balki platina va rux elektrodlari orasida hosil bo'ladigan potensiallar farqi natijasida hosil bo'ladi. Platina elektrodida aniqlanayotgan metall ajralib chiqadi, rux elektrodida esa anod jarayoni, ya'ni uning erishi kuzatiladi.

Polyarografiya- elektroliz jarayonida elektrodlardan biri (katod) juda kichik sirtga ega bo'lsa, boshqasi esa katta sirtga ega bo'lganda kuchlanishning o'zgarishiga bog'liq ravishda tok kuchini o'lchashga asoslangan. Qutblanuvchi elektrod sifatida simob tomchisi, qutblanmaydigan elektrod sifatida esa idish tubidagi simob yoki taqqoslash elektrodi qo'llaniladi. Tahlil qilinayotgan modda ionlarning ham elektrod yaqinidagi fazoga diffuziya natijasida hosil bo'lgan tok kattaligi eritmada aniqlanayotgan moddaning konsentratsiyasiga mutanosibdir.

Amperometrik titrlash- voltamperometriyaning bir ko'rinishi bo'lib, u aniqlanayotgan modda eritmasini titrlash jarayonida to'yingan (chegaraviy) diffuzion tok kattaligi o'zgarishini o'lchashga asoslangan. Bunda tok indikator elektrodi bilan qutblanmaydigan taqqoslash elektrodlari orasida doimiy kuchlanish ostida hosil bo'ladi.

Kulonometriya- o'zgarmas tok yoki potensial ostida aniqlanadigan moddaning elektrolizi uchun sarflangan elektr mikdorini o'lchashga asoslangan. Bu usulning asosida Faradey qonuni yotadi.

Kulonometrik titrlash- bunda titrlashning ekvivalent nuqtasi shunday lahzaga to'g'ri keladiki, bunda elektrolizning tok kattaligi fon elektrolitining tok kattaligiga tenglashadi odatda fon elektrolitining tok kattaligi ~ 0 ga teng bo'ladi.

Konduktometriya-tahlil qilinadigan eritmaning elektr o'tkazuvchanligini o'lchashga asoslangan. bunda elektr o'tkazuvchanlik eritmaning temperaturasi, konsentratsiyasi, elektrolitning tabiatiga bog'liq ravishda va kimyoviy reaksiyalar

natijasida o'zgaradi. Eritmaning elektr o'tkazuvchanligini o'lchashga asoslangan titrlash va elektr o'tkazuvchanlik o'lchash asosida titrlashning oxirgi nuqtasini topish konduktometrik titrlash deyiladi.

Xronokonduktometrik titrlash –konduktometrik titrlashning bir ko'rinishi bo'lib, bunda tahlil qilinayotgan modda namunasi konduktometrik titrlash uchun ketgan moddaning vaqt bo'yicha sarflanishi kuzatiladi.

Yuqori chastotali titrlash –konduktometrik titrlashning bir ko'rinishi bo'lib, tekshirilayotgan eritma o'lchash asbobining yuqori chastotali elektromagnit maydoniga kiritiladi, so'ngra byuretk bilan eritmaga titrant qo'yiladi. Elektrodlar esa yacheyka yoki idish devorining sirtida joylashtiriladi.

Potensiometriya –aniqlanadigan eritmaga tushirilgan elektrodning potensialini o'lchashga asoslangan. Bunda elektrod potensial kimyoviy reaksiyalar natijasida hamda eritmaning konsentratsiyasi va temperaturasiga bog'liq ravishda o'zgaradi. Ekvivalent nuqtasini elektrod potensialining keskin o'zgarishiga qarab aniqlaydigan titrlash usuli potensiometrik titrlash deyiladi.

Xronopogensiometrik titrlash –potensiometrik titrlashning bir ko'rinishi bo'lib, bunda aniqlanadigan moddaning potensiometrik titrlash uchun sarflanadigan modda mikdori vaqt bo'yicha baholanadi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Zamonaviy kimyoning asosiy tendensiyalari qanday?
2. Nanokimyo qanday rivojlanmoqda va uning asosiy qo'llanilishi sohalari.
3. Zamonaviy materiallar kimyosi (materialshunoslik) ning qanday asosiy yo'nalishlari mavjud?
4. Zamonaviy kimyoda ekologik toza texnologiyalar va "yashil kimyo" ning roli qanday?
5. Kimyo va biologiya orasidagi integratsiya (biokimyo) qanday rivojlanmoqda?
6. Zamonaviy kimyoning asosiy ilmiy turlari, masalan, fizikaviy kimyo, analitik kimyo, va organik kimyo o'rtasidagi farqlarni tushuntirib bera olasizmi?
7. Kimyo sohasida integrativ yondashuvlar (masalan, nanobiotexnologiya) qanday qo'llaniladi?
8. Katalizatorlar va katalitik jarayonlarning zamonaviy kimyodagi o'rni qanday?
9. Zamonaviy kimyo tadqiqotlarida kompyuter kimyosining o'rni qanday?
10. Zamonaviy analitik kimyo texnologiyalari, masalan, spektroskopiya va xromatografiyaning roli qanday?
11. Zamonaviy ekologik kimyo texnologiyalari qanday qilib atrof-muhitni himoya qilishga yordam beradi?
12. Zamonaviy kimyoviy sintez usullarining ekologik va iqtisodiy samaradorligi qanday baholanadi?

13. Kimyo va fizika sohasidagi yangi tendensiyalar qanday o'zaro aloqada rivojlanmoqda?
14. Tibbiyot kimyosida zamonaviy yondashuvlar, masalan, dorilarni yetkazib berish tizimlari haqida nima bilasiz?
15. Biologik katalizatorlar (enzimlar) ning zamonaviy kimyo sohasidagi qo'llanilishi qanday?
16. Zamonaviy kimyoning sog'liqni saqlash va tibbiyotdagi asosiy yutuqlari qanday?

Mavzu 2. Tabiiy va suvda eruvchan polimerlar asosida metallokompleks olinishi va xalq xo'jaligidagi ahamiyati

Elektrmagnit nur modda yoki uni eritmasiga ta'sir etilganda moddani nur chiqarish, nurni yutish, tarqatish, sindirish, nurni qutiblantirish kabi optik xossalari o'zgarishini o'lchashga asoslangan usullar *tahlilni optik usullari* deb ataladi.

Tahlilni optik usullari quyidagi xususiyatlarga binoan tasniflanadi.

a) *O'rganilayotgan obyektga ko'ra*: atom va molekulyar spektral tahlil.

b) *Elektrmagnit nurni aniqlovchi modda bilan ta'sirlanish xususiyatiga* ko'ra tahlilni quyidagi turlari mavjud.

Atom-adsorbsion tahlil – gaz muhitidagi moddaning atomlariga monoxromatik nurni yutilishini o'lchashga asoslangan.

Emission spektral tahlil – modda qo'zg'algan energetik xolatga o'tkazilganda, qo'zg'algan energetik xolda hosil bo'lgan atom, ionlardan tarqalayotgan yorug'lik ravshanligini o'lchashga asoslangan.

Alangali fotometriya – nurlanishni qo'zg'atuvchi energiya sifatida gaz alangasini qo'llashga asoslangan.

Molekulyar asobrsion tahlil – eng ko'p qo'llanadigan usul bo'lib, aniqlanuvchi modda molekulasi yoki ionlariga yutilgan nur miqdorini o'lchashga asoslangan.

Lyuminessent tahlil – turli qo'zg'atuvchi manba'lar ta'sirida qo'zg'algan energetik xolatga o'tgan moddadan tarqalayotgan lyumenissent nur ravshanligini o'lchashga asoslangan.

Yorug'likni kobinatsion tarqalish samarasi qo'llangan spektral tahlil – yorug'likni kobinatsion tarqalish xodidasida nurlanish intensivligi ravshanligini o'lchashga asoslangan.

Nefelometrik tahlil – dispers muhit (tizim) zarrlari yoritilganda ulardan tarqalgan yorug'lik ravshanligini o'lchashga asoslangan.

Turbidimetrik tahlil – dispers tizim (muhit)dan o'tish jarayonida nur ravshanligini kamayishini o'lchashga asoslangan.

Refraktometrik tahlil – modda (yoki eritma)dan o'tgan yorug'likni sinish ko'rsatkichini aniqlashga asoslangan.

Interferometrik tahlil – yorug‘lik interferensiyasi ya’ni ikki xil yorug‘lik tulqini ko‘shilganda bir-birini kuchaytirish (yoki susaytirish) xodisasini o‘rganishga asoslangan.

Polyarimetrik tahlil – optik fa’ol moddalarda qutblangan nur tekisligini o‘zgarishi ya’ni optik fa’ol modda yoki uni eritmasidan qutiblangan nur o‘tkazilganda nurni optik burilish qiymatini o‘lchashga asoslangan.

Analitik kimyoda: buzilgan to‘liq aks etish (НПБО-нарушенного полного внутреннего отражения); takroriy buzilgan ichki to‘liq aks etish (МНПБО); fotoelektron; rentgenoelektron, gamma rezonans; elektron-paramagnit rezonos (EPR); yadromagnit rezonos (YAMR) spektroskopiya usullari ham foydalaniladi.

v) ***Elektrmagnit to‘lqinlarni qo‘llangan sohasiga ko‘ra ultrabinafsha va ko‘rinadigan (UB,K) nurlar*** ya’ni 200-400 nm ultrabinafsha nurlar, 400-760 nm – ko‘rinadigan nurlar ***spekroskopiya***.

Infraqizil spektroskopiya – elektromagnit nurlar spektrini 0,76-1000 mkm ($1 \text{ m km} = 10^{-6} \text{ m}$) to‘lqin uzunlikdagi infraqizil nurlarni yutilishi o‘rganiladi.

Rentgen nurlarida olinadigan *rentgen spektrlar*: 10^{-1} dan 10 sm gacha uzun to‘lqin uzunlikdagi elektromagnit to‘lqinlarni o‘rganuvchi *mikroto‘lqin spektroskopiya* analitik kimyoda kam qo‘llanadi.

g) *Energetik o‘tishning tabiatiga ko‘ra* optik usullarni quyidagi turlari mavjud.

Elektron spektr – atom, ion, radikal, molekula kristal kabi zarralarda elektronlarning energetik holati o‘zgarishi natijasida vujudga keladi.

Tebranma spektr – elektromagnit to‘lqinlar spektrining infraqizil (IQ) va yorug‘likni kombinatsion tarqalish sohasida yoziladi. Tebranma spektr ikki va ko‘p atomli ion, radikal, molekula hamda suyuq va qattiq fazada tebranma holat energiyasini o‘zgarishi natijasida vujudga keladi.

Aylanma spektr – elektromagnit nurlarni infraqizil va mikroto‘lqinlar sohasida yoziladi. Aylanma spktr ikki va ko‘patomli ion, radikal va molekulalarni aylanma holat energiyasini o‘zgarishi natijasida vujudga keladi.

Spektrni UB.K sohasidagi nurlarni yutilishiga asoslangan molekulyar spektral tahlil. (Miqdoriy tahlilda qo‘llanishi)

Moddaning rangi uning ko‘rinadigan (400-760 nm) nurlar sohasidagi spektri bilan uzviy bog‘langan.

Rang – moddadan qaytgan yoki tarqalayotgan nurning spektral tarkibiga bog‘liq bo‘lgan, yorug‘likning xossasidir.

Rangni idrok etish, ko‘zga ta’sir etayotgan yorug‘likni spektral tarkibi va turli to‘lqin uzunlikdagi nurlarga nisbatan ko‘zni sezgirligiga bog‘liq. Yorug‘lik spektrini ayrim qismlari 7 hil rang (qizil, zarg‘aldjoq, sariq, yashil, havorang, ko‘k, binafsha) yoki oraliq rang turlari tasavvurini beradi.

Tiniq muhitdan yorug‘lik o‘tganda yorug‘lik energiyasining, muayyan to‘lqin uzunlikdagi, biror qismi yutilgani sababli, muhitdan o‘tayotgan yorug‘likni spektral tarkibi o‘zgaradi. Har qanday modda faqat muayyan nurni (selektiv) tanlab yutgani sababli, turli tiniq moddalardan o‘tkazilgan yorug‘likni spektral tarkibi ham turlicha bo‘ladi. Ana shu xol inson tasavvurida moddalar turli rangda bo‘lishidek tasavvurni shakillantiradi. 8.1-jadvalda ko‘rinadigan soha nurlaridan iborat quyosh (oq) yorug‘ligi spektrga ajratilganda uning turli rangdagi nurlariga oid elektromagnit to‘lqin uzunliklar keltirilgan.

Bir rangdan ikkinchisiga o‘tish keskin bo‘lmay ikki xil rang aralashmasidan iboratligi sababli 8.1-jadvalda keltirilgan ranglarni to‘lqin uzunlikda ifodalangan chegaralari ham nisbiy bo‘lib turli manba‘lardagi mazkur ma’lumotlar bir oz farq qiladi.

Modda yoki yorug‘lik yutilgan tiniq muhitning rangi unga qanday yorug‘lik yutilganiga bog‘liq. Moddaning rangi xar doim unga yutilmasdan aks etgan yorug‘lik nurlari aralashmasi rangidan iborat bo‘ladi.

Jadval 1.

Ko‘rinuvchi spektrni asosiy ranglari (oq yorug‘likni spektrga ajralishi)

№	Asosiy rang*	To‘lqin uzunligi, nm – da
1	Qizil	760 – 650
2	Zarg‘aldoq	650 – 600
3	Sariq	600 – 560
4	Yashil	560 – 490
5	Havorang	490 – 450
6	Ko‘k	450 – 420
7	Binafsha	420 – 400

* Quyosh yorug‘ligi spektrga ajratilganda yorug‘lik ranglari tartibini quyidagi iboradagi so‘zlarni boshlang‘ich harflari ketma-ketligida eslab qolish mumkin – qachon zavqli, sog‘lom, yashalsa husn komil bo‘ladi.

2-jadvalda, yutilgan va tarqalgan yorug‘lik rangi, oraliq ranglarni hisobga olgan holda, batafsilroq berilgani sababli 1 va 2 jadvaldagi ma’lumotlar biroz farqli. Spektrda ranglar o‘zgarishi keskin emas balki bir tekis bo‘lgani sababli rangni oraliq tuslariga tegishli, 2-jadvalda keltirilgan, ma’lumotlar 1-jadvaldagi kabi shartli ya’ni qat’iy emas.

Modda rangini sariq → zarg‘aldoq → qizil → qirmizi → ko‘k → ko‘k-yashilga o‘zgarishi “rangni chuqurlashuvi”, “quyyuqlashuvi” deyiladi. Ranglarni teskari yo‘nalishda o‘zgarishi “ranglarni ochilishi” (ravshanlashuvi) deyiladi.

Jadval 2.

Ko‘rinuvchan spektrni yutilgan va qo‘shimcha (ya’ni tarqalgan) ranglari

Yutilgan yorug‘lik to‘lqin uzunliklar oralig‘i, nm-da	Spektrni modda (eritma)ga yutilgan qismining rangi	Yorug‘lik yutilgan muhitning rangi
760 – 730	Qirmizi (to‘q pushti)	Yashil
730 – 605	Qizil	Ko‘k-yashil
605 – 595	Zarg‘aldoq	Yashilsimon-ko‘k
595 – 580	Sariq	Ko‘k
580 – 560	Sarg‘ish-yashil	Binafsha
560 – 500	Yashil	Qirmizi qizil
500 – 490	Ko‘k-yashil	Qizil
490 – 480	Yashilsimon ko‘k	Zarg‘aldoq
480 – 435	Ko‘k	Sariq
435 – 400	Binafsha	Sarg‘ish-yashil

Miqdoriy tahlilni optik usullarini ko‘rinuvchan nurlarni yutmaydigan tiniq va rangsiz eritmada bajarish zarur bo‘lsa, avval fotometrik reaksiya o‘tkazib, rangli modda hosil qilinadi va ko‘rinuvchan nurlar sohasida ishlash imkoniyati vujudga keltiriladi.

Masalan, temir (III) akvokompleksini suvdagi eritmasi och sariq rangda. Tarkibida Fe^{+3} kationlari bo‘lgan eritmaga sulfosalitsil kislota anionlari bo‘lgan eritmada qo‘shilsa, yorqin qizil rangli temir (III) sulfosalitsilat kompleksi hosil bo‘ladi. Natijada, o‘lchanadigan rang ravshanligi hosil bo‘lgan temir (III) sulfosalitsilat kompleksi konsentratsiyasiga bog‘liq bo‘lgan rangli eritma hosil bo‘ladi, shunday qilib boshlang‘ich och sariq rangli eritmada temir (III) ionlarini miqdori aniqlanadi.

Yorug‘lik yutilishining asosiy qonuni (fotometriyaning asosiy qonuni)

Yorug‘ nur yorqinligini o‘lchashdan iborat fotometrik usullar fotometriyani ikkita asosiy qonuniga asoslangan bo‘lib, ulardan biri monoxrom (o‘zgarmas to‘lqin uzunlikdagi) *yorug‘likni yutilish miqdori yorug‘lik o‘tayotgan qatlam qalinligiga va ikkinchisi yorug‘likni yutuvchi zarralar konsentratsiyasiga to‘g‘ri mutanosisligini ifodalaydi.*

Birinchi qonun quyidagicha ta’riflanadi: bir jinsli muhitning o‘zgarmas qalinlikdagi har bir qatlami ayni muhitdan o‘tayotgan yorug‘lik oqimini bir hil (teng) ulushini yutadi. Boshqacha qilib aytganda bir jinsli muhitga yutilgan yorug‘lik oqimining ulushi, muhitning qatlam qalinligiga to‘g‘ri mutanosib.

$$\Delta I/I = k_1 l$$

Bu yerda ΔI muhtidan o'tayotgan yorug'lik oqimi (I) ning muhitga yutilgan qismi, l – yorug'lik oqimi o'tayotgan muhitning qatlam qalinligi, k_1 – mutanosiblik koeffitsenti.

Yorug'lik yutilishini ikkinchi (fotometriyani ikkinchi) qonuni quyidagicha ta'riflanadi: bir jinsli muhitning muayyan qatlamiga yutilgan yorug'lik oqimining ulushi, mazkur qatlamdagi yorug'likni yutuvchi zarralar soni ya'ni, konsentratsiyaga to'g'ri mutanosib.

$$\Delta I / I = k_2 c$$

Bu yerda c – konsentratsiya, k_2 – mutanosiblik koeffitsenti.

Fotometriyani birinchi qonuni *Buger – Lambert* ikkinchi qonuni Buger Beyer (yoki Ber) qonuni deb ataladi. Bunday nomlash noaniq, chunki ikkala qonun ham P.Buger tomonidan 1729 yilda ochilgan, biroq Buger yorug'likni eritmaga emas atmosfera va rangli shishalarga yutilishini o'rgangan. Keyinchalik I. Lambert 1760 yilda yorug'likni yutilish qonunini matematik ifodasini ishlab chiqqan. 1852 yilda A. Beyer va F.Bernar bir birlaridan behabar holda, rangli eritmalarga yorug'likni yutilishini o'rganish asosida, yutilgan yorug'lik miqdori yorug'lik yutuvchi modda konsentratsiyasiga bog'liq ekanligini tasdiqlashgan.

Ikkala qonun birgalikda yorug'lik yutilishini birlashgan *Buger – Lambert – Beyer – Bernar* qonuni (aksariyat hollarda Buger qonuni, Beyer qonuni Lambert – Beyer – Bernar qonuni deb (1-jild 20.2.3.bo'limiga qaralsin) deb ataladi va quyidagi eksponensial (8.1) holda ifodalanadi

$$I = I_0 e^{-kcl} \quad (1)$$

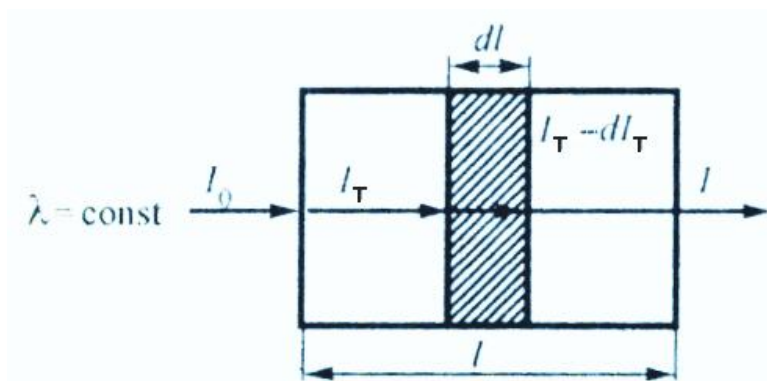
yoki uni logarifmlangan ko'rinishi

$$A = \varepsilon l \quad (2)$$

bu yerda I_0 -nurni yutuvchi muhitga tushayotgan monoxromatik nur (yorug'lik oqimi)ni ravshanligi, I – ana shu muhitdan o'tgan nur (yorug'lik oqimining) ravshanligi ($I < I_0$), K -yorug'likni yutilish ko'ffitsenti, c – ayni muhitdagi yorug'likni yutuvchi zarralar kotsentratsiyasi, l – yorug'lik yutuvchi qatlam qalinligi, e – natural logarifm asosi, $A = \lg(I_0/I)$ – optik zichlik (absorbance) uni ekstinksiya, yorug'likni so'nishi deb atashadi. $\varepsilon = k/2.3$ – so'nish yoki ekstinsiya koeffitsenti (absorptivity) bu qiymatni ko'pincha yutilish koeffitsenti deb atashadi.

Yorug'lik yutilishini asosiy qonuni *faqat, o'zgarmas to'liqin uzunlik $\lambda \approx cons$ dagi monoxramatik yorug'lik oqimini* yutilishiga ta'lluqlidir.

Yorug'lik yutilishi asosiy qonunining matematik ifodasi quyidagicha asoslanadi: Qatlam qalinligi (l) bo'lgan kyuveta (optik shishadan tayyorlangan to'rt qirrali stakan)ga o'zgarmas konsentratsiyali ($c \approx cons$) (8.1-rasm) eritma qo'yilgan bo'lsin.



1-rasm. Yorug'lik yutilish konunini asoslash:

I_0 – kyuvetaga kirgan, I_T – eritmaga tushgan, $dI_T - dl$ qatlama yutilgan yorug'lik ravshanliklari.

Kyuvetaga ravshanligi I_0 qiymatli $\lambda = \text{const}$ to'liq uzunlikdagi mono-xromatik yorug'lik oqimi yo'naltirilgan. Eritilgan modda zarralari yorug'lik oqimining bir qismini yutib qolsa kyuvetadagi eritmada o'tgan yorug'lik oqimining ravshanligi I kyuvetaga tushayotgan nur ravshanligidan I_0 dan kam bo'ladi.

$$I < I_0$$

Kyuvetaga quyilgan eritmani kichik (torgina) qatlamini dl -bilan belgilaylik (8.1-rasm). dl -qatlam kyuvetaga kirayotgan yorug'lik oqim ravshanligi I_0 ni ($-dI$) qiymatga kamaytiriladi. dl qatlamdan o'tgach yorug'lik oqimining ravshanligi $I_T - dI_T$ qiymatga teng bo'ladi (ya'ni kirayotgan nur ravshanligi $-dI$ ga kamayadi) yoki nurning eritmaga yutilgan ulushi dI_T/I_T ga teng.

Modomiki, Bugerni birinchi va ikkinchi qonuniga binoan yorug'lik oqimini eritmaga yutilgan ulushi yorug'likni yutuvchi qatlam qalinligi dl va konsentratsiya (c) ga to'g'ri mutanosib ekan, buni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$\frac{dI}{I} = -kcdl$$

Bu yerda k – mutanosiblik koeffitsienti. Ravshanlikni I_0 dan I gacha, qatlam qalinligini 0 dan l qiymatigacha integrallansa

$$-\int_{I_0}^I \frac{dI_T}{I_T} = -kc \int_0^l dl$$

$$-\ln \frac{I}{I_0} = -kcl$$

$$I = I_0 e^{-kcl}$$

Ohirgi ifoda yorug'lik yutilish asosiy qonunini eksponentsial (8.1) ifodasiga mos keladi.

Manfiy ishorani ($-\ln I/I_0$) musbatga ($\ln I_0/I$) aylantirib, o'nli logarifmda ifodalasak

$$\lg \frac{I_0}{I} = \frac{k}{2,3} c \cdot l$$

Xadlarni quyidagicha belgilaymiz

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

Bu ifoda yorug'lik yutilishi asosiy qonunini logarifmik (2) ifodasiga mosdir.

Optik zichlik A (ya'ni, kyuvetaga kirgan nur ravshanligini undan chiqqan nur ravshanligiga nisbatini o'nli logarifmi) konsentratsiyaga to'g'ri mutanosib bo'lgani sababli miqdoriy tahlilda (8.1) ifodaning logarifmik (2) shakli ishlatiladi.

Konsentratsiya C – mol/dm³, yorug'lik yutilgan qatlam qalinligi l – sm, birliklarda ifodalansa, (A – birliksiz, nisbiy kattalik) ε – yorug'lik so'nishini molyar koeffitsenti (ko'rsatgichi) *yorug'lik yutilishini molyar koeffitsenti deb ataladi*. Yorug'likni molyar so'nish koeffitsenti dm³ · mol⁻¹ · sm⁻¹, birlikda o'lchanadi. Yutilish koeffitsenti miqdoran, c = 1 mol/dm³ konsentratsiyali eritmani l = 1 sm qalinlikdagi optik zichligiga teng.

Optik zichlik A-dan tashqari nur o'tkazuvchanlik T (transmittance) kattaligi ham qo'llanadi.

$$T = \frac{I}{I_0} \cdot 100\%$$

Nur o'tkazuvchanlik T. optik zichlik A bilan quyidagicha bog'langan

$$\frac{1}{T} = \frac{I_0}{I} \cdot \frac{1}{100\%} - \lg T = \lg \frac{I_0}{I} - 2 = A - 2$$

optik zichlik A = lg (I₀/I) bo'lgani uchun ifodadagi $\lg \frac{I_0}{I}$ A ga almashtirilsa:

$$A = 2 - \lg T \quad (3)$$

yoki I₀ yutilgan *ulushi* orqali T¹ = I/I₀ ifodalansa A = – lgT

Optik zichlikdan farqli ravishda, nur o'tuvchanligi konsentratsiyaga eksponensial bog'langan.

$$T^1 = e^{-kcl}$$

shuning uchun tahliliy hisoblarda bu ifoda nisbatan kam qo'llanadi.

Konsentratsiya, foizda, yorug'lik yutiladigan qatlam qalinligi l sm da ifodalansa yorug'likni yutilish asosiy qonuni quyidagi (8.4) shaklda bo'ladi.

$$A = E^{1\%}_{1sm} W \cdot l \quad (4)$$

bu yerda W – eritmani foyiz konsentratsiyasi, E^{1%}_{1sm} – yorug'likni so'nishi solishtirma koeffitsenti (ba'zan uni juda aniq bo'lmasada yutilishni solishtirma koeffitsenti deb atashadi). Farmakopeya taxlilida molyar so'nish koeffitsentga nisbatan solishtirma so'nish koeffitsenti ko'proq ishlatiladi.

So'nishning solishtirma koeffitsenti, konsentratsiyasi W = 1 g/100 sm³ bo'lgan eritmani l = 1 sm qalinlikdagi optik zichligi miqloriga teng.

Bundan keyin nur *so'nishini solishtirma koeffitsentini kirilcha E harfi bilan belgilaymiz.*

Yorug'lik *so'nishini molyar va solishtirma koeffitsentlari o'zaro quyidagicha (5) bog'langan*

$$\varepsilon = E \frac{M}{10} \quad (5)$$

bu yerda M – erigan moddaning molyar massasi.

Xaqiqatdan (2) va (4) ifodalarning chap tomonlarni bir xil

$$A = \varepsilon c l, \quad A = E W l$$

demak ikkala tenglik o'ng tomonlari ham o'zaro teng

$$\varepsilon c l = E W l$$

bundan

$$\varepsilon = E \frac{W}{c}$$

c – erigan moddani molyar W – o'sha eritmani foiz konsentratsiyasi (ya'ni 100 sm³ eritmadagi erigan modda massasi) bo'lgani sababli:

$$W = c M / 10$$

Binobarin

$$\varepsilon = E \frac{c M}{10 c} = E \frac{M}{10}$$

yuqorida ko'rsatilgandek yutilish (ko'rsatgichi) koeffitsenti k *so'nish koeffitsenti* ε dan (ko'rsatgichi) 2,3 marta katta.

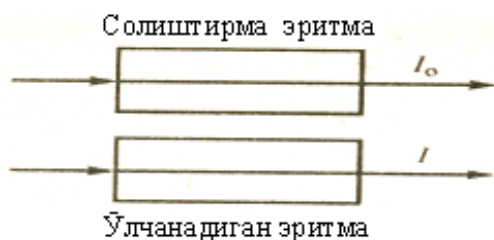
Analitik o'lchovlarni qarib barchasida yutilish koeffitsenti deb atashsa-da *so'nish koeffitsenti* ishlatiladi, natijalardagi xatolikni oldini olish uchun shuni nazarda tutish kerak.

So'nishni molyar va solishtirma koeffitsenti yorug'lik yutilayotgan muhit tabiatiga, yutilayotgan yorug'likni to'lqin uzunligi va xaroratga bog'liq.

Ba'zan, nur yutilayotgan qatlam qalinligiga bog'liq bo'lmagan, *solishtirma optik zichlik* qo'llanadi

$$A/l = \varepsilon c$$

Tahlil etayotgan moddaga yutilgan yorug'lik miqdorini aniqlash uchun eritma quyilgan, optik shishadan tayyorlangan, kyuveta devorlaridan qaytgan va erituvchiga yutilgan yorug'lik miqdorlarini xisobga olmoq zarur. Eritmadan o'tayotgan yorug'lik ravshanligini kamay-tiruvchi qo'shimcha omillarni hisobga olish maqsadida, yorug'likni yutilishi bir hil qalinlikdagi ikkita - toza erituvchi quyilgan solishtirma va ayni o'sha erituvchida eritilgan tekshiriluvchi moddaning eritmasi quyilgan o'lchov, kyuvetalarda o'lchanadi. Yorug'lik oqimiga ketma-ket, erituvchi quyilgan solishtirma va tekshiriluvchi eritma qo'yilgan o'lchov kyuvetalari o'rnatiladi (rasm-2).



2-rasm. Solishtirma kyuveta (erit-ma) vositasida yorug'lik oqimi ravshanligini kamaytiruvchi omillarni tenglash.

I_0 – solishtirma kyuvetadagi erituvchidan o'tgan yorug'lik, I – tekshiriluvchi eritmada o'tgan yorug'lik ravshanligi. Bir xil qalinlikdagi ikkali kyuvetaga toza erituvchi qo'yilganda, ikkalasidan o'tgan yorug'lik ravshanligi I_0 albatta bir xil bo'lishi kerak: aks holda tegishli tuzatma kiritilmog'i zarur.

O'zgarmas to'lqin uzunlikdagi yorug'lik o'zaro ta'sirlashmaydigan, yorug'lik yutuvchi, bir necha moddalar aralash eritmasidan o'tkazilganda *optik zichlikni additivlik qonuni* amal qiladi.

Additivlik qonuni quyidagicha ta'riflanadi. $\lambda = \text{const}$ va $l = \text{const}$ bo'lganda, yorug'likni yutilish asosiy qonuniga binoan, o'zaro kimyoviy reaksiyaga kirishib ketmaydigan, moddalar aralashmasini optik zichligi A shu aralashmadagi tarkibiy qismlar optik zichliklari A_i yig'indisiga teng.

$$A = \sum_i A_i = l \sum_i \varepsilon_i c_i \quad (6)$$

bu yerda ε_i va c_i – aralashmadagi i -tarkibiy qismning so'ndirish ε koeffitsenti va c_i -konsentratsiyasi.

Molyar (ε) va solishtirma (Y_e) yutilish koeffitsentlarini xaqiqiy ε , E hamda o'rtacha $\bar{\varepsilon}$, $\bar{E}$ qiymatlari bo'ladi.

Yorug'likni so'nish xaqiqiy koeffitsentini hisoblanishi uchun quyidagi sharoitlar bajarilishi lozim:

- Eritmadan o'tayotgan yorug'lik oqimi qat'ian monoxromatik bo'lishi.
- Optik zichlik o'lchanayotgan muayan to'lqin uzunligidagi nur faqat bir xil tabiatli zarrachalargagina yutilishi.
- Yorug'likni yutuvchi zarrachalarni xaqiqiy konsentratsiyasi ma'lum bo'lishi shart.

Amalda, yutilish koeffitsentini o'rtacha qiymati turli konsentratsiyalik n -ta etalon eritma (c_i) larni ($l = \text{const}$) kyuvetada n -marta o'lchangan qiymatlari asosida hisoblanadi. Yorug'lik yutilishini asosiy qonuniga muvofiq ε uchun (8.7) ifodani chiqarish mumkin.

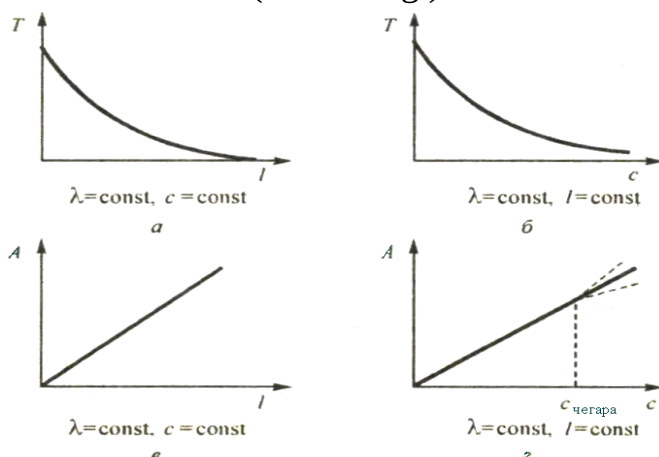
$$A_i = \varepsilon_i c_i l, \quad \varepsilon_i = A/c_i l$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum_i \varepsilon_i}{n} = \frac{l}{nl} \sum_i \frac{A_i}{c_i} \quad (7)$$

Bu yerda ε_i -i-nchi tajribada o'lgan yutilishni molyar koeffitsenti.

Solishtirma yutilish keffitsentining Y_e o'rtacha qiymati ham shu tarzda aniqlanadi.

Eritma optik zichligi A va yorug'lik o'tkazuvchanligi T qiymatlarini yorug'lik yutiladigan qatlam qalinligi va konsentratsiyasi c -dan bog'liqlik grafiklari 3 rasmda ketirilgan. O'tkazuvchanlik T yorug'lik yutiladigan qatlam qalinligi va konsentratsiyasini ortishiga *eksponensial* bog'liq (3 rasm a.b.). optik zichlik A va c qiymatlari ortishi bilan chiziqli ravshda ortadi (3 rasm v.g.).



3-rasm. O'tkazuvchanlik T (a,b) va optik zichlik A (v,g) qiymatlarini yorug'lik yutiladigan qatlam kelanligi (l) va eritma konsentratsiyasi (c) dan bog'liqlik chizmalari.

Ammo, amalda eritma optik zichligini chiziqli bog'lanishi ko'pchilik moddalarda eritma konsentratsiyalarini muayyan oralig'ida 3, g rasm, ya'ni konsentratsiyani chegaraviy qiymatigacha (c chegara) kuzatiladi va bu qiymat turli modda va erituvchilar uchun turlichadir. Konsentratsiyani chegaraviy qiymatdan yuqori nuqtalarida yorug'lik yutilishini *asosiy qonunidan chetlanishni*, *musbat*, - egrilik chiziqdan yuqoriga va *manfiy*, - egrilik chiziqdan pastga chetlanishi, xar moddaning o'ziga xos konsentratsiyalarida yuzaga keladi. Konsentratsiyani bunday chegaraviy (c chegara) qiymati muhitning pH qiymatiga va begona moddalarni bo'lishiga bog'liq.

Eritmani yorug'lik yutilish asosiy qonunidan chetlanishining fizik-kimyoviy, uskunaviy sabablari bor.

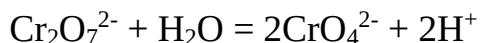
Fizik-kimyoviy sabablar. Eritmaning konsentratsiyasi muayyan chegaraviy qiymatdan oshganch eritmada assotsirlanish, polimerlanish komplekslanish va xokazo, xodisalar ehtimolligi sezilarli darajada ortadi. Natijada yorug'likni yutuvchi zarralar soni, ulardan bir qismi reaksiyaga kirishib ketgani sababli, kamayadi va bu xol eritmani optik zichligini kamayishi, optik zichlikni konsentratsiyadan bog'lanishidan manfiy chetlanishiga olib keladi.

$A \approx c$ chiziqli bog'lanishdan musbat chetlanishlar, konsentratsiyani ortishi natijasida vujudga keladigan, turli ta'sirotlar samarasida yorug'lik yutuvchi zarralarni ortib ketishi bilan bog'liq.

Ba'zan optik zichlikni konsentratsiyadan bog'lanish grafigida murakabroq chetlanishlar maksimum yoki minimum ko'rinishda bo'lishi mumkin. Bunday xodisalar konsentratsiya o'zgarishi bilan eritmada xususiy kimyoviy reaksiyalar borayotganidan darak beradi.

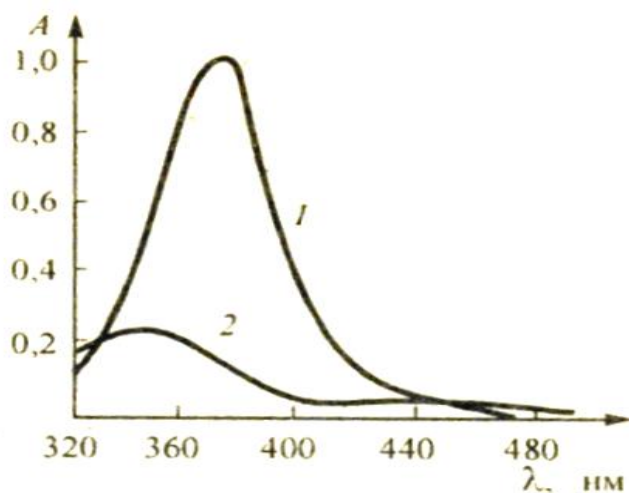
Yorug'likni yutilish asosiy qonunidan chetlanish kichik konsentratsiyalar soxsida ham (ya'ni eritma suyultirilganda) dissatsiatsiya, gidroliz, solvatlanish (gidratlanish) hisobiga sodir bo'lishi mumkin. Temir (III) tiotsionatli kompleksi suyultirilganda Fe (III) ionini gidrolizi hisobiga, kompleks ion buzilib, rangni o'chishi bunga misol bo'ladi.

Yorug'lik yutilishi asosiy qonundan chetlanishni fizik-kimyoviy sabablariga dixramot eritmasi suyultirilganda eritmani optik zichligi konsentratsiyaga nomutanosib o'zgarishi ham misol bo'ladi.



Eritma suyultirilganda mazkur muvozanat o'ng tomonga siljishi natijada dixromat ionlari xromat ioniga aylanishi bilan ana shunday nomutanosiblik kelib chiqadi.

8.4 rasmda, xromat va dixromat ionlarini suvli eritmasini 320-500nm sohasidagi spektri keltirilgan.



4-rasm. Xromat va dixromat anionlaridan iborat suvli eritmalarini spektrlari.

1. Xromat CrO_4^{2-} anionlarini 0,005 m eritmasi 2. Dixromat $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ anion-larini 1,75 m H_2SO_4 kislotadagi eritmasi.

Yorug'lik yutilishini umumiy miqdori dixromat va xromat ionlarga yutilgan nurlar yig'indisidan iborat 360, 440 nm to'lqin uzunliklardagi optik zichlikni o'lchaymiz.

350 nm-to'lqin uzunlikda xromat ioni CrO_4^{2-} dixromat $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ionlariga nisbatan yorug'likni ko'proq yutishi 4 rasdan ma'lum. Ammo ana shu to'lqin uzunlikda eritmada CrO_4^{2-} ionlari konsentratsiyasi ortishi bilan o'lchangan optik zichlik orasidagi bog'lanish,

xromat ionlarini bir qismi dixromat ioniga aylanishi sababli, yorug'likni yutilish qonuni taqazo etganidan sekinroq (kamroq) o'zgaradi ya'ni, A~c chiziqli bog'lanishida manfiy chetlanish kuzatiladi.

Dixromat ionining yutilish molyar koefitsenti xromat ioniga nisbatan kattaroq bo'lgan 450 nm-da optik zichlik qiymatlari o'lchansa konsentratsiya ortishi bilan optik zichlikni ortishi yorug'likni yutilish qonuni taqozo etgan bog'lagnishdan kattaroq ko'rinadi ya'ni, yorug'likni yutilish qonunidan musbat chetlanishi kuzatiladi.

440 nm-da ikkala spektral chiziqlar tutashgan, xromot va dixromat ionlari yorug'likni teng miqdorda yutadi. A~c dan chiziqli bog'lanishida chetlanishi kuzatilmaydi ya'ni, yorug'lik yutilish qonuniga mos chiziqli bog'lanish kuzatiladi.

Boshqa bir misol, kaliy permanganatni suvdagi eritmasi. Suvli eritmada permanganat ioni suv bilan sekin reaksiyaga kirishib, marganets (IV) oksidini hosil qiladi.



Xosil bo'lgan MnO_2 mazkur reaksiyani tezlatadi.

Kislotali muhitda permanganat ioni suvda bo'lishi mumkin bo'lgan (qaytaruvchi) ifloslikni oksidlashi natijasida xosil bo'lgan Mn^{+2} ioni permanganat ioni bilan reaksiyaga kirishib marganets (IV) oksidini xosil qiladi.



Eritma tayyorlashda ishlatiladigin quruq permanganat tarkibida doimo oz bo'lsada marganets (IV) oksidi bo'ladi.

Gomogen, katalitik reaksiya tezligi katalizator va reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalariga mutanosib bo'lgani uchun kaliy permanganat eritmasining konsentratsiyasi ortishi bilan permanganat ionini parchalovchi katalitik jarayonlar tezlashadi. Natijada yorug'likni yutuvchi permanganat ionlarining soni kamayishi hisobiga yorug'likni yutilish qonunidan chetlanish kuzatiladi. Eritma tayyorlashda tozalangan kaliy permanganat va toza suv ishlatib hamda optik zichlikni, faqat konsentratsiyasi yuqori bo'lmagan, yangi tayyorlangan eritmalarda o'lchab bu chetlanishlarni kamaytirish mumkin.

Yana bir misol, kaliy ferrotseanid $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ suvli eritmasi. 250-320 nm-oraliq'ida (maksimumi 270 nm) optik zichligini konsentarsiyadan bog'lanish chizig'i yorug'lik yutilish asosiy qonunidan majoziy chetlanishi kuzatiladi. Kaliy ferrotsionid konsentratsiyasi ortirilganda ferrotsionid ionini qutblanishi $\{\text{K}^+[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}\}^{3-}$ va $\{2\text{K}^+[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}\}^{2-}$ ion juftlari xosil bo'lishi xisobiga yutilishni molyar koefitsenti biroz kamayadi. Birinchi ion juftning assotsirlanish doimiysi

$$K = \frac{\{\text{K}^+[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}\}^{3-}}{[\text{K}^+][[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}]} = 237$$

ancha katta qiymatga ega. Ion juftdagi kaliy kationlari ferrotseonid ion elektron juftini qutblantirib, uni elektron bulutiga ta'sir etadi. Qutblangan ferrotsionid ioni

qutiblanmagan ionga nisbatan boshqa to'liq uzunlikdagi nurni yutadi, natijada nurni yutuvchi qutiblanmagan ionlarni umumiy soni kamayada.

Yorug'likni yutilish qonunidan taqribiy chetlanish, ba'zan eritma konsentratsiyasini o'zgarishi natijasida, yorug'lik sindirish koeffitsientin o'zgarishi hisobiga ham sodir bo'ladi, ammo bu omilning ta'siri katta emas.

Uskunaviy sabablar. Yorug'lik oqimini yetarli darajada monoxromatik emasligi salbiy chetlanishga olib keladi, tarqoq yorug'lik hamda spektral asbobda eritmadan o'tgan yorug'lik yorqinligini o'lchovchi, fotoelementga juda katta yorug'lik tushganda ya'ni, eritmani optik zichligi 0,1 dan kam bo'lgan yoki eritmani optik zichligi 1,5 dan katta bo'lgan xollarda ham optik zichlikni konsentratsiyaga chiziqli bog'lanishi buziladi.

Spektral asbobni yorug'lik kiradigan tirqish kengligini toraytirib o'tayotgan yorug'lik monoxromgini oshirish va tarqoq yorug'lik ta'sirini kamaytirish mumkin.

Nurni qabul qiluvchi uskuna (fotoelement) ishida, chiziqli bog'lanish bo'lishi uchun, tanlangan meyoriy optik zichliklar oralig'ida ishlanadi.

Yorug'likni yutilish qonunida bunday chetlanish taqribiy chetlanish deb ataladi. Chunki aslida yorug'likni yutilish qonuni o'zgarimas qonun. Taqribiy chetlanish yorug'likni yutuvchi zarralar sonini o'zgarishi hisobiga yoki eritmadan o'tgan yorug'likni xaqiqiy ravshanligini o'lchaydigan spektral asbob xatoligi tufayli taqribiy chetlanish kelib chiqadi.

Amalda, avval tekshiruvchi moddani turli aniq konsentratsiyali eritmalarining optik zichliklari o'lchanadi, ularni qonunga muvofiq o'zgaradigan (ya'ni $A \sim f(c)$) chiziqli bog'lanish oralig'i aniqlanadi, so'ngra tahlil erituvchi eritma chiziqli bog'lanish eritmasini optik zichligi o'lchanadi.

Optik zichlikni konsentratsiyadan chiziqli bog'lanishini tasdiqlovchi darajalangan chizmasi tajribada isbotlangan bo'lsa o'sha chizma asosida mazkur modda eritmasi taxlilini bevosita bajarish mumkin.

Fotometrik o'lchash xatosi ortib ketmasligi uchun optik zichlikni juda kichik yoki juda katta qiymatlarda o'lchash tavsiya etilmaydi. Analitik fotometrik o'lchashlarda optik zichlikni o'lchash lozim bo'lgan oraliq 0,2-0,8 birlikni, meyoriy oralig'i 0,2-0,6 birlikni tashkil etadi, optik zichlikni 0,434 birligida o'lchash xatoligi eng kam bo'lishi aniqlangan.

Elektron yutilish spektrini paydo bo'lishi xaqida tushuncha

Elektromagnit nur energiyasi (atom, ion molekulaga) yutilganda ularni energiyasi ortadi va yuqori energetik xolatga o'tadi. Moddani elektron, tebranma, aylanma energetik xolatlari diskret ya'ni, (uzluksiz bo'lmagan) qat'iy birlikda o'zgaradi. Xar bir zarrani o'zigagina xos bo'lgan term deb ataluvchi energetik pog'onalari mavjud.

Moddaga yutilgan yorug'lik kvant energiyasi o'tish sodir bo'layotgan E_2 va E_1 pog'onalar energiyasining farqi ΔE ga teng.

$$\Delta E = E_2 - E_1 \leq h\nu = hc/\lambda = hcv \quad \square$$

bu yerda E_1 va E_2 ostki va ustki pog'ona energiyalari, $h=6,625 \cdot 10^{-34}$ kJ · c – Plank doimiysi; ν nurning chastotasi; λ – yutilayotgan nurning to'liq uzunligi; c – yorug'lik tezligi; ν_0 – to'liq soni.

Eng pastki energetik pog'ona – (energiyasi eng kichik term) – asosiy pog'ona deb ataladi. Qolgan energetik pog'onalar qo'zg'olgan pog'ona deyiladi. Zarrani asosiy pog'onadan birinchi qo'zg'olgan pog'onaga o'tishi (ya'ni energiyasini ortishi) asosiy o'tish, qolganlari – *tarkibiy, oberton, kombinatsion, garmonik* va x.k.zo. o'tish deyiladi. Energetik o'tish istalgan pog'onalariga emas faqat muayan pog'onalar orasidagina sodir bo'lib, bu o'tish yorug'likni yutuvchi zarra tuzilishiga bog'liq, *o'tish qoidasi* bilan belgilanadi.

Agar o'tish sodir bo'layotgan energiyalarni farqi 160-130 yoki 300-650 kJ/mol $\sim 1,6-3,10$ va $3,10-6,66$ e.V/molekula, oralig'ida bo'lib, spektrni ko'rinadigan, yaqin UB soxasidagi elektromagnit to'liqlar energiyasiga mos kelsa zarrani qo'zg'algan xolga o'tishi uning spekt-rida aynan ko'rinadigan va yaqin UB soxada, yutilish bandi tarzida, namoyon bo'ladi. Elektro-magnit to'liqlarni bu soxasi, elektron o'tish, ya'ni modda zarralari elektronlarini ener-getik qo'zolitishiga mansub bo'lib, yorug'lik yutilishini elektron spektrlariga ta'luqlidir.

Molekula va ko'p atomli ionlarni elektron energetik pog'onalarining nafis tuzilishida – tebranma pog'onalar ham bo'lgani sababli sof elektron o'tish bilan bir vaqtda tebranma o'tishlar ham sodir bo'ladi.

Yorug'lik yutilishining elektron spektrlarida, elektron (elektron-tebranma) o'tishlarning xar biriga tegishli, yutilish bandlari namoyon bo'ladi. Elektron qavatlarini energetik farqi xar bir zarra (atom, ion molekula)ni o'zigagina xos bo'lgani sababli muayyan o'tishga tegishli yutilish bandini yutilish spektridagi o'rni ya'ni maksimal yutilgan to'liq uzunligi (chastotasi, to'liq soni) ham aynan shu zarraga (ion, molekulaga) xos bo'ladi.

Yutilish bandining intensivligi ya'ni maksimal yutilgan to'liq uzunlikdagi optik zichlik qiymati elektron o'tish ehtimolligi va yorug'likni yutuvchi zarralar konsentratsiyasiga bog'liq. Agar pog'onalar orasida elektronlarni o'tish ehtimolligi kam bo'lsa, shu to'liq uzunlikdagi nurni yutuvchi zarralar konsentratsiyasi katta bo'lganda ham yutilish intensivligi kichikligicha qoladi. O'tish ehtimolligi qanchalik katta bo'lsa so'ndirish koeffitsenti, ham yutilish bandini intensivligi ham, shunchalik katta bo'ladi.

Selsiy bo'yicha (bir necha yuz gradusli) oddiy xaroratda ko'pchilik moddalar asosiy (qo'zg'olmagan) elektron xolatida bo'lgani sababli asosiy xolatdan o'tish extimoli katta bo'ladi.

Shuning uchun xona xaroratida, yutilish spektrida, asosiy (qo'zg'almagan) xolatdan o'tishga oid asosiy o'tish bandlari namoyon bo'ladi.

Deyarli barcha analitik aniqlashlar xona xarorati yoki unga yaqin bo'lgan xaroratda olib borilgani sababli fotometrik o'lovlarda asosiy o'tish bandlari ishlatiladi.

Elektron o'tishning umumiy tamoili (elektron o'tish sodir bo'ladigan diskret energetik qabatlarni mavjudligi) bir xil bo'lishiga qaramasdan organik va anorganik birikmalar elektron spektrlarida o'ziga xos farqlar mavjud.

Molekula yoki ion elektronlari bog'lovchi, bog'lamas yoki zaiflantiruvchi molekulyar orbitalarda joylashadi.

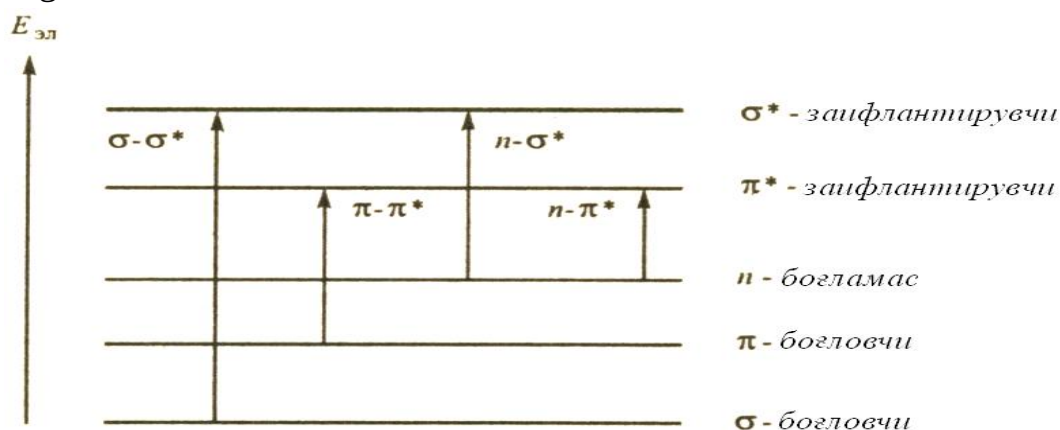
Bog'lovchi (σ^{b-chi} , π^{b-chi}) orbitalarga elektron joylashganda tizimni (molekulani) elektron energiyasi kamayadi va tegishli kimyoviy bog' mustaxkamlanadi.

Elektronlar joylashuvi natijasida elektron energiyasi ortib, tizim (molekula)ni zaiflashtiradigan orbital, zaiflantiruvchi (σ^* , π^*) orbital deyiladi.

Elektronlari tizimning energetik barqarorligiga yoki qarorsizligiga ta'sir etmaydigan orbitallar *bog'lamas orbitallar* deyiladi va ularda kimyoviy bog' xosil qilishda qatnashmaydigan elektronlar joylashadi.

Xarqanday tizim minimal energetik xolatga intilgani sababli asosiy xolatda, elektronlar avvalo eng quyi energetik xolatga joylashadi, undan keyin yuqoriroq energetik orbitallarga joylashadi.

Elektron molekulyar orbitallarni bir biriga nisbatan joylashuv chizmasi 8.5 rasmda tasvirlangan.



5-rasm. Molekulyar orbitallarni bir biriga nisbatan joylashuvi va ular orasidagi elektron o'tishlarni umumlashgan chizmasi.

Molekulyar orbitallarni umumiy soni mazkur molekuladagi atomlar orbitallarining yig'indisiga teng.

Elektronlari – σ -bog' xosil qilishda ishtirok etgan molekulyar σ^{b-chi} orbital energiyasi eng kam bo'lib u eng quyi orbital xisoblanadi. Undan yuqoriroqda elektronlari π -bog' xosil qiluvchi π^{b-chi} π -bog'lovchi orbital joylashgan. Undan keyin energiyalari ortib borish tartibida π^* - zaiflantiruvchi va σ^* - zaiflantiruvchi orbitallar joylashgan.

Bog'lovchi orbitallardagi valent elektronlar kimyoviy bog' xosil qilishda ishtirok etadi. Yuqorida ko'rsatilgandek, sistema asosiy (qo'zg'alagan) elektron xolatida

bo'lganda bu elektronlar energiyasi minimal bo'lgan eng quyi, bog'lovchi orbitalni to'ldiradi. Shuning uchun elektromagnit to'lqin energiyasi yutilganda - elektronlar bilan to'lgan, bog'lovchi molekulyar orbitaldagi elektronlarni yuqoridagi, elektronlar bilan egallanmagan, bo'sh molekulyar orbitaga o'tishi sodir bo'ladi.

Tanlov qoidasiga muvofiq kelgan o'tishlarga (ruxsat etilgan o'tish) amalga oshadi. Ammo turli (molekulalar aro, o'rinbosar, erituvchi ta'siri va x.zo) ta'sirotlar natijasida yutilish spektrlarida ko'pincha kuchsiz (intensivligi kam bo'lgan) yutilish bandlari kuzatiladi, ular nazariy jixatdan tanlov qoidasi asosida taqiqlangan ya'ni taqiqlangan o'tishning yutilish bandidir.

$\sigma^{\text{bog'}}$ $\rightarrow$ σ^* o'tish, ya'ni δ - bog'lar elektronlarini qo'zg'olishi, kattaroq kvant energiyali uzoq UB soxasiga mos keladi. Shuning uchun, faqat σ bog'lardan iborat organik birikmalar ~ 170 nm dan uzun to'lqin uzunliklar ya'ni spektrni yaqin UB va ko'rinadigan soxa nurlarini yutmaydi va bunday moddalar eritmasi rangsiz bo'ladi.

$n \rightarrow \sigma^*$ o'tish, tarkibida bog' xosil qilishda ishtirok etmaydigan elektron juftlari bor; kislorod, azot, oltingugurt, xlor kabi atomlari bo'lgan birikmalarda, katta energiyali yaqin UB sohada sodir bo'ladi. Bunday organik birikmaning yutilish bandi ~ 200 nm atrofida namoyon bo'ladi.

$\pi^{\text{bog'}}$ $\rightarrow$ π^* (to'yinmagan organik birikmalardagi π -bog' elektronlarini qo'zg'olishi) $\sigma^{\text{bog'}}$ $\rightarrow$ σ^* o'tishga nisbatan kichikroq energiyada amalga oshadi. $\pi^{\text{bog'}}$ $\rightarrow$ π^* o'tish energiyasi yaqin UB va unga tutash, ko'rinadigan nurlar soxasi kvant energiyalariga mos keladi. Shuning uchun bunday o'tishning yutilish bandlari spektrni yaqin UB va ko'rinadigan soxasida kuzatiladi.

$n \rightarrow \pi^*$ o'tish ham taqriban shu soxada kuzatiladi. Xulosa qilib aytganda tanlov qoidalari bo'yicha ruxsat etilgan elektron o'tishlarning energiyalari quyidagi tartibda ortaboradi.

$$n \rightarrow \pi^* < \pi^{\text{bog'}}$$

Tegishli yutilish bandlarini maksimal yutilgan nur chastotasi ν_{max} ko'rsatilgan tartibda ortib, maksimal yutilgan nur to'lqin uzunliklari kamayaboradi.

σ , π yoki n - elektronlar energiyalarini o'zgarishi birikmani butun elektron tuzilishiga ta'sir etadi. Ammo odatda molekulani boshqa qismiga nisbatan xromofor gurux, xromofor modda (lotincha xroma rangni belgilovchi)larda elektron qo'zg'alish ro'y beradi. Yorug'lik energiyasi kvantlarini yutishda xromofor guruxning elementlari ishtirok etadi, natijada moddaning yutilish spektrini tor oralig'ida muayyan xromofor guruxlarga tegishli xorakteristik yutilish bandi namoyon bo'ladi (8.3-jadval).

Bir molekula tarkibidagi xromofor guruhlar o'zaro ta'siri natijasida ularni xorakteristik yutilish bandining maksimumi, yorug'likni so'ndirish koeffitsentining qiymatlari bir oz o'zgaradi. Xromoflarni xorakteristik (o'ziga xos) yutilishiga mole-

kulani boshqa, xromofor bo'lmagan, strukturaviy elementlari - auksoxromlar ham ta'sir etadi (lotin tilida aukso-kuchaytiruvchi ma'noni anglatadi).

Organik birikmadagi auksoxrom guruhlar elektrodonor (-OH, -NH₂, -SH, -OCH₃, -NHCH₃, -N(CH₃)₂, -NHC₆H₅, -O⁻) va elektronoakseptor (-NH₃⁺, -SO₂NH₂, -COO⁻, -COOH, -COOCH₃, -COCH₃, -CHO, -NO₂, -NO) bo'lishi mumkin. Elektronoakseptor guruhlar ba'zan antiauksoxrom guruh deyiladi.

Jadval 3.

Ba'zi xromoforlarni xarakteristik yutilish bandlari $\lambda_{\max}$ – spektrdagi yutilish bandi joylashgan maksimal yutilgan nur to'liq uzunligi, ϵ – molyar yutilish koefitsientini taqribiy qiymati

Xromofor	$\lambda_{\max}$ nm.		$\epsilon_{\max}$ $\text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$	O'tish
C=C C=O	180 280		10000 20	$\pi^{\text{bog}^*} \rightarrow$ π^* $n \rightarrow \pi^*$
C=C- C=C C=C- C=O	220 240 320		20000 15000 100	$\pi^{\text{bog}^*} \rightarrow$ π^* $n \rightarrow \pi^*$ $n \rightarrow \pi^*$ $n \rightarrow \pi^*$
N=O N=N -NO ₂	360 350 280		10 100 10	$n \rightarrow \pi^*$ $n \rightarrow \pi^*$ $n \rightarrow \pi^*$
C=N C=S	250 240 500		10 10000 50	$n \rightarrow \pi^*$ $\pi^{\text{bog}^*} \rightarrow$ π^* $n \rightarrow \pi^*$
Benzol	200 260		7000 200	$\pi^{\text{bog}^*} \rightarrow$ π^* $\pi^{\text{bog}^*} \rightarrow$ π^*
Naftalin	275 315		5000 300	$\pi^{\text{bog}^*} \rightarrow$ π^* $\pi^{\text{bog}^*} \rightarrow$ π^*

Organik birikma molekulasida birdaniga 2 xil, – ham elektrodonor, ham elektronoakseptor auksoxromlar bo‘lganda auksoxromni xromoforga ta’siri kuchayadi. Bu guruhlar xromoforni elektron strukturasiga ta’sir etib ularni yorug‘lik yutish qobiliyatini oshirib yuboradi.

Bir modda spektrini xuddi shunday xromofor guruhi bo‘lgan ikkinchi modda spektriga solishtirilganda ikkinchisining yutilish bandini birinchisiga nisbatan uzun to‘lqin uzunliklar tomon siljishi *batoxrom siljish* deyiladi.

Yutilish bandini spektrning qisqa to‘lqinlar ya’ni yuqori energiyali nurlar tomoniga siljishi *gipsoxrom siljish* deyiladi.

Auksoxromlar ta’sirida (yoki boshqa sababdan) yutilish bandi intensivligini, molyar yutilish koefitsientini, ortishi yoki kamayishi tegishlicha *giperxrom* yoki *gipoxrom samara* deb ataladi.

Organik birikma molekulasida xromofor guruhlarni konyugirlashuvi natijasida yutilish bandi, odatda, batroxrom siljiydi va molekuladagi konyugirlashgan bog‘lar qanchali uzun ya’ni π -bog‘lar delokalizatsiyasi kuchli bo‘lsa, batroxrom siljish ham shunchali kuchli bo‘ladi. Masalan $C_6H_5(CH=CH)_n C_6H_5$ tarkibli konyugirlashgan qo‘shbog‘ tutgan poliyen birikmalarda ikki benzol xalqalari orasida qo‘shbog‘lar soni (n) ortgan sayin batroxrom siljish ortaboradi (8.4-jadvalga qarang). $n \geq 4$ bo‘lgan birikmalarda rang paydo bo‘ladi va ko‘rinuvchan nurlarni yutaboshlaydi. n – ortgan sari rangi kuchaya boradi.

Jadval 4.

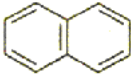
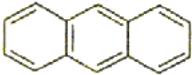
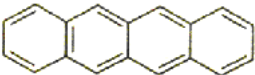
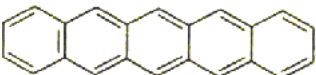
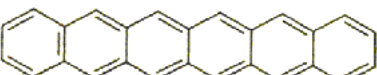
$C_6H_5(CH=CH)_n C_6H_5$ birikmalarining yutilish spektrlarida yutilish bandi maksimumini siljishi

n	$\lambda_{\max}$ n.m.	N	$\lambda_{\max}$ n.m.
0	252	5	434
1	318	6	458
2	352	7	474
3	377	11	530
4	404	15	570

π – aromatik bog‘larni konyugirlashuvidan iborat xromofor guruhli kondensirlangan siklik aromatik uglevodorodlar spektrlarida ham benzoldan (n =1) geksatsen (n =6) ga o‘tgan sari yutilish bandi batroxrom siljiydi.

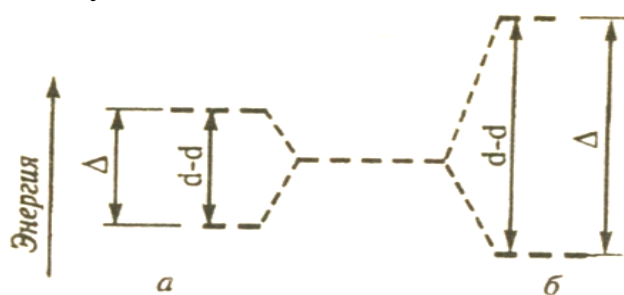
Jadval 5.

Kondensirlangan aromatik uglevodorodlarning spektrlarida yutilish maksimum to‘lqin uzunliklari

Бирикмалар		$\lambda_{\max}$, нм
Бензол		255
Нафталин		275
Антрацен		370
Тетрацен		460
Пентацен		580
Гексацен		693

Anorganik birikma elektron spektridagi yutilish bandlari ham muayyan strukturaviy element (funksional guruh) elektronlarini o'tishi bilan bog'liq. Masalan xlorid ioni Cl^- ni tavsiflovchi yutilish $\lambda_{\max} = 181\text{nm}$ ($\epsilon = 10000 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) yodid ioni I^- 226(12600), OH^- ioni – 194(12600) va 187 (5000), $\text{Sg}_2\text{O}_7^{2-}$ ioni – 440(-3000) MnO_4^- ioni kislotali muhitda ($\text{pH} < 1$)-528(-2400), 310(~1500) va 225(>3000), $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 270nm(2280), 322,5(345) v.x.zo to'lqin uzunliklarda tegishli molyar yutilish koeffitsenti bilan namoyon bo'ladi.

O'zgaruvchan valentli d metallar kompleks birikmalarining spektrida uch xil: ligandning o'ziga xos, markaziy metall atomiga xos va metall-ligand koordinatsion bog'iga xos yutilish bandlari kuzatiladi.



6-*rasm.* Tetraedrik (a) va oktaedrik (b) qurshovda metall kationi d-orbitallarining ajralishi va elektronlarni $d \rightarrow d$ o'tish chizmasi.

Birinchi tur yutilishi bandlari. Liganddagi elektron o'tish ozod (komplekslanmagan) liganddan komplekslangan ligandga o'tganda biroz o'zgaradi. Shunga ko'ra ligandni xarakteristik (o'ziga xos) yutilish bandi o'zgaradi.

Ikkinchi tur yutilish bandlari. O'zgaruvchan volentli markaziy metal atomlarida d va f orbitallar bor. Kompleksga bog'lanmagan ozod metalda bu orbitallar tarkibiy

qismlarini energiyasi o'zaro farq qilmaydi, kompleks xosil bo'lishida bir xil simmetriyali pog'ona energiyalari farqli bo'lib qoladi. d (yoki f) pog'onalarining tarkibiy qismlari orasidagi energetik farq ligandlar xosil qilgan elektrik maydon summetriyasiga bog'liq ya'ni ichki koordinatsion sferaning tuzilishiga bog'liq.

Masalan d-metallarni beshta teng kuchli d orbitallari, ligandlarni tetraedrik va oktaedrik maydonida, turlicha bo'linadi. (8.6-rasm). Tetraedrik maydonda metallni 5 ta d qavatlaridan uchasi bir xil energiyali *yuqori* va ikkitasi bir xil energiyali - *quyi* qavatni xosil qiladi. Ligandlarni oktaedrik maydonida d qavatlarni o'zaro bo'linishi teskari bo'lib, bo'lingan orbital energiyalarining farqi Δ oktaedrik maydonda tetraedrik maydondagiga nisbatan kattaroq.

Ligandlarni boshqacha (kvadrat, cho'ziq oktaedr va hokazo) simmetriyali maydonida d qavatlarni o'zaro bo'linishi boshqacha bo'ladi.

d qavatlarni o'zaro bo'linish qiymati Δ (10 Dq shaklida ham belgilanadi) metal va ligand tabiati – ligandlar maydoni kuchiga bog'liq. Kompleks xosil qiluvchi muayyan metal atomi uchun bu qiymat quyidagi ligandlar qatorida ortib boradi.



Kompleks xosil qiluvchi metallga koordinatsion bog'langan atom bo'rtirib ko'rsatilgan. Yutilish spektrlarini o'rganish natijasida asoslangan bu qator *spektrokimyoviy qator* deyiladi. Qatorning boshida kuchsiz maydon xosil qiluvchi ligandlar, qatorning oxirida kuchli maydon xosil qiluvchi ligandlari joylashgan.

Yorug'lik kvanti yutilganda ligandlar maydoni ta'sirida bo'lingan d qavatlar orasida elektron o'tish sodir bo'ladi. Mazkur o'tishlar (8.6-rasm) d-d o'tishlar deb ataladi.

Energetik bo'linish farqi Δ (~1-4ev) kichik, ko'rinadigan va yaqin UB soxadagi nurlar energiyasiga mos bo'lib, kompleksning rangi aynan shu d-d o'tish bilan belgilanadi. Shuning uchun d-d o'tishga xos yutilish bandlari spektrni yaqin UB, ko'rinadigan va yaqin IQ (~400-1000 nm) soxalarida kuzatiladi. Yutilish bandlarining intensivligi ham kichik bo'lib, molyar yutilish koeffitsienti birligida $\sim 60 \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ dan ortmaydi.

Suvli eritmalarda akvo kompleks xolida mavjud bo'luvchi d-metal ionlarini rangi (yoki rangsizligi) ligand suv molekulalarini oktaedrik yoki tetraedrik qurshovidagi metalning d-elektronlarini d→d o'tishi bilan tushuntiriladi.

Ligandlar turli simmetrik qurshovidagi muayyan ion d qavatlarini bo'linish Δ qiymati turlichadir. Muayyan metal ioni bir xil ligandli komplekslari rangini turlicha bo'lishi ana shu Δ qiymatning xar xilligi bilan tushuntiriladi. Masalan, kobaltni oktaedrik kompleksi $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ pushti rangda, tetraedrik kompleksi $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$, $[\text{Co}(\text{NCS})_2]^{2-}$ ko'k rangda.

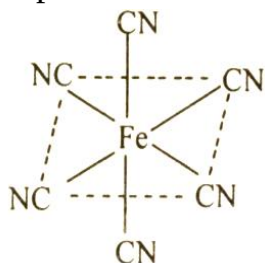
Uchinchi tur yutilish bandlari. Kompleks birikma spektridagi liganddan metallga va metalladan ligandga zaryad o'tishi bilan sodir bo'lgan yutilish bandlari, odatda bunday bandlar *zaryadni ko'chish bandi (Z.K.B)* deb ataladi. Ular, metal-ligand koordinatsion bog'idagi elektronlar yutgan energiyaga mansub. Agar elektromagnit energiyani yutilishi natijasida donor-akseptor bog'dagi (elektro donor-ligand, akseptor-metall ioni) elektronlar qo'zg'alayotgan bo'lsa spektrdagi tegishli yutilish bandini *liganddan-metallga zaryadni ko'chish bandi deb ataladi.* Agar qo'zg'atuvchi nur energiyasi aksildativ bog' elektronlari (d-elektronlar donori metall, akseptor-ligand)ga yutilgan bo'lsa spektrdagi tengishli yutilish bandi *metaldan ligandga zaryadni ko'chish bandi deb ataladi.*

Zaryad ko'chishiga doir yutilish bandlari UBK (ultrabinafsha va ko'rinadigan) soxa (~200-500 nm)da namoyon bo'ladi va katta intensivlik ($\epsilon \approx 10000 \sim 20000 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$)ga ega bo'ladi.

Masalan, to'q qizil rangli temir (III) tiotsionatli kompleksi $[\text{Fe}(\text{NCS})_n(\text{H}_2\text{O})_{6-n}]^{3-n}$ ning zaryad ko'chish yutilish bandining maksimumi $\lambda_{\text{max}}=453 \text{ nm}$ molyar yutilish koeffitsienti $\epsilon=2000 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$.

d-metallar kompleksi spektridagi yutilish bandlarini 3 turga ajratish shartlidir. Chunki aslida kompleksdagi metal va ligandning barcha valent elektronlari umumlashib butun kompleksni qamrab oluvchi umumlashgan elektron bulutni xosil qiladi. Ammo turli elektronlarni u yoki bu molekulyar orbitaldagi miqdoriy ulushi xar xil. Masalan, kompleksning d elektronlari ligand orbitallariga nisbatan, metal orbitalida, ligandni ichki δ va π bog' elektronlari ligand orbitalida joylashgan bo'ladi.

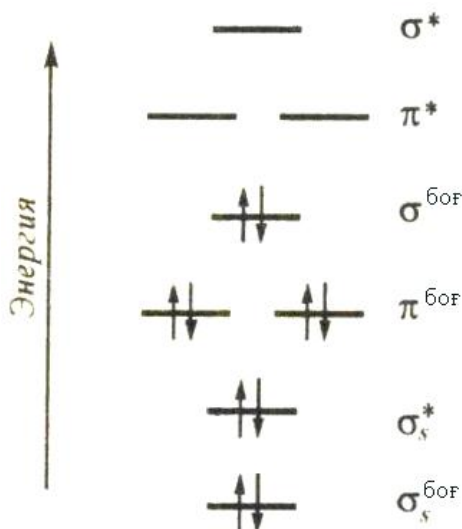
Fikrimizni, yaxshi o'rganilgan ferrotsionid $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ionini oktaedrik tuzilishdagi kompleksi misolida tasvirlaymiz.



Oktaedr markazida temir (II) atomi joylashgan va unga oltita sianogurux $-\text{S}=\text{N}-$ ning xar biri uglerod atomi orqali bog'langan.

Ferrotsionid ionining valent elektron konfiguratsiyasi temir (II) atom orbitallari va sianid ioninig molekulyar orbitallaridan tarkib topgpn. Xosil bo'lgan molekulyar orbitallar soni mazkur ion yoki molekula tarkibiga kirgan atom orbitallari yig'indisiga doimo teng. Sianid ionining sakkizta orbitali uglerod va azot atomlarining to'rtadan orbitallari yig'indisidan tarkib topgan. Fe^{2+} ionida oltita 3d elektron bor.

Sianid ($\text{C}\equiv\text{N}$) ionidagi molekulyar orbitallarni energetik joylashuv chizmasi 8.7-rasmda keltirilgan. Xarf osti “c” belgisi mazkur δ orbitallar azot va uglerod atomlarini s orbitallaridan tarkib topganligini anglatadi.



7- rasm.

Sianid ionlarini asosiy elektron xolatidagi energetik pog‘onalarining chizmasi va unda besh juft elektronlarni joylashuvi.

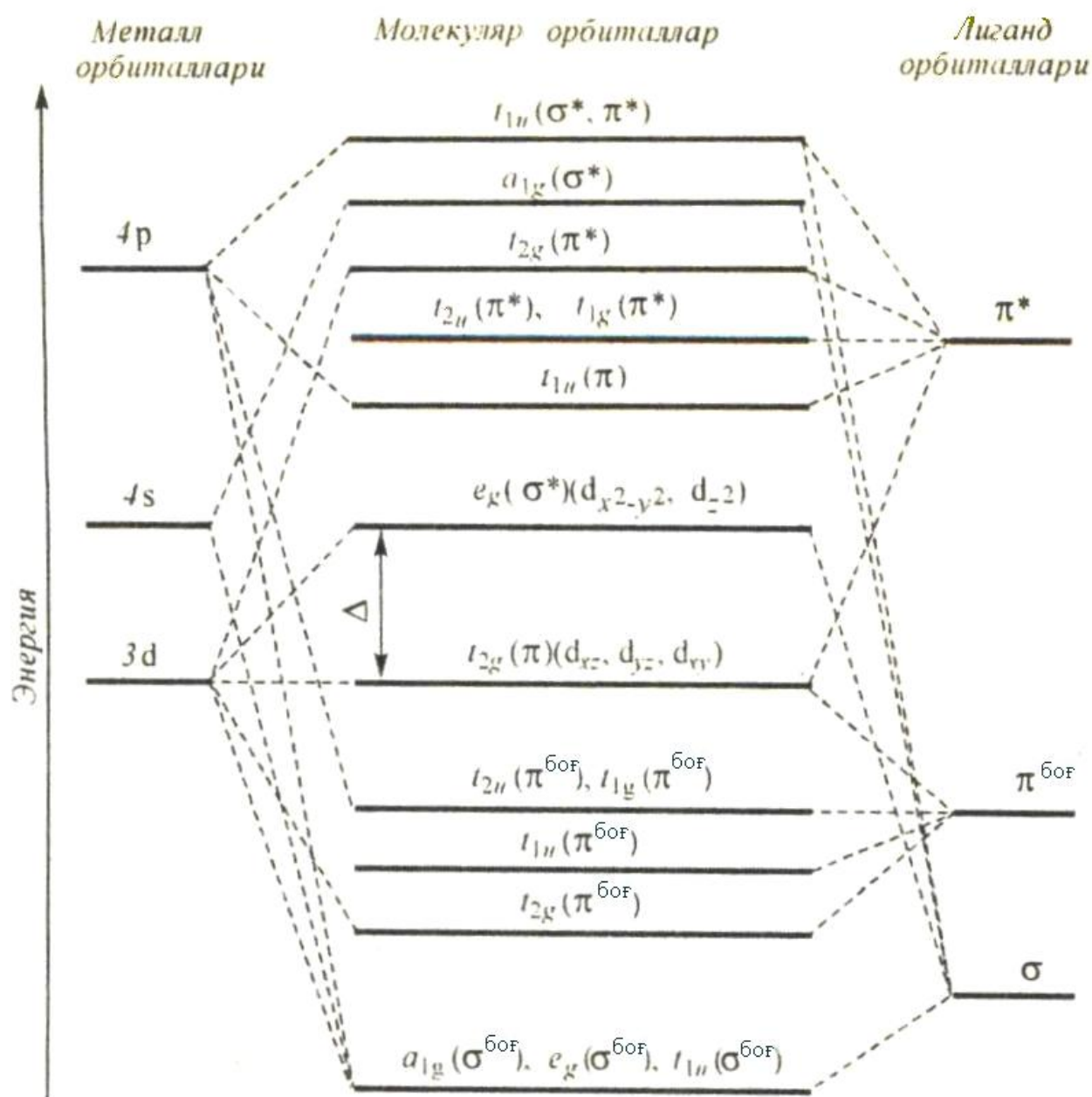
Juft elektronlar bilan to‘lgan uchta $\sigma^{\text{bog'}}$ orbitallaridan bittasi azot, ikkinchisi uglerod atomi atrofida to‘plangan. Ular azot va uglerod “erkin juft elektronlari” deyiladi ostki $\sigma^{\text{bog'}}$ uglerod va azot σ -bog‘igi tegishli, yuqoridagi $\sigma^{\text{bog'}}$ uglerod atomi atrofida, o‘rtadagi $\delta^{\text{bog'}}$, orbital azot atomi atrofida to‘plangan.

Elektronlar bilan to‘lgan σ va π orbitallardan tashqari sianid ionida bo‘sh (vakant) σ^* va π^* orbitallar ham mavjud.

Ferrotsionid ioni valent elektron konfiguratsiyasini shakllanishida temir (II)ning 3d, 4s va 4p hamda oltita sianid ionlarini σ va π orbitallari qatnashadi (8 rasm).

Kompleksning molekulyar orbitallarida 42 valent elektron bo‘lib ulardan 36 tasi 6 ta ligandga tegishli sian guruhlarini xar birida 2 juft elektron to‘plangan, ya’ni koordinatsion bog‘ xosil qilishda ishtirok etmaydi. 42 elektrondan 6 tasi temir (II) ni 3d elektronidlar.

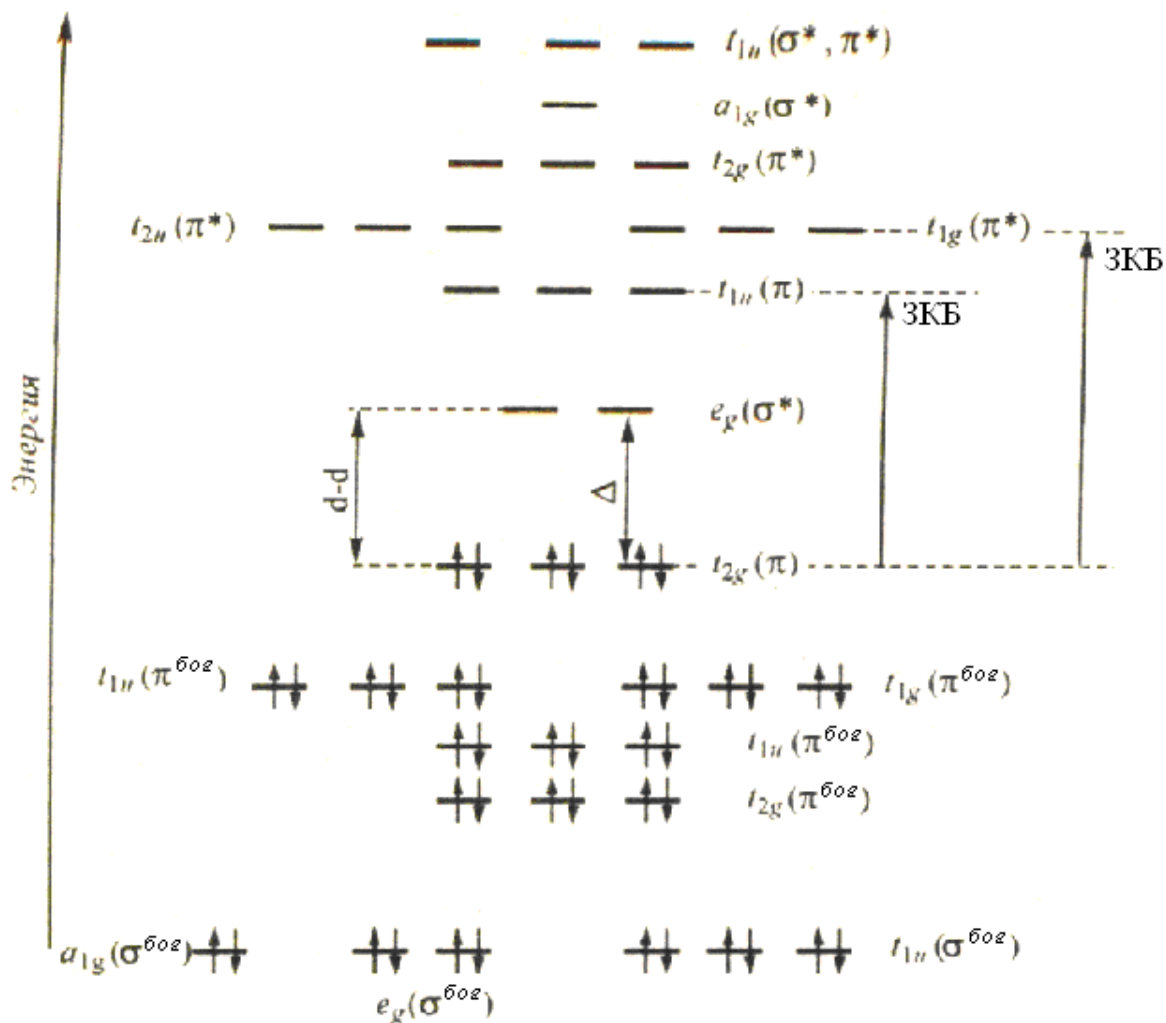
8-rasmda ferrotsionid ionining molekulyar orbitallar chizmasi keltirilgan, 8.9-rasmda mazkur orbitallarda elektronlar joylashuvi 8.10-rasmda qaliy ferrotsianid $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ kompleks tuzini suvdagi eritmasini 200-400 nm orasidagi yozilgan yutilish elektron spektri tasvirlangan.



8-рasm. 3d metallarini oktaedrik tizimidagi geksatsianidli kompleks molekulyar orbitallarining chizmasi.

9-рasm. Ferrotsionid $[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ioni molekulyar orbitallari asosiy energetik xolatlarida elektronlarni joylashuv chizmasi, yuqori energetik vakant orbitallarning bir qismi, qo'rsatilgan: metallni d-orbitalidagi elektronlarni ligandni qo'zg'algan bo'sh orbitaliga o'tishi – zaryadni ko'chish bandi deb ataladi va qisqacha ZKB xolida belgilanadi.

8.6-jadvalda ferrotsionid ionining spektridagi to'rtta yutilish bandining λ_{max} qiymatlari keltrilgan. Spektrdagi bandlar o'zaro qoplanib turgani sababli 8.6-jadvaldagi yutilishning molyar koeffitsenti, o'zaro yaqin to'liq uzunliklarda sodir bo'layotgan turlicha o'tish bandlarining molyar koeffitsentlari yig'indisiga mansub.

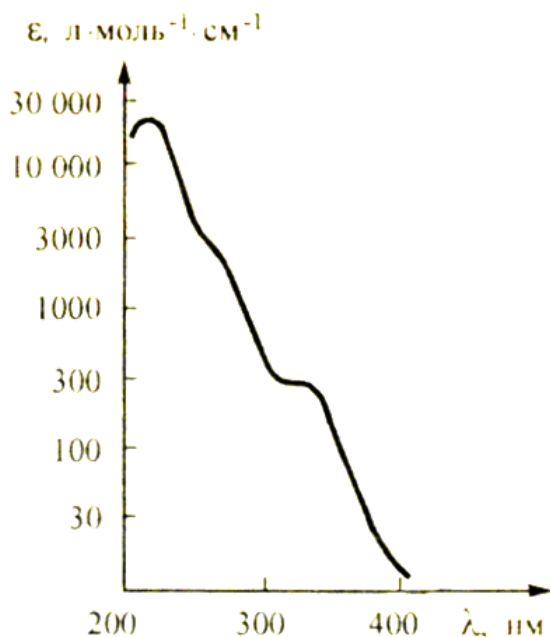


9-rasm. Ferrotsianid $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ioni molekulyar orbitallarining asosiy xolatida elektronlarni joylashuvi (yuqori vakant qavatlarni xammasi ko'rsatilmagan) ZKB metallardan lagandga zaryadni ko'chish bandi.

$t_{1g}(\pi^{\text{bog}'})$ va $t_{2u}(\pi^{\text{bog}'})$ orbitallardagi elektronlar ligandda lokallashgan; $t_{2g}(\pi)$ - orbitaldagi elektronlar (d-elektronlar) asosan metalda lokallashgan. Bo'sh $e_g(\delta^*)$ orbitallar ham asosan metalda lokallashgan. Bo'sh (ya'ni elektronlari yo'q) $t_{1g}(\pi^*)$, $t_{2u}(\pi^*)$ orbitallar faqat ligandlarda: bo'sh $t_{1u}(\pi^*)$ va $t_{2g}(\pi^*)$ orbitallar ko'proq ligandlarda lokallashgan.

Cho'qqisi 322,5 va 270,0 nm-da bo'lgan, intensivligi kichik bandlar $t_{2u}(\pi^* \rightarrow t_{1g}(\delta^*))$ ya'ni $d \rightarrow d$ o'tishga tegishli.

Cho'qqisi 218,0 va 200,0 nm-dagi (200 nm-dagi ikkinchi band 8.10-rasmda ko'rsatilmagan) intensiv yutilish bandlari elektronni metaldan ligandga o'tish $t_{2g}(\pi) \rightarrow t_{1u}(\pi^*)$ va $t_{2g}(\pi) \rightarrow t_{2u}(\pi^*)$ zaryadni ko'chish bandi (ZKB)ga tegishli.



10-rasm. Kaliy ferrotsianidni $K_4[Fe(CN)_6]$ suvdagi eritmasini yutilish elektron spektri.

Ligand orbitallari orasida elektron o'tishlarga tegishli bandlar yanada qisqa to'liq uzunlikda bo'lgani sababli 10-rasmda ko'rsatilmagan.

Yutilish elektron spektridagi bandlarni o'rni va intensivligiga erituvchining tabiati ta'sir etadi. Bir erituvchini boshqasiga almashtirish, yutilish bandini batoxrom yoki gipsoxrom siljishiga va qisman intensivligini o'zgarishiga sabab bo'ladi. Moddani yutilish spektriga kutbsiz erituvchiga nisbatan qutbli erituvchi ko'proq ta'sir etadi.

Anorganik moddani yutilish spektriga erituvchi ta'sirini quyidagi misollarda kuzatish mumkin.

Kobalt (II) xlorid $CoCl_2$ etanoldagi eritmasi ko'k rangli (kompleks tetraedrik konfiguratsiyaga ega), suvdagi eritmasi – pushti rangli (oktaedrik konfiguratsiyali akvo kompleks).

Alyuminiy xloridi etanol eritmasida dimer Al_2Cl_6 xolida ko'k rangda. Alyuminiy xloridni suvli eritmasi rangsiz chunki suvda mazkur tuz rangsiz Al^{3+} va Cl^- ionlariga to'liq dissosiyalanadi.

Absorbsion tahlil usullari

Kolorimetriya, fotokolorimetriya va spektrofotometriya taxlilni absorbsion usuliga mansub farmakopeya usullaridir.

Kolorimetriya – eng oddiy eng qadimiy usul bo'lib, suyuqliqlar rangini solishtirishga asoslashgan.

Ko'pincha (xamma vaqt bo'lmasada) kolorimetriyada yorug'likni yutilish asosiy qonuni bajrilishi talab etilmaydi.

Kolorimetriya asboblari sodda bo'lib, kolorimetrik shisha probirkalar, jo'mrakli shisha silindr, kolorimetr yoki fotometrdan iborat.

Kolorimetr bioximiyada qon tarkibidagi gemoglobinni aniqlashda, farmatsiyada qo'rg'oshin va boshqa og'ir metallar bilan ifloslangan suyuqlik rangini aniqlashda, ayrim hollarda kislota asosli indikator rangiga ko'ra eritmaning pH-qiymatini aniqlashda qo'llanadi.

Kolorimetriyani eng ko'p tarqalgan uch usuli mavjud: *standart seriyalar, ranglarni tenglash va suyultirish usulilar*. Keyingi ikki usulning mohiyati o'zaro o'xshash.

Standart seriyalar usuli. Rangli eritma tarkibidagi muayyan (rang beruvchi) modda konsentratsiyasini aniqlash uchun bir xil o'lchamli kolorimetrik shisha probirkalarning 10-12 tasida o'sha moddani, konsentratsiyasi ortib boruvchi, qator erimalari tayyorlanadi. Ularni konsentratsiyasi aniqlanuvchi eritma konsentratsiyasidan 20-30 martadan ortiq farqlanmasligi ya'ni aniqlanuvchi eritma konsentratsiyasi standart erimalar qatori (seriyasi) oraligida bo'lishi kerak. Agar tahlil etilayotgan eritmaning rang ravshanligi standart eritmalar qatoridagi biror eritmaga aynan o'xshash yoki unga yaqin bo'lsa, bu tahlil etilgan eritma konsentratsiyasi, tegishli standart eritma konsentratsiyasi bilan bir xilligini bildiradi.

Kolorimetriyani bajarilish uslubi juda sodda, murakkab apparat (uskuna) talab etilmaydi ammo muayyan malaka talab etiladi, aniqligi ham yuqori emas (xatolik 5-10 % gacha bo'ladi). Shuning uchun bu usuldan tahlil etiluvchi eritmadaqi moddani taqribiy konsentratsiyasini aniqlashda foydalaniladi.

Suyuqlik rangini aniqlashning kolorimetrik varianti formokologiya usullarida, tarkibida rangli farmatsevtik preparat bo'lgan suyuq dori shakli va uni eritmasi rangini aniqlash orqali ularning *sifatini nazorat qilishda juda keng ishlatiladi*.

Tarkibida dori preparati bo'lgan rangli suyuqliklar rangiga doir test o'tkazishda kolorimetriya uchun majburiy hisoblanadi.

Suyuq rangli dori shakli va eritma rangining ravshanligi muayyan talabga javob bermog'i kerak, buning uchun dori vositasi eritmasining rangi uning standart eritmalariga qiyoslanadi. Tekshiriluvchi suyuqlik va etalon eritmalar bir xil miqdorida, bir xil shisha probirkalarga solinib, jilosiz oq fonda qiyoslanadi. Tekshirilayotgan eritma rangini ravshanligi tegishli etalon eritma rang ravshanligidan (normativ xujjatda ko'rsatilganidek) ortmasligi shart. Rangi suvdan yoki suvsiz eritma qo'llanganda erituvchi rangidan farq etmagan suyuqlik rangsiz hisoblanadi.

1987 yilda nashr etilgan Davlat Farmakopeyasida jigarrang, sariq, pushti va yashil tusli 28 xil etalon eritmalarini qo'llash nazarda tutilgan. Standart eritmalar (etalonlar) asosiy eritmani, qat'iy chegaralangan mutanosiblikda, 0,1 molyar sulfat kislota eritmasi bilan suyultirilib tayyorlanadi. Asosiy eritmalar esa o'z navbatida kobalt (II) xlorid geksagidrati $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, kaliy dixromat, mis sulfat pentagidrati $\text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ va temir (III) xlorid geksagidrati $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ tuzlarini 0,1 m H_2SO_4 – da eritib tayyorlanadi.

5 xil xajmli etalon eritmalar, germetik berkitilgan rangsiz shisha probirkalarda yoki kavsharlangan shisha ampulalarda qorong‘u joyda saqlanadi. Etalon eritmani saqlash muddati albatta ko‘rsatiladi.

Tekshiriluvchi va etalon eritma rang intensivligini (yorqinligi) solishtirish, preparatlarni qo‘rg‘oshin (II) va boshqa og‘ir metallar bilan ifloslanganligini aniqlashda ham qo‘llanadi.

Buning uchun, Pb^{2+} miqdori $0,0005 \text{ mg/sm}^3$ ($0,00005\%$)dan ortmagan, tekshiriluvchi eritmaning 10 sm^3 xajmiga 1 sm^3 suyultirilgan sirka kislota 2 tomchi Na_2S eritmasi qo‘shiladi, aralashtiriladi va bir daqiqa o‘tgach uning rangi, tarkibida $0,0005 \text{ mg/sm}^3$ qo‘rg‘oshin (III) bo‘lgan 10 sm^3 qo‘rg‘oshin atsetatni sirka kislotadagi etalon eritmasiga 2 tomchi natriy sulfidi qo‘shilgan, etalon eritmasining qo‘ng‘irsimon rangiga qiyoslanadi. Tekshiriluvchi eritma rang intensivligi etalon eritma rang intensivligidan ortmasa undagi Rb^{2+} miqdori ruxsat etilgan chegarada deb hisoblanadi.

Natriy sulfidini qo‘rg‘oshin atsetati bilan reaksiyasidan qo‘rg‘oshin sulfidi PbS xosil bo‘lish natijasida eritma rangi qo‘ng‘irsimon tusga kiradi.

Temir kationlari mazkur aniqlashga xalaqit bergani sababli ularni yo‘qotish chorasi ko‘riladi.

Ranglarni tenglash usuli. Ikkita eritma rang intensivligini tenglashni turli usullar mavjud:

a) *Birinchi usul.* Tekshiriluvchi rangli eritma intensivligi (yorqinligi), aniqlanuvchi moddadan tashqari barcha tarkibiy qismlari mavjud solishtirma eritmaga qiyoslanadi. Buning uchun rangsiz solishtirma eritmaga, rangi tekshiriluvchi eritma rangiga tenglashguncha (vizual ya‘ni ko‘z bilan chamalab) tekshiriluvchi rangli moddadan qo‘shaboriladi. Ikkala eritmalar rangini yorqinligi tenglashganda ulardagi tekshiriluvchi modda konsentratsiyalari ham tenglashadi. Solishtirma eritmaga qo‘shilgan aniqlanuvchi modda miqdorini bilgan xolda uning tekshiriluvchi eritmada miqdori bilib olinadi.

b) *Ikkinchi usul.* Rang intensivliklarini chamalab tenglash uchun tekshiriluvchi eritmani rang yorqinligi mazkur moddaning standart eritmasi yorqinligiga tenglashguncha yorug‘lik yutiladigan, qatlam qalinligi o‘zgartira boriladi.

Standart va tekshiriluvchi rangli eritmalar qatlam qalinliklarini tegishlicha l_c va l bilan belgilansa, aniqlanuvchi modda molyar yutilish koeffitsienti ϵ ma‘lum bo‘lsa rang intensivliklari teng bo‘lgan eritmalar optik zichliklari A ham teng bo‘ladi.

$$A = \epsilon c l = \epsilon c_x l_x$$

bundan

$$c_x = c l / l_x$$

Rangli eritmaning qatlam qalinligini tekshiriluvchi va standart eritmalar qo'yilgan ikkita bir xil idishga turli qalinlikda tushirilgan tiniq, rangsiz plastinkalar bilan ta'minlangan, Dyubosk kolorimetrida o'lchash mumkin.

Yorug'lik manbaidan tarqalayotgan ikkita bir xil yorug'lik oqimi shisha silindrlarga quyilgan eritmalaridan o'tadi. Ikkala eritmalaridan o'tgan yorug'lik oqimlarini intensivligi kolorimetрни okulyar moslamasida kuzatiladi, silindrdagi tiniq plastinkalar eritma xosil qilgan qatlam qalinligini o'zgartirib okulyardagi tasvirlar 2 qismini ravshanligi tenglanadi va eritma quyilgan silindr tubidan unga tushirilgan plastika orasidagi masofa l va l_x lar o'lchanadi.

v) *Uchinchi usul.* Ikki xil suyuqlikdan o'tgan yorug'lik oqimlari yorqinligini fotometr yordamida ham tenglash mumkin. Buni yorug'likni yutadigan eritma qatlam qalinligini yoki solishtirma eritma konsentratsiyasini o'zgartirmasdan balki eritmalariga tushayotgan yorug'lik oqimlaridan birini qisman to'sib amalga oshiriladi.

O'lchash ikkita bir xil kyuvetalarni biriga aniqlanuvchi moddaning tekshiriluvchi eritmasi, ikkinchisiga – erituvchi va aniqlanuvchi moddadan tashqari mavjud qo'shimcha moddalar ayni o'sha miqdorda qo'shilgan, solishtirma eritmasi qo'yib bajariladi. Ikki kyuvetadan o'tayotgan yorug'lik intensivligi solishtirma (ya'ni rangsiz erituvchi) eritma quyilgan kyuvetaga tushayotgan yorug'lik oqimini diafragma vositasida to'sib, kamaytirib, tenglanadi. O'lchov bajarilishidan avval fotometrni o'lchov vositasi aniqlanuvchi moddani ma'lum konsentratsiyali, etalon, eritmalarida darajalanadi (sozlanadi).

Ranglarni tenglash usulini aniqligi katta emas xatolik $\pm 5-10\%$ ni tashkil etadi.

Suyultirish usulining mohiyati ham tekshiriluvchi va standart eritmalar rang intensivligini tenglashga asoslangan, faqat bunda ikkala eritmadan biri, - rangi kuchlirog'ining rangi, ikkinchisiga tenglashguncha suyultiriladi.

Bu usulda yorug'lik yutilishini asosiy qonuni bajarilishi shart emas.

Usulning aniqligi katta emas yuqoridagi kabi xatolik $5-10\%$ ni tashkil etadi.

Fotokolorimetriya – tekshiriluvchi eritmadan, monoxromatik bo'lmagan yorug'lik oqimini fotokolorimetr va fotoelektrokolorimetrdagi fotoelement vositasida o'lchashga asoslangan. Yorug'lik manbai (odatda cho'lg'am lampasi)dan chiqqan yorug'lik oqimi, muayyan oraliqdagi to'lqin uzunliklarga ega bo'lgan nurlarnigina o'tkazuvchi nursuzgich (svetafiltr)dan o'tgach tekshiriluvchi eritma quyilgan kyuvetadan o'tadi va yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi fotoelementga tushadi. Tekshiriluvchi eritmada yorug'likni so'nishi qanchali kuchli (ya'ni optik zichligi qanchalik katta) bo'lsa, fotoelementga tushgan yorug'lik energiyasi shunchalik kam bo'ladi.

Fotokolorimetrlar, xar xil to'lqin uzunliklardagi yorug'likni maksimal o'tkazuvchi turli nursuzgichlar bilan jixozlangan.

Yaqin UB va (ko'proq) ko'rinadigan soxa nurlarida ishlovchi turli tuzilishdagi fotoelektrokolorimetrlar ishlab chiqilgan. Nursuzgichlar odatda, turli tarkib va rangdagi shishalar bo'lib, bir necha o'n nm, taqriban 20dan 50 nm gacha oraliqdagi nurlarni o'tkazadi.

Bir yoki ikkita fotoelementlik fotokolorimetrlar ko'p tarqalgan. Bitta nur tizimida ishlatiladigan fotoelektrokolorimetrlarda bitta fotoelement bo'ladi. Ikkita foto-elementlik fotoelektrokolorimetrlar ikkita yorug'lik oqimi energiyalarini o'lchaydi. Yorug'lik oqimidan biri solishtirma eritmadan, ikkinchisi tekshiruvchi eritmadan o'tadi.

Fotoelektrokolorimetrda optik zichlik yoki yorug'lik o'tkazuvchanlikni faqat bir necha nursuzgichlardagina o'lchash imkoni borligi sababli ularda uzluksiz spektrni yozib bo'lmaydi.

Tahlil etiluvchi eritma konsentratsiyasi – muayyan nursuzgich va qatlam qalinlikda yorug'likni yutilish qonuniga muvofiq yoki darajalash chizmasi usulida amalga oshiriladi.

Keyingi usulda yorug'lik yutilish qonunini qat'iyon bajarilishi shart emas.

Konsentratsiyani fotokolorimetrik aniqlash xatoligi $\pm 3\%$ dan oshmaydi.

Usulni sezgirliги nisbatan yuqori va optik zichlik, (o'tkazuvchinlik) natijalarini takroriyliги va selektivliги yaxshi, qo'llanadigan uskuna ham sodda. Ammo eritmadan o'tayotgan yorug'lik oqimini monoxromatik emasliги analitik o'lchovlar aniqligi va takroriyliğini pasaytiradi.

Fotokolorimetriya kimyoviy tahlil amaliyotida keng qo'llanadi. Masalan, dietilstilbestrel, levomitsetin, mentol, novokain, pilokarpingidraxlaridi, rutin, streptomitsin, etakridin laktat va qator dori preparatlar tahlili ana shu usulda bajariladi.

Spektrfotometriya – molekulyar absorpsion tahlil usullarining ichida mukammalrog'i bo'lib – boshqa usullarga nisbatan ko'proq qo'llanadi. Bu usul yorug'lik oqimini keng ~ 185 nm dan ~ 1100 nm oralig'ida ya'ni: ultrabinafsha (UB), ko'rinaligin (K) va yaqin infra-qizil soxa yorug'lik oqimlarini qayd etuvchi, spektrofotometrda bajariladi. Yorug'likni monoxromatlanish darajasi yuqori bo'lib, $\sim 0,2-5$ nm ni tashkil etadi.

Analitik kimyoda qo'llanadigan ko'pchilik spektrofotometrlarda yorug'lik oqimini monoxromatlash, yorug'likni tarkibiy qismlarga – spektrga, ajratuvchi – dispersiyalovchi prizma va diffraksion panjara vositasida amalga oshiriladi.

Turli tuzilishdagi bir nurli (bir kanallik) va ikki nurli (ikki kanallik) spektrofotometrlar ishlab chiqarilgan.



11-rasm. Spektrofotometrni asosiy blok chizmasi:

1 – nur manba'i; 2 – monoxromator; 3 – kyuvetalar bo'limi; 4 – nurni qabul qiluvchi (fotoelement); 5 – kuchaytirgich; 6 – registrator – strelkali yoki yozib oluvchi asbob.

11-rasmda spektrofotometr ishini ta'minlovchi asosiy tarkibiy qismlar blok chizmasi keltirilgan.

Nur manbai (1)dan chiqqan yorug'lik monoxromatorda (2)da spektrga ajraladi. Monoxromatlangan yorug'lik nuri, tekshiriluvchi va solishtirma eritmalar qo'yilgan bo'lim (3)dan o'tadi. Eritmalar qo'yilgan kyuvetalardan o'tgan yorug'lik nurni qabul qiluvchi va elektr (foto) tokga aylantiruvchi fotoelement (4)ga tushadi, fototok kuchaytirilgach (5) registrator – qayd etuvchi moslama (6)da spektral egrilik tarzida yoziladi yoki o'lchov asbobini strelkasidan natija yozib olinadi.

Spektrofotometrning yorug'lik nuri manbai sifatida, ko'rinadigan nurlar soxasi uchun chulg'am lampasi ishlatiladi. Chulg'am lampasi – (simob lampasidagidek uzlukli nur emas balki) uzluksiz yorug'lik oqimini chiqaradi. Spektrni UB diapazonida ($\sim 200\text{--}350\text{ nm}$ oralig'ida) ishlash uchun vodorod yoki deyteriy lampasi ishlatiladi.

Yorug'lik nurini spektrga ajratish uchun monoxromator sifatida ko'pincha, yuqorida bayon etilganidek, prizma yoki diffraksion panjara ishlatiladi. Ko'rinuvchan va yaqin IQ soxada ishlash uchun shisha prizma xamda shisha kondensor botiq linza va kyuvetalar ishlatiladi.

$\sim 200\text{--}400\text{ nm}$ UB oralig'ida ishlaganda kvars shishasidan yasalgan prizma, kondensor va kyuvetalar ishlatiladi, chunki oddiy shisha UB nurlarni o'tkazmay yutib qoladi.

Bir nurli tizimda ishlovchi spektrofotometrda yorug'lik oqimiga, kyuvetalar bo'limida, ketma-ket solishtirma (nolinchi eritma) va tekshiriluvchi eritma qo'yilgan kyuvetalar qo'yiladi. Ikki nurli sxemada ishlovchi spektrofotometrning kyuvetalar bo'limida bir vaqtini o'zida solishtirma kanalga nolinchi eritma, o'lchanadigan nur yo'liga tekshirshuvchi eritma quyilgan kyuveta o'rnatiladi.

Nolinchi va tekshiruvchi eritmalar qo'yilgan kyuvetalar qalinligi mutlaqo bir xil bo'lishi shart. Yorug'likni yutuvchi qatlam qalinligi 1 sm lik kyuvetani o'lchamlarini farqi $(20 \pm 1)^{\circ}\text{S}$ xaroratda $\Delta l = 0,005\text{ sm}$ dan ortmasligi kerak. Toza erituvchi bilan to'ldirilgan ikkala kyuvetadagi suyuqliklar ayni bir to'lqin uzunlikdagi optik zichliklari bir xil bo'lishi kerak.

Spektrofotometrni to'lqin uzunlik (yoki to'lqin soni) qiymatlari golmiy perxlorat standart eritmasi, simobli, deyteriy va vodorod nurlanish lampalari vositasida tekshiriladi (8.7-jadval).

Spektrofotometrni $200\text{--}800\text{ nm}$ oralig'ida to'lqin uzunlikni o'lchashdagi xatolik $\pm 2\text{ nm}$ tashkil etadi.

Jadval 7.

Standartlarning yutilish spektridagi maksimumlari (Ho-golmiyperxlorat eritmasi, Hg-simob bug'lari lampasi D-deyteriy lampasi, H-vodorod lampasi)

λ , nm	λ , nm	λ , nm	λ , nm
241, 15 No	313, 16 Hg	404, 66 Hg	536, 3 No
253, 7 Hg	334, 15 Hg	435, 83 Hg	546, 07 Hg
287, 15 No	361, 5 No	486, 0 D	576, 06 Hg
302, 25 Hg	365, 48 Hg	486, 13 N	579, 28 Hg
			656, 07 Hg

Spektrofotometrni optik zichliklar (yoki o'tkazuvchanlik) shkalasi qiymatlarining to'g'riligi $K_2Cr_2O_7$ kaliy dixromatni sulfat kislotadagi standart eritmadasida tekshiriladi. 8.8-jadvalda kaliy dixromat standart eritmasini muayyan to'lqin uzunliklardagi solishtirma yutilish koefitsientlari keltirilgan.

Jadval 8.

Kaliy dixromat standart eritmasini turli to'lqin uzunlik λ -lardagi solishtirma yutilish E koefitsientlari

λ , nm	E	E qiymatlaridagi mumkin bo'lgan chetlanishlar
230	124,5	122,9-126,2
257	144,5	142,8-146-,2
313	48,6	47,0-50,3
350	107,3	105,6-109,0

Kaliy dixromatni standart eritmasini tayyorlash uchun 57,0-63,0 mg 130^0S quritilgan $K_2Cr_2O_7$ 1000,00 sm^3 xajmli o'lchov kolbada, 0,005 molyarlik sulfat kislotada eritiladi va o'sha kislotada eritmasi bilan kolbani belgisigacha suyultiriladi.

O'lchangan optik zichlik to'g'riligini tekshirish uchun standart eritma sifatida kaliy nitratni 0,3 molyarlik suvli eritmasi va kaliy dixromat $K_2Cr_2O_7$ ni 0,05 molyarli KOHdagi 0.0001 molyarlik eritmasi ishlatiladi. Ularni molyar yutilish koefitsientlari 9-jadvalda keltirilgan.

Jadval 9.

Kaliy xromat va nitratlar suvdagi eritmalarini molyar yutilish koefitsiyentlari ϵ ($dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot sm^{-1}$) (V.M.Peshkova va M.I.Gromova keltirgan ma'lumotlar)

λ , nm	E		λ , nm	ϵ	
	K_2CrO_4	KNO_3		K_2CrO_4	KNO_3
254	2570	3,59	313	193,5	5,26
265	3160	1,56	334	985	0,45
280	3290	3,68	366	4410	-
289	2086	5,61	405	1330	-

297	927	6,84	436	310	-
303	498	6,93	-	-	-

Spektrofotometriyani – vositasiz, diferensial, xosilaviy va spektrofotometrik titrlash turlari ishlab chiqilgan.

Tahlil etiluvchi eritmadagi moddaning konsentratsiyasi spektrofotometrik usulda ham fotokolorimetriya usuldagi kabi yorug‘lik yutilishini asosiy qonuni yoki darajalash chizmasi asosida aniqlanadi.

Spektrofotometrik usullar fotoelektrokolorimetriyaga nisbatan yuqori aniqlik va sezgirlikka ega. Moddani aralashmadan ajratmasdan aniqlash imkonini beradi, hamda ko‘rinadigan soxa nurlarini yutmaydigan (rangsiz) (ammo UB diapazonda yutilish bandi bo‘lgan) moddalarni aniqlashda qo‘llanadi. Spektrofotometrik o‘lchashlarni nisbiy hatosi $\pm 2\%$ dan ortmaydi.

Foto va fotoelektrokolorimetriyadan farqli spektrofotometriyada optik zichlikni faqat ko‘rinuvchan nur to‘lqin uzunliklar orasidagina emas balki keng spektral diapazonda UB K, IQ soxalarda ham yozish mumkin.

Boshqa fotometrik usullarga nisbatan spektrofotometriya turli anorganik va organik moddalarni aniqlashda kengroq qo‘llanadi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Tabiiy va suvda eruvchan polimerlar asosida metallokomplekslar qanday olinadi?
2. Suvda eruvchan polimerlarning metall ionlari bilan komplekslar hosil qilishdagi roli qanday?
3. Tabiiy polimerlarning metallokomplekslarni olishdagi afzalliklar.
4. Tabiiy polimerlar asosida metallokompleks olishning sanoatdagi qo‘llanilishi qanday?
5. Suvda eruvchan polimerlar asosida metallokomplekslarning ekologik ahamiyati qanday?
6. Xalq xo‘jaligidagi metallokompleksli polimerlarning qishloq xo‘jaligidagi o‘simliklarni himoya qilishdagi roli qanday?
7. Suvda eruvchan polimerlar yordamida metallokomplekslarning dori-darmon sanoatidagi ahamiyati qanday?
8. Tabiiy polimerlar asosida metallokomplekslarning qayta ishlanishi va ularning ekologik xavfsizligi qanday ta‘minlanadi?
9. Tabiiy polimerlar asosida metallokomplekslar hosil qilishda qanday usullar qo‘llaniladi?
10. Metallokomplekslar asosidagi polimerlarning suyuqliklarni tozalash jarayonidagi foydalari qanday?
11. Metallokompleksli polimerlarning katalitik faoliyatini qanday baholash mumkin?

12. Xalq xo'jaligida metallokompleksli polimerlarning oziq-ovqat sanoatidagi qo'llanilishi qanday?
13. Metallokompleksli polimerlarning tibbiyotda qo'llanilishi haqida nima bilasiz?
14. Suvda eruvchan polimerlar asosida metallokomplekslarning hosil bo'lishi uchun zarur bo'lgan shart-sharoitlar qanday?
15. Tabiiy polimerlar asosida metallokomplekslar olishda qanday polimerizatsiya usullari qo'llaniladi?
16. Tabiiy va suvda eruvchan polimerlar asosida olingan metallokomplekslarning xalq xo'jaligiga ta'siri qanday baholanadi?

Mavzu 3. Zamonaviy fizik-kimyoviy asbob-uskunalar

1. Ionlanish va dissotsiatsiylanish. Spekttr olish sharoitlari

Mass-spektrometriya uslubi deganda, ionlar massasining elektr zaryadiga nisbatini aniqlash orqali moddani tekshirish usuli tushuniladi. Mass-spektroskopiyani spektroskopik usullarning biri deb qaraladi, ammo bunday qarash qisman xato hisoblanadi. Optik spektroskopiyada nurlanishdan keyin modda molekulasini boshlangich holatga o'zgarmasdan qaytadi, ammo mass-spektroskopiyada molekula qo'zg'aladi, ionlanadi va molekulyar ion parchalanadi va bu parchalangan ionlardan boshlangich molekula hosil qilish mumkin emas. Shunday qilib, mass-spektrni hosil bo'lishga sababchi bo'lgan bir qancha hodisalarning yig'indisini molekulaning bir holatdan ikkinchi holatga o'tish hodisasi deb qarash noto'g'ri hisoblanadi.

Mass-spektrometriya usulining boshqa usullardan ustunliklaridan biri, bu usul yordamida namunaning miqdori pikogrammlar (10^{-12} g) bo'lganda ham o'rganish mumkinligidir, bu esa juda oz miqdordagi biologik faol moddalarning tarkibini aniqlashda katta yordam beradi. 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).

Mass-spektroskopiyaning eng muhim amaliy ishlaridan biri murakkab organik birikmalar, metallorganik birikmalar va peptidlarning tuzilishini aniqlashda beradigan ma'lumotlari hisoblanadi.

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 uchrashi zarur. Molekulada bo'ladigan ionlanish va dissotsiyalanish 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

τ -ni qo'zg'algan molekulaning yoki ionning hosil bo'lish vaqti deb qarash mumkin.

Atom va molekullarning ionlantiruvchi elektronlar bilan to'qnashuvini quyidagicha izohlash mumkin: Elektron o'zining ma'lum energiyasini yo'qotadi (ΔE), molekula esa yangi qo'zg'algan holatga o'tadi. Molekulyar ion + elektron ΔE 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;

ΔE_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;

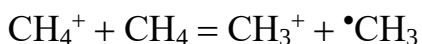
$E+J$ - ni ko'pincha ionlanish potentsiali deb aytiladi, ya'ni bu molekulyar ion hosil bo'lishidagi eng kichik energiyadir.

Organik moddalar ionlanishining birqancha umumiy usullari bor.

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 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. Vakuumda 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, potensial 5 dan 100 eV oraliqgacha o'zgaradi, ammo mass-spektrni 70 eV da o'lchanadi, chunki bu kuchlanish ionlarning maksimal tarzda hosil bo'lishiga yetarli hisoblanadi.

Kimyoviy ionlanish, Molekula va ionlar to'qnashganda yangi zaryadlangan zarrachalarni hosil bo'lish reaksiyalarini kuzatish mumkin. Masalan, metanning molekulyar ioni neytral molekulasini bilan reaksiyaga kirishib mustaxkam CH_3^+ ion hosil qilishi mumkin:



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 desorbsiyasi 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.

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°S 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.



2. Mass-spektrometrlarning ionlarni bir-biridan ajrata olish darajasi

Mass-spektrometrlarning ionlarni ajratish darajasi deganda ikkita yonma-yon 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:

$$M_1 - M_2 = \Delta M$$

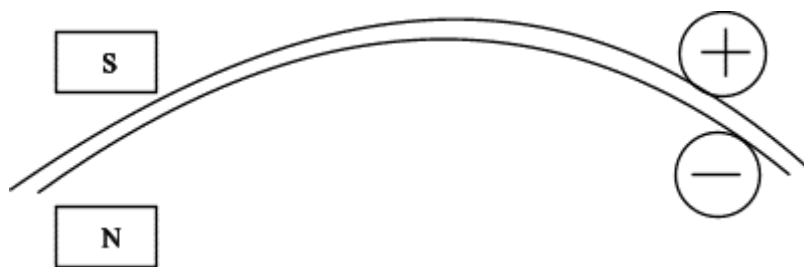
masalan, $M_1 = 101$; $M_2 = 100$; $\Delta M = 1$. $M_2/\Delta M = 100/1 = 100$

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.

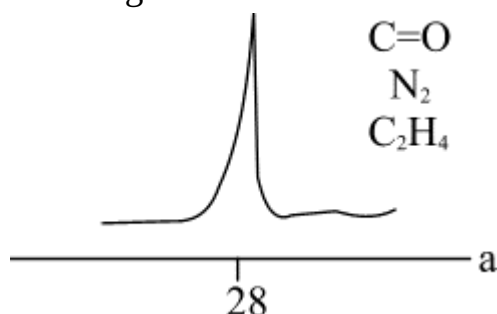
Demak, massalarning farqi juda kam bo‘lsa asbobning ionlarni ajratish darajasi shuncha yuqori bo‘lishi kerak. Asboblar ionlarni ajratish darajasiga asosan uch xil, ya’ni kichik, o‘rtacha va yuqori darajali bo‘lishi mumkin. Yuqori -darajada ajratishlik turida massaning ikkala massa ayirmasiga nisbati 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 aytiladi.

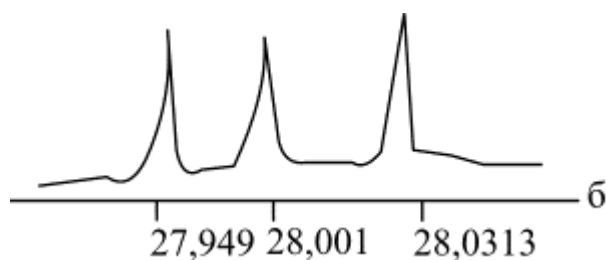
Elektr maydoni magnit maydonidan avval yoki keyin ham qo‘yilishi mumkin.



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



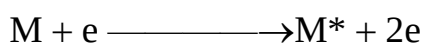
a-qo'sh fokuslashsiz



b-qo'sh fokuslash bilan

3. Molekulyar ionlar

Molekulyar ionlar molekulaga elektronlar oqimi ta'sir ettirilganda molekuladan bitta elektronning chiqarib yuborilishi natijasida hosil bo'ladi.



Molekulyar ionlarning massalari 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, ammo ko'p hollarda ularning intensivligi juda kichik bo'lgani uchun topish ancha qiyinchilik tug'diradi. Molekulyar ionlarning barqarorligi hosil bo'lgan bo'lakli ionlarning miqdoriga nisbati bilan belgilanadi. Agar molekulyar ionning hosil bo'lishi spektrda kuzatilmasa, ionlanish natijasida hosil bo'lgan molekulyar ionning parchalanish tezligi yuqori bo'lishini ko'rsatadi. Molekulaning o'lchami va tarmoqlanishining oshishi natijasida ionlarning parchalanish tezligi ham yuqori bo'ladi.

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

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

$\sum J_p$ - parchalanmagan molekulyar ionning to'liq intensivligi.

$\sum J_f$ - mass-spektrdagi bir zaryadli boshqa ion cho'qqilarining intensivlik yig'indisi.

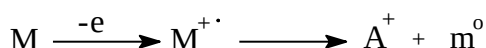
Molekulyar ionlarning barqarorligi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$W_P = 1 - W_z$$

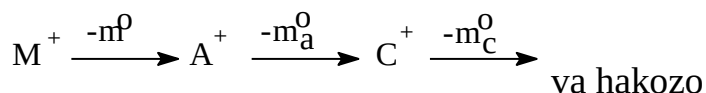
Molekula og'irligi kichik bo'lgan uglevodoroddarda W_r ning qiymati turlicha bo'lib, atsetilen uglevodorodlarda-0,752; olefinlarda-0,389 va parafinlarda - 0,120 ga teng. Molekulyar ionlarning barqarorligi zanjirning tarmoqlanishi bilan pasayadi. Uzun zanjirli molekulalarga aromatik xalqa kiritilsa, molekulyar ionning barqarorligi oshadi.

4. Bo'lakli ionlar

Molekulyar iondan dissotsialanish jarayoni natijasida bo'lakli ionlar hosil bo'ladi. Neytral molekuladan hosil bo'lgan molekulyar ion kation radikal bo'lib, undan hosil bo'lgan bo'lakli ionlar yoki kation yoki kation radikal bo'lishi mumkin. Molekulyar iondan ajralib chiqayotgan zarracha m^0 radikal yoki neytral molekula bo'lishi mumkin.

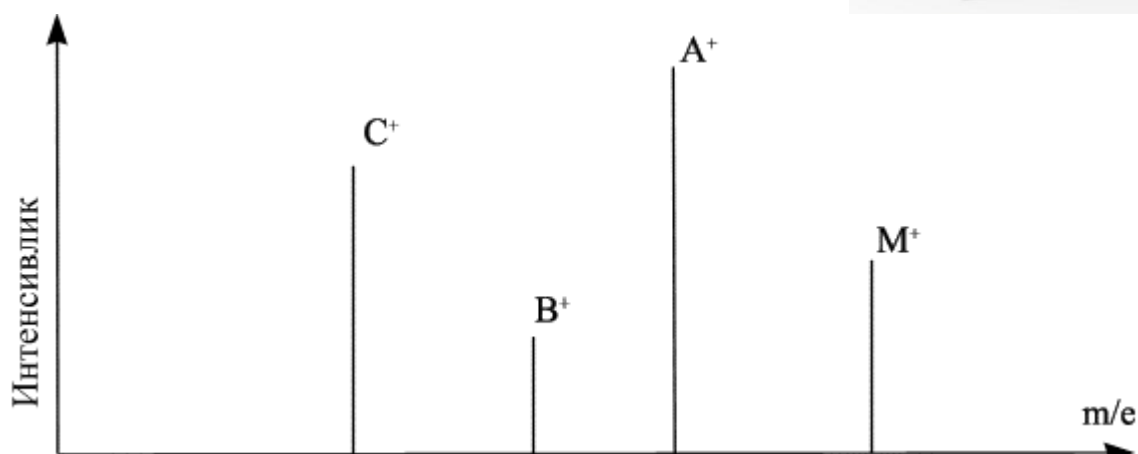
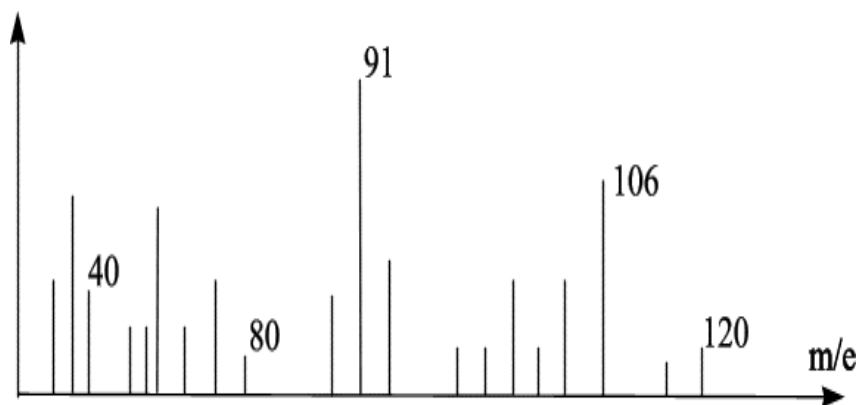


Agar hosil bo'lgan A^* ionning energiyasi yetarli bo'lsa, parchalanib turli ion bo'laklarini hosil qiladi, bu jarayon oxirgi bo'lakli ionning energiyasi keyingi parchalanishga yetarli bo'lmaguncha davom etadi.



Mass-spektr bo'yicha mana shunday ketma-ketlikdagi parchalanishlarni o'rganish, bo'lakchalarning (fragmentlarning) hosil bo'lish yo'llari yoki yo'nalishlari deb aytiladi. Molekulyar ion M^+ va xoxlagan bo'lakli ionlar (A^+ , B^+ , C^+) birqancha yo'nalishlar bo'ylab 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 molekulyar ionning (M^+) 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.



Ion manbasidagi M^+ , A^+ , B^+ , C^+ ionlarning intensivligi.

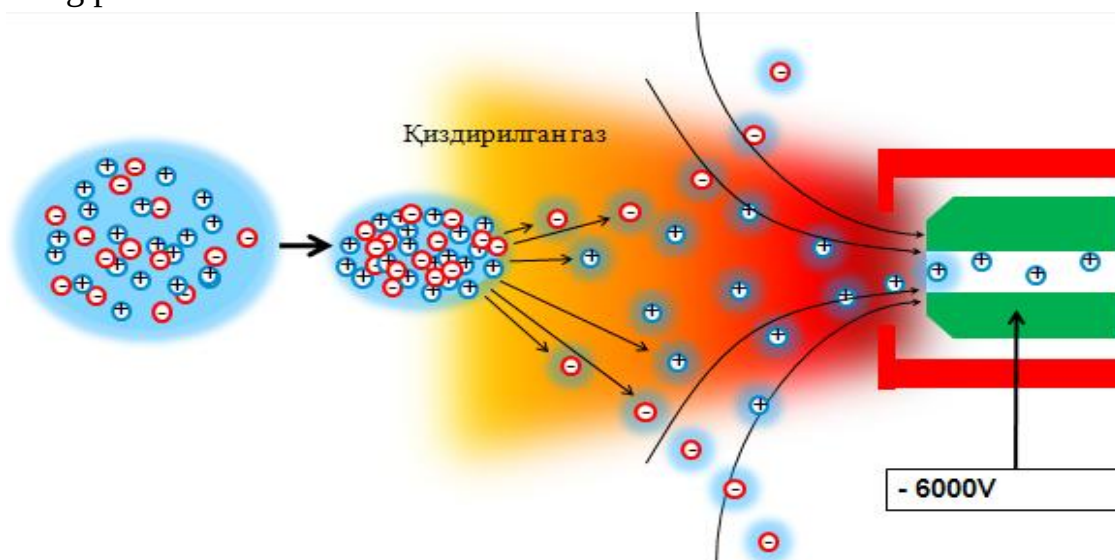
Mass-spektr maksimal cho‘qqiga nisbatan boshqa ionlarni foizlarda ifoda etishdir. Shuni ham ta’kidlash kerakki, mass-spektrda hamisha molekulyar ion asosiy bo‘lmasligi mumkin:

Mass-spektr neytral molekulalarni 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.

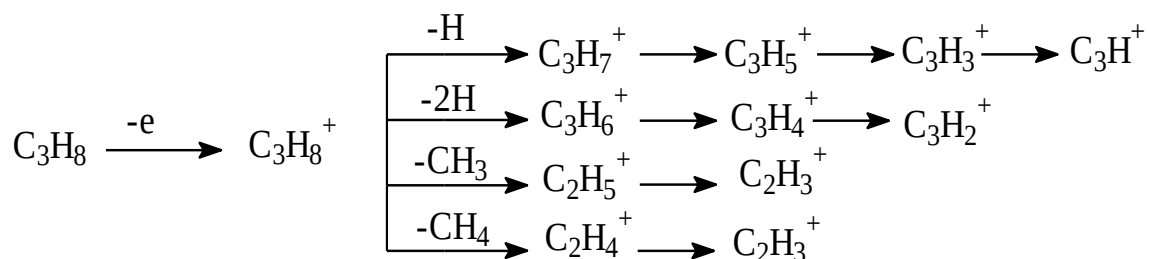
Meta-ksilolning mass-spektri ($m/e=91$ ning intensivligi 100 birlikka teng yoki intensivligi 100%).

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

Propanning parchalanishi:



1. Elektrospreydan tushayotgan tomchi
2. Qizdirilgan gaz tomchilar o'lchamini kichraytiradi
3. Elektrostatik itarilishlar tufayli tomchi formasi buziladi
4. Natijada erituvchi bug'lanib ketadi va ionlar hosil bo'ladi
5. Qutblanuvchanlik bois ionlar kapillyar orqali mass – analizatorga o'tadi



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.

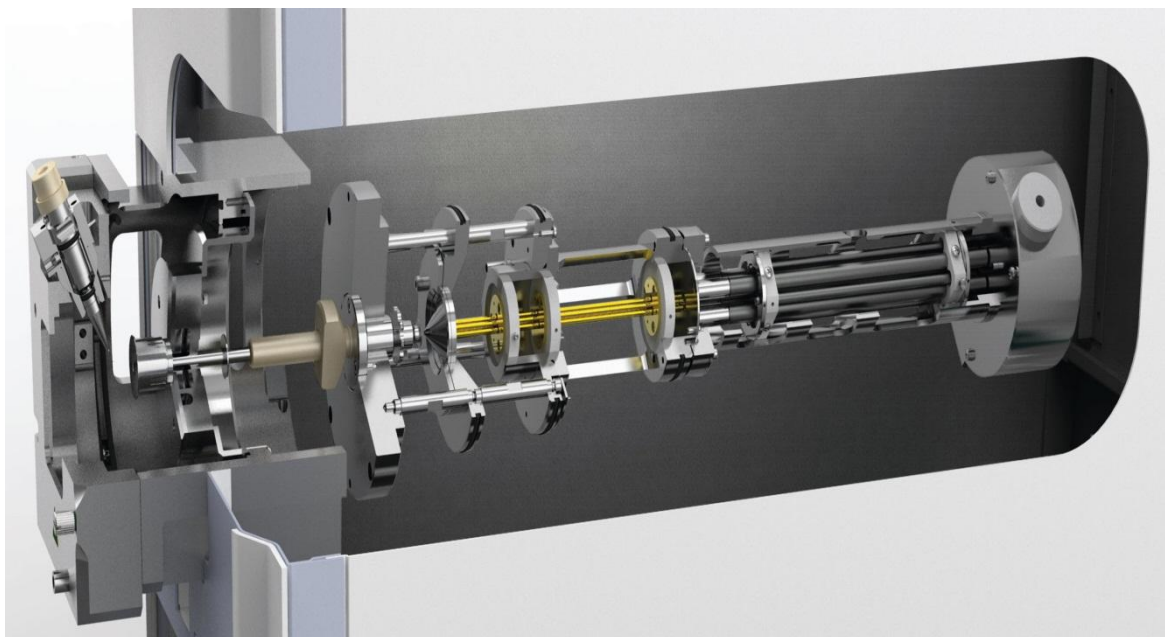
Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Spektrofotometriya qanday ishlaydi va uning qo'llanilish sohalari.
2. Neytron aktivatsiya tahlili qanday ishlaydi va u qanday o'lchovlar uchun foydalidir?
3. Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi uskunalari qanday ishlaydi va u kimyoviy analizda qanday afzalliklarga ega?
4. Mass-spektrometriya qanday ishlaydi va u kimyoviy analizlarda qanday maqsadlar uchun ishlatiladi?
5. Biosensorlar va ularning kimyoviy analizlarda ishlatilishi haqida nima bilasiz?
6. Fizik-kimyoviy tajribalarida lazerlarning qo'llanilishi.
7. Xromatografiya texnikasida asosan foydalaniladigan uskunalaridan biri — gaz xromatografiyasi. Uning afzalliklari va qo'llanilishi qanday?
8. Fizik-kimyoviy analizda elektroanalitik uskunalar, masalan, voltamperometriya va amperometriyaning ishlash prinsiplari.

Mavzu 4. Noorganik va organik birikmalarni individual holatda ajratib olish.

Ionalmashinish xromatografiyasi elektrolitlarni ajratish, yot moddalardan tozalash, konsentrlash, ularni miqdoriy tahlilida, kislota, asos, tuzlarni olishda, nodir va yer metallarni ajratib olish, shakarni tozalash, qator dorivor preparatlar: – atropin sulfat, mezaton, papaverin gidrokslorid, salsolin gidrokslorid, tiofen, fenadon, xinin gidrokslorid, efedrin gidrokslorid va boshqa preparatlarni tahlilida ishlatiladi.

Elektrolitlarni ajratish. Kationlar aralashmasini ajratishda, qo'pincha, aralashmadagi kationlarni ionalmashinish doimiysidagi farqni, binobarin, ularni ajralish samarasini oshiradigan kompleks xosil bo'lish jarayonidan foydalaniladi.



Masalan, *anionitda xlorid kislota eritmasidagi* Ni^{+2} , Co^{2+} va Cu^{2+} kationlarini ajralish tamoilini ko'rib chiqamiz.

Xlorid kislotani konsentrik eritmasida kobalt (II) va mis (II) kationlari nisbatan barqaror xloridli $[CoCl_4]^{2-}$ va $[CuCl_4]^{2-}$ anion komplekslarni xosil qiladi, nikel esa barqaror xloridli kompleks xosil qilmaydi va eritmada akva kompleks kationi xolida $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ mavjud bo'ladi.

Binobarin, kobalt (II) va misni (II) anionli komplekslari anionitning anioni bilan almashadi, nikel (II)ni kationli kompleksi esa sorbent anionlari bilan almashmaydi va suvli eritmada qoladi.

Yuqorida ko'rsatilgan ionlarni ajratish uchun anionit to'ldirilgan kolonkadan, avval shu ionlarni 9 mol/dm³ konsentratsiyali xlorid kislotadagi, aralashmasi o'tkaziladi. Kobalt (II) va mis (II)ni xloridli anion komplekslari anionitni ionogen guruhlaridagi xarakatchan anionlar bilan almashib, anionitga sorbsiyalanadi, nikel (II) akvakomplekslari esa, qo'zg'oluvchan faza tarkibida kolonkadan oqib chiqadi, shu tarzda u kobalt (II) va mis (II) dan ajraladi. Kolonkadan oqib chiqqan eritmada nikel (II) bo'lib, kobalt (II) va mis (II) bo'lmaydi.

Nikel (II) ajratib olingach, anionitdan 4 mol/dm³ konsentratsiyali xlorid kislota eritmasi o'tkaziladi. Shunda anionit fazasidan kobaltni komplekslari elyuirlanadi (siqib chiqariladi), mis (II) komplekslari esa sorbent fazasida qoladi. Sorbentli kolonkani chiqish jo'mragidan kobalt (II) bo'lgan eritma yig'ib olinadi.

Anionit fazasida qolib ketgan mis (II) komplekslarini xlorid kislotani yanada-kuchsizroq ~ 2,5 mol/dm³ eritmasi bilan elyuirlanadi va kolonkani chiqishida tarkibida mis (II) bo'lgan eritma yig'ib olinadi.

Shunday qilib, kolonkadan o'tkaziladigan xlorid kislota eritmasining konsentratsiyasini o'zgartirib, tahlil etiluvchi ionlar aralashmasi bi-biridan ajratildi.

Ionalmashinish xromatografiyasi nodir yer metall kationlarini (La^{3+} , Ce^{3+} , Eu^{3+} , Cd^{3+} , Tb^{3+} , Er^{3+} , Tm^{3+} , Yb^{3+} , Lu^{3+}), transuran elementlar kationlarini: fermiy (III), eynshteyniy (III), kaliforniy (III), berkliy (III), kyuriy (III), ameritsiy (III) larni aniqlashda va boshqa maqsadlarda qo'llanadi.

Elektrolit eritmasini yot moddalardan tozalash. Sulfatlarni bariy sulfat holida cho'ktirib gravimetrik aniqlashda xalaqit beruvchi ionlarni yo'qotishni ko'rib chiqamiz. Na^+ , K^+ va Fe^{3+} kationlari bariy sulfat bilan birgalashib cho'kishi sababli tahlil xatosini oshiradi. Xalaqit beruvchi kationlarni yo'qotish uchun, tahlil etiluvchi eritma H-shakldagi kationit to'ldirilgan kolonkadan o'tkaziladi. Eritmadagi barcha kationlar, kationitning ionogen guruhlaridagi H^+ ga almashib sorbentda qoladi, sorbentning ionogen guruhlaridagi H^+ esa eritmaga o'tadi. Kolonkani ostki qismidan chiqayotgan elyuat tarkibida sulfat ionlarini cho'ktirishga xalaqit boradigan kationlar qolmaydi.

Suvni tuzsizlantirish (chuchuklantirish) ham ionalmashinish xromatografiyasi vosi-tasida amalga oshiriladi. Buning uchun sho‘r suv avval H-shakldagi kationitdan o‘tkaziladi. Sho‘r suvdagi barcha kationlar kationitga sorbsiyalanadi, eritmaga ekvivalent miqdorda H^+ ionlari o‘tadi. Shunday qilib, kationit kolonkasini ostki qismidan kislota eritmasi olinadi. Ana shu eritma so‘ngra OH-shakldagi anionit to‘ldirilgan kolonkadan o‘tkaziladi. Eritmadagi kislota anionlari anionitga sorbsiyalanadi va eritmaga ekvivalent miqdorda OH^- ionlari o‘tadi. OH^- ionlari elyuyent tarkibidagi H^+ ionlari bilan neytrallanishi natijasida suv hosil bo‘ladi, natijada anionitli kolonkadan chuchuk suv oqib chiqadi.

Suvni chuchuklantirishni bunday usuli laboratoriya va sanoat miqyosida ham qo‘llanadi.

Elektrolitlarning suyuq eritmalarini konsentrlash. Bu usul oqova suvlar, mineral yer ostki suvlar, dengiz yoki hovuz suvlari tarkibidagi Mg^{2+} , Ca^{2+} va boshqa ionlarni aniqlashda qo‘llanadi.

Tahlil uchun kationitlik kolonkadan tahlil etiluvchi suvning katta hajmi o‘tkaziladi. Suvdagi aniqlanishi lozim bo‘lgan oz miqdordagi kationlar eritmadan sorbent fazasiga o‘tib qoladi. So‘ngra sorbsiyalangan kationlar kislota eritmasini kichik hajmi bilan elyuiranadi. Shunday qilib, kolonkadan dastlabki suvda konsentratsiyalari kam bo‘lgan kationlarni konsentrlangan eritmasi oqib chiqadi.

Mis Cu^{2+} va manganets Mn^{2+} kationlarini konsentrlash uchun ham, shunday usulda, mazkur ionlar bo‘lgan eritmani katta hajmini H-shakldagi kuchli kislotaviy kationit KU-2 dan o‘tkazib, sulfat kislotani kichik hajmi bilan elyuiranadi. Kolonkani ostki qismidan o‘tayotgan mis (II) va manganets (II) sulfatlar dastlabki eritmada nisbatan yuqori konsentratsiyada bo‘ladi.

Elektrolitlarni miqdoriy tahlili. Kationlar odatda H-shakldagi kationitlar vositasida aniqlanadi.

Masalan, alyuminiy sulfat $Al_2(SO_4)_3$ tarkibidagi alyuminiyni aniqlash uchun alyuminiy sulfatni suvdagi eritmasi H-shakldagi kationitlardan o‘tkaziladi. Alyuminiy kationlari kationitga sorbsiyalanadi va unga ekvivalent miqdordagi vodorod ionlari H^+ eritmaga o‘tadi. To‘plangan elyuat standart ishqor eritmasi bilan titrlanadi.

Anionlarni OH-shakldagi anionit vositasida aniqlash mumkin. Masalan, natriy sulfat Na_2SO_4 tarkibidagi sulfat anionlarini aniqlash uchun, tarkibida natriy sulfat bo‘lgan tahlil etiluvchi dastlabki eritma asos shaklidagi anionitdan o‘tkaziladi. Bunda sulfat-ionlari anionitda sorbsiyalanib, unga ekvivalent miqdordagi gidroksil-ionlari OH^- eritmaga o‘tadi. Anionitdan chiqqan elyuat tarkibida, dastlabki eritmada sulfat ionlariga ekvivalent miqdorda ishqor NaOH bo‘ladi. Jamlangan elyuatdagi ishqor kislotani standart eritmasi bilan titrlanadi.

Dori preparatlarini aniqlash. Preparatlardagi organik asoslarning tuzlaridan: papaverin, salsolin, xinin gidroxloridlari va boshqalarni ionalmashinish xromatografiyasi usulida aniqlash uchun kationidlardan SDV-3 dan foydalaniladi.

Tahlilni bajarish uchun $\sim 0,05-0,10$ g tortim $5-10 \text{ sm}^3$ distillangan suvda eritiladi. Tayyorlangan eritma N-shakldagi kationitdan minutiga ~ 30 tomchi tezlikda o'tkaziladi. So'ngra kolonkadan, chiqayotgan elyuat muhiti lakmus bo'yicha neytral ($\text{pH} \sim 7$) bo'lguncha, kolonkadan distillangan suv o'tkaziladi. Elyuat tarkibidagi vodorod ionlari, ya'ni kationitga sorbsiyalangan tegishli dori preparat kationlariga ekvivalent kislota, $0,1 \text{ mol/dm}^3$ konsentratsiyali ishqorning, standart eritmasi bilan metil-oranj indikatorini ishtiroqida titrlanadi.

Tarkibida ionogen bog'langan anionlari bo'lgan dorivor moddalar – atropin sulfat, skopolamin gidrobromid, xinin va efedrin gidroxloridlar va boshkalar OH^- -shaklidagi anionit vositasida ham aniqlanishi mumkin. Buning uchun tahlil etiluvchi eritma ($2-10 \text{ sm}^3$) OH^- -shaklga keltirilgan anionitdan 2-3 sekundda bir tomchi tezlikda o'tkaziladi. Shunda aniqlanuvchi dorivor moda anionlari sorbentga sorbsiyalanib, eritmaga ekvivalent miqdorida gidroksil-ionlari OH^- o'tadi, ya'ni eritmada asos yig'iladi. Kalonka bir necha marta spirt bilan, so'ngra suv bilan yuviladi. Elyuatni chayindi suyuqlik bilan qo'shib $0,1 \text{ mol/dm}^3$ konsentratsiyali xlorid kislotaning HCl standart eritmasi bilan metil-qizil indikatorini ishtirokida titrlanadi.

4.1. Ion, ion-juft va ligandalmashinish xromatografiyasi xaqida tushuncha

Ion xromatografiyasi ion almashinish xromatografiyasini bir turi bulib, 1975-yilda X.Smoll, T.S Stivenson va V. Bauman tomonidan taklif etilgan. Bu usul eritmada ionlarni ion almashinuvi orqali ajratishga va ularni avtomatik tarzda (ion xromatografi vositasida) konduktometrik aniqlashga asoslangan, tezkor va sezgir tahlil usulidir.

Ion-juft xromatografiyasi – eritmada ion-juftlarni sorbsiyalanishiga asoslangan. Sorbent sifatida sirtiga gidrofob alkil guruhlari payvandlangan silikagel zarrachalari ishlatiladi. Tarkibida ajratilishi lozim bo'lgan, tarkibiy qismlar tutgan, suyuq xarakatchan fazaga (XF) qo'zg'almas faza (QF) – silikagelni alkillangan sirtiga sorbsiyalanadigan va XF eritmasidagi qarama-qarshi ishorali ionlar bilan almasha oladigan ion-juftli reagent qo'shiladi. Bunda QF dagi ionogen guruh ion-juftli reagent sorbent sirtini modifikatsiyalashi hisobiga vujudga keladi. Agar ion-juftli reagentning anioni QF ga mustaxkamrok bog'lanib, kationi almashaoladigan bo'lsa, u xolda bunday ion-juftli ionit, kationit vazifasini o'taydi. Agar QF ga ion-juftli reagentni kationi qattiqroq bog'lanib, anioni almashuvchi bo'lsa, u xolda ionit anionit vazifasini bajaradi.

Erituvchi – elyuyent sifatida suv, – spirt yoki suv-atsyetonitril aralashmasi ishlatiladi.

Ion-juft xromatografiyasi tuz xolidagi organik birikmalarni, kislota va asoslarni, metall kationlarini anion kompleks xolida ajratishda qo'llanadi.

Ligandalmashuv xromatografiyasi

Sirtidagi metall komplekslar ligandlarini xromatografiyalanayotgan eritma tarkibiy qismiga almashaoladigan sorbent ishlatilishiga asoslangan.

4.2. Gaz xromatografiyasi

Gaz-suyuklik xromatografiyasini amalga oshirish imkoni 1941-yil A.Dj.Martin va R.A.Sing tomonidan muqaddam aytilgan. Gazlarni xromatografik usulda ajratishni 1949-yilda N.M.Turkeltaub bayon etgan. Gaz xromatografiyasi usulini asoslari 1952-yilda A.Djeysms va A.Dj.Martin tomonidan ishlab chiqilgan.

4.2.1 Usulning mohiyati

Gaz xromatografiyasi. Aralashma tarkibiy qismlarini ikki xil faza: – tashuvchi gaz (xarakatchan faza) va qattiq (qo‘zg‘almas) faza yoki unga yupqa plenka holda shimdirilgan suyuqlik (qo‘zg‘almas) fazalar orasida turlicha taqsimlanishiga asoslangan. Xarakatchan faza (XF)-gaz, qo‘zg‘almas faza QF – qattiq sorbent bo‘lgan xolda, *gaz-adsorbsion xromatografiya (GAX) deb ataladi.* X.F-gaz, QF – sorbentga shimdirilgan suyuqlik bo‘lganda *gaz suyuklik yoki taqsimlanish xromatografiyasi deyiladi.* Gaz xromatografiyasini shu ikki variantidan gaz suyuqlik taqsimlanish xromatografiyasi (GSX) ko‘prok tarqalganligi sababli uning mohiyatini bayon etamiz.

GSX usulining mohiyati quyidagicha: taxlil etiluvchi, uchuvchan tarkibiy qismlar eritmasi, namuna kiritiladigan priyomnikda, bug‘-xolatiga o‘tkaziladi va tashuvchi inert-gaz tarkibida X.F xosil qiladi. Bu aralashma uzluksiz yuborilayotgan tashuvchi gaz tasirida siljib, qo‘zg‘almas suyuq fazali sorbent bilan to‘ldirilgan xromatografik kolonkaga kiradi. Ajratilishi lozim bo‘lgan aralashmani tarkibiy qismlari XF va QF orasida, taqsimlanish koeffitsiyentlariga ko‘ra, taqsimlanadi.

$$K=c(QF)/c(XF)$$

bu yerda $c(QF)$ va $c(XF)$ berilgan tarkibiy qismni dinamik muvozanatda bo‘lgan tegishli qo‘zg‘almas va xarakatchan fazalardagi g/sm^3 birlikdagi konsentra-siyasi. Xromatografiyalanayotgan moddalarni QF va XF orasidagi almashinuv muvozanati XF ni QF bo‘ylab xarakati davomida ularni ko‘p martali takroriy sorbsiya $\leftrightarrow$ desorbsiya jarayoni natijasida sodir bo‘ladi.

Tashuvchi gaz (elyuyent) oqimi ajratilishi lozim bo‘lgan, bug‘ xolidagi, aralashmani o‘zi bilan birga xromatografik kolonka bo‘ylab, tashish jarayonida sorbsiya $\leftrightarrow$ desorbsiya jarayonlari ko‘p marta takrorlanib, ajratiluvchi tarkibiy qismlarni XF va QF orasidagi dinamik muvozanati qaror topadi. Ajratiluvchi tarkibiy qismlarni XF dan QF ga va aksincha, QF dan XF ga ko‘p martalab o‘tish jarayoni butun xromatografik kolonka bo‘ylab, ajratiluvchi moddalar elyuyent bilan birga kolonkadan chiqib ketguncha davom etadi.

Ajratiluvchi moddalarni QF ga bo‘lgan moyilligi turlicha bo‘lgani sababli, sorbsiya $\leftrightarrow$ desorbsiya o‘tishlari davomida ularni QF da ushlanish vaqti ham turlicha

bo'ladi. Moddani qaynash xarorati va QF dagi nisbiy eruvchanligi qanchalik katta bo'lsa, ya'ni taksimlanish ko'effitsiyenti qanchalik katta bo'lsa, u modda QF da shunchalik uzoqroq ushlanadi va xromatografik kolonkadan shunchalik kechikib chiqadi. Xromatografik kolonkadan tashuvchi gaz (elyuyent) bilan birga butkul (yoki qisman) ajratilgan bug' xolatidagi moddalarning ayrim xududlari (hajmlari) chiqaboshlaydi.

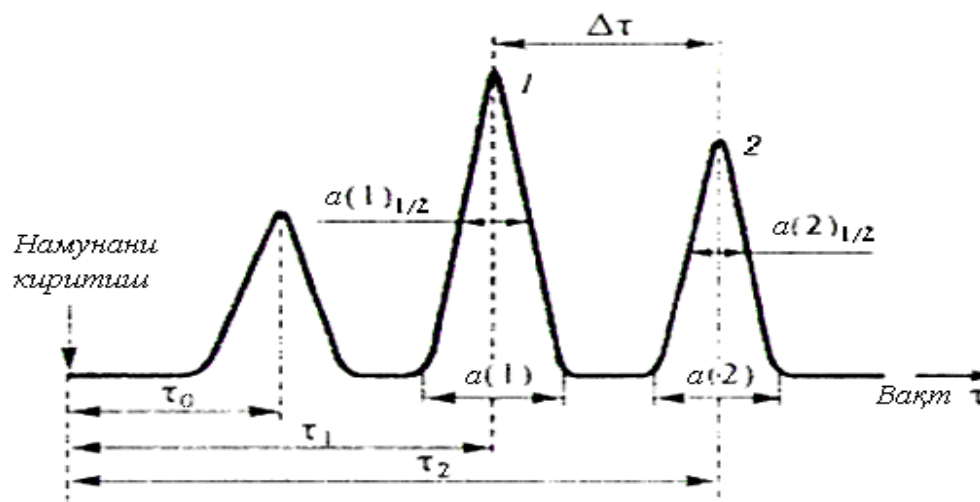
Agar ikkita ajratiluvchi tarkibiy qismning taqsimlanish ko'effitsiyentlari bir xil bo'lsa, (9.6) ular bir-biridan ajralmaydi. Agar taqsimlanish ko'effitsiyentlari farqli bo'lsa, ular bir-biridan ajraladi va kolonkadan birinchi navbatda taqsimlanish ko'effitsiyenti kichik bo'lgan modda ajralib chiqadi.

Ajratilgan tarkibiy qismlar tashuvchi gaz bilan birga xromatografning gazli-bug' oqimidagi modda miqdorini elektrik signal xolida qayd etuvchi detektoriga boradi. XF ning bug'li xududida moddaning konsentratsiyasi qanchalik ko'p bo'lsa, elektrik signal ham shunchalik kuchli bo'ladi. Elektrik signal kuchaytiriladi va xromatografning qayd etuvchi uskunasi qayd etilib, kompyuter monitorida (o'zi yozar uskunasi) xromatogramma yoziladi. Ajratilishi lozim bo'lgan aralashma tarkibiy qismlarini sifat va miqdoriy tahlilida ana shu xromatogrammadan foydalaniladi.

4.2.2 Usulning nazaryasi xaqida tushuncha

Ushlanish omili. Qayd etuvchi asbob signalini vaqt oralig'idagi grafik tasviri *xromatogramma* deb ataladi. Xromatogrammada aralashmadan ajralgan har bir tarkibiy qismga tegishli chuqqi ko'rinishidagi tasvir xosil bo'ladi. Absissa o'qiga vaqt (yoki masofa) ordinata o'qiga analitik signal qiymati qo'yiladi. Analitik signalning qiymati aralashma tarkibidagi tegishli tarkibiy qism miqdoriga to'g'ri mutanosib bo'lib, aralashmadagi moddaning miqdori qanchalik ko'p bo'lsa, unga tegishli signal ham shunchalik kuchli bo'ladi.

4.2 rasmda uch komponentli sistema (tarkibiy qismlarining) ajralishini tasvirlovchi xromatogrammani sxematik tasviri berilgan.



4.2-rasm. Uch komponentli aralashma ajralishi xromatogrammasini sxemasi.

τ_0 – sorbsiyalanmaydigan komponentni ushlanish vahti;

τ_1 – birinchi komponentni ushlanish vahti;

τ_2 – ikkinchi komponentni ushlaish vahti; $a(1)$ va $a(2)$ – 1- va 2-komponentlarga tegishli cho‘qqilar kengligi; $a(1)_{1/2}$ va $a(2)_{1/2}$ – 1- va 2-komponentlarga tegishli cho‘qqilar

yarim kengligi; $\Delta\tau$ – cho‘qqilarni o‘zaro ajralish kattaligi.

Aralashma kolonkaga sorbsiyalanuvchi 1- va 2-komponentlardan, xamda sorbsiyalanmay-digan komponentdan iborat. Xromatogramma uchchala tarkibiy qismni xar biriga alohida cho‘qqilar mavjud. Ayni xolda absissa o‘qiga vaqt qo‘yilgan. Vertikal strelka namunani

4.3.Lyuminessent tahlil

Lyuminessensiya xodisasiga asoslangan optik usullar majmuasi lyuminessent tahlil deyiladi.

Energiyaning turli manba‘lari ta‘sirida moddani shu‘lalanishi – lyuminessensiya deb ataladi.

Lyuminessent tahlil usullari turlicha tasniflangan:

1) Qo‘zg‘atish uslubi, qo‘zg‘atuvchi manba‘ning turiga ko‘ra:

Fotolyuminessensiya – spektrning UB va ko‘rinadigan soxa, nurlari ta‘sirida moddani shu‘lalanishi.

Xemolyuminessensiya – kimyoviy reaksiyaning energiyasi xisobiga, moddani shu‘lalanishi.

Rentgenolyuminessensiya – rentgen nurlari ta‘sirida moddani shu‘lalanishi.

Katodolyuminessensiya – gaz xolatida katod lampasidan chiqayotgan elektronlar oqimi ta‘sirida moddani shulalanishi.

Termolyuminessensiya – qizdirib cho‘g‘latilgan moddani shu‘lalanishi.

Analitik kimyoda axamiyati kamroq bo‘lgan lyuminessensiyaning boshqa turlari: sanolyuminessensiya (ultratovush ta‘sirida qo‘zg‘atish), ionolyuminessensiya (vakumda ishqoriy metallar ionlari oqimi bilan qo‘zg‘atish), atom fluoressensiyasi (atomlarni alangada qo‘zg‘olishi), tribolyuminessensiya (mexanik qo‘zg‘atish), radiolyuminessensiya (radioaktiv nur ta‘mirida qo‘zg‘atish).

2) Ikkilamchi shu‘lalanish davomiyligiga ko‘ra:

Fluoressensiya, – qo‘zg‘atuvchi manb’a ta‘siri to‘xtatilgach darxol so‘nuvchi sho‘la. Shu‘lalanishni davom etish muddati $\sim 10^{-6}$ - 10^{-9} sekund. Fluoressirlanuvchi moddalar fluoroxromlar deb ataladi.

Fosforessensiya – qo‘zg‘otuvchi manb’a ta‘siri to‘xtatilgandan keyin ham ma‘lum muddat davom etuvchi shu‘lalanish. Shu‘lalanishni davom etish muddati $\sim 10^{-2}$ - 10^{-3} s.

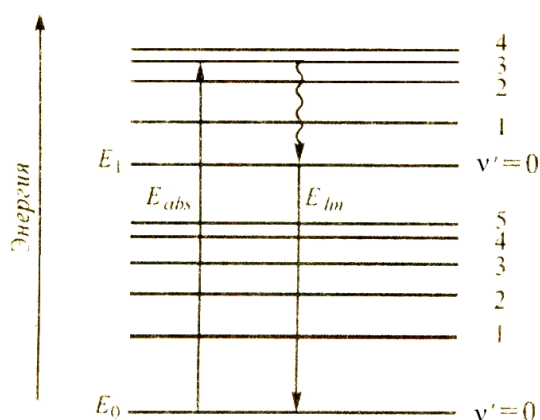
Analitik kimyoda lyuminessensiya turlaridan fluoressensiya ko‘proq ishlatiladi.

Fluorescent tahlil (fluorimetriya)

UB yoki K nurlar bilan yoritilganda aniqlanuvchi moddadan tarqaladigan fluorescent yorug'likni kuzatish (yorqinligini o'lchash) fluorescent tahlil yoki fluorimetriya deb ataladi.

Fluorensensiyaning tabiati. Fluorensensiya xodisasini quyidagi soddalashtirilgan misolda ko'rib chiqamiz.

8.20-rasmda molekula yoki ionni ikkita: asosiy (qo'zg'alman) E_0 va qo'zg'algan E_1 elektron qavatlari tasvirlangan. Bu energetik qavatlarni har birini tarkibida bir necha tebranma energetik qavatlar bo'lib ularni tebranma kvant sonlari $v''=0; 1; 2; \dots; v''_{\max}$ asosiy energetik xolat uchunda $v'=0; 1; 2; \dots; v'_{\max}$ – birinchi qo'zg'algan energetik xolat uchun.



8.20-rasm. Spontan (ichki qo'zg'alish natijasidagi) fluorensensiyaning sodir bo'lish mexanizmi.

Agar molekula (yoki ion) gaz xolatida bo'lsa har bir tebranma xolatning tarkibida aylanma xarakat energetik qavatlar tizimi mavjud bo'ladi. Biroq analitik kimyoda molekula (ionlarni) eritmadagi fluorensensiyasi kuzatilishi va ularni erkin aylanma xarakati, atrofdagi zarralar ta'sirida, bostirilgani sababli, 8.20-rasmda aylanma energetik qavatlar tasvirlanmadi.

Avval bayon etilganidayek xona haroratida molekula va ionlar (qo'zg'alman) asosiy $v''=0$ energetik xolatda bo'ladi. Zarra (molekula yoki ion)ga elektromagnit energiya kvanti $E_{\text{abs}}=h\nu_{\text{abs}}$ (h - plank doimiysi, ν_{abs} - yutilayotgan nur chastotasi) yutilganda uning (zarrani) energiyasi ortib yuqori energetik E_1 -qavatni $v'=3$ tebranma qavatiga o'tadi, 8.20-rasmda ko'rsatilgandek

$$v'' = 0 \rightarrow v' = 3$$

energetik o'tish sodir bo'ladi.

Qo'zg'algan xolatda zarrani mavjudlik vaqti juda qisqa (10^{-9} - 10^{-8} s), qo'zg'algan zarra yutgan energiyasini tezda yo'qotadi. Energiyani yo'qolishi turlicha kechadi.

Birinchidan, qo'zg'algan zarracha yutgan energiyasini yorug'lik kvant xolida to'liq chiqarib o'zini asosiy xoliga qaytadi. Bunday xolda rezonans nurlanishning (shulalanish) to'lqin uzunligi zarrachaga yutilgan kvant energiyasiga teng.

Ikkinchidan, yutilgan energiyani bir qismi boshqa zarrachalar bilan to'qnashishga (shulalanmay) sarf bo'lishi mumkin, natijada qo'zg'algan zarracha Ye_1 energetik xolatni 3-chi qo'zg'algan tebranma xolatidan ($v' \neq 0$ xolatdan) quyi tebranma qavat $v' = 0$ ga tushadi va zarrani bu qaytishida shulalanish sodir bo'ladi.

$$v' \neq 0 \rightarrow v' = 0$$

8.20-rasmda bu o'tish

$$v' = 3 \rightarrow v' = 0$$

dek strelkasi pastga qaratilgan to'lqinsimon chiziqda ko'rsatilgan.

So'ngra $E_{lm} = h\nu_{lm}$ energiya ν_{lm} shulalanish bilan sodir bo'ladigan lyuminescent nurning chastotasi (lm -lyuminessensiya belgisi). Energiya shu'lalanib tarqalishi natijasida zarrachalar $v' = 0$ tebranma qavatdan $v'' = 0$ asosiy tebranma qavatga o'tadi. Ana shu shulalanish ayni xolda lyuminessensiyani – fluressensiya turiga xos.

Umuman olganda lyuminessensiya (fluoresensiya)ga sabab bo'lgan energetik o'tishni tizimini quyidagicha tasvirlash mumkin.

$$v'' = 0 \rightarrow v' = n \ (n=1,2,3...) \text{ qo'zg'alish } E_{abs} \rightarrow h\nu_{abs},$$

$$v' = n \rightarrow v' = 0 \text{ shulalanmasdan sodir bo'ladigan o'tish,}$$

$$v' = 0 \rightarrow v'' = 0 \text{ lyuminessensiya } E_{lm} = h\nu_{lm}.$$

Binobarin lyuminescent nur energiyasi Ye_{lm} zarrani qo'zg'alishi uchun yutilgan E_{abs} nurdan kichik bo'ladi

$$E_{lm} = n\nu_{lm} < E_{abs} = h\nu_{abs}$$

(abs-qisqartma-absorbshion-yutilish ma'nosini beradi).

Demak lyuminescent nurning chastotasi ν_{lm} yutilgan nur chastotasi ν_{abs} dan doimo kichik va ayni xolda lyuminescent nurlar to'lqin uzunligi λ_{lm} aksincha yutilgan nur to'lqin uzunligi λ_{abs} dan uzunroq, (katta) bo'ladi

chunki chastota ν to'lqin uzunlikga λ teskari mutanosib $\lambda = c/\nu$, bu yerda c – yorug'lik tezligi.

(8.10) tengsizlik Stoks-Levshin qoidasi bo'lib quyidagicha ta'riflanadi: *fluorescent shulalangan yorug'lik chastotasi, (zarraga yutilgan) qo'zg'atuvchi nur chastotasidan kichik, fluorescent nurning to'lqin uzunligi yutilgan nur to'lqin uzunligidan katta bo'ladi.*

Stoks qoidasidan shunday xulosa chiqarish mumkinki UB nurlarini yutuvchi moddalardan spektrni ko'rinadigan soxasiga doir fluressent yorug'lik tarqaladi.

Stoks-Levshin qoidasi mutlaq, ya'ni absolyut emas, ba'zan "antistoks" soxa deb ataluvchi, chetlanishlar ham qo'zatiladi.

Lyuminessensiya (fluoressensiya)ni ba'zi tavsiflari. Fluoressensiyaning asosiy tavsiflarini ko'rib chiqamiz.

Fluorescent nurlanish intensivligini (I_{lm}) to'liq uzunliklar yoki chastotalar bo'yicha taqsimlanishi – *fluoressensiya spektri deb ataladi*

$$I_{lm} = f(\nu) \text{ yoki } I_{lm} = \varphi(\lambda)$$

Ko'pincha lyuminessent spektr I_{lm}/ν koordinatlarida (ν -chastota) tasvirlanadi.

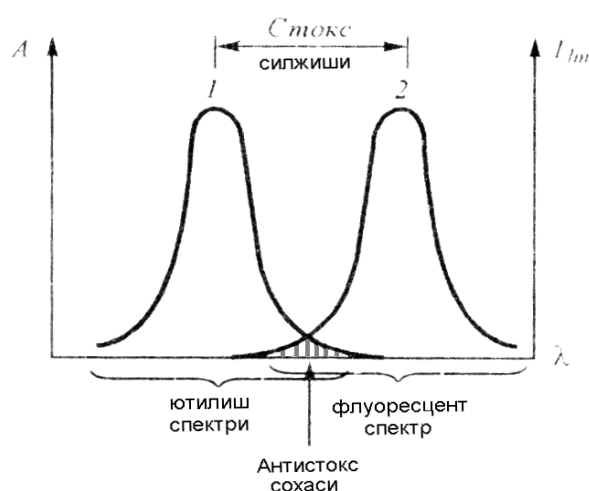
Fluorensiya spektrlari yutilish spektrlari bilan bog'langan va muayyan qonuniyatlarga bo'yin sunadi. Ana shu qonuniyatlar bilan qisqacha tanishtiramiz.

Stoks-Levshin qonuni: fluorensiya spektri yutilish spektriga nisbatan doimo kattaroq (uzunroq) to'liq uzunliklar tomon siljigan bo'ladi (8.21-rasm).

Agar yutilish spektrida absissa o'qiga to'liq uzunligi λ emas chastota ν , ordinata o'qiga molyar yutilish koeffitsienti, fluorensiya spektri I_{lm}/ν koordinatlarida chizilsa V.L.Levshinni oyna simmetriya qoidasi bajariladi – *ya'ni ikki xil spektrni kesishgan nuqtasidan absissa (chastota) o'qiga tushirilgan perpendikulyarga nisbatan yutilish va fluorensiya spektri oyna simmetriyasi ko'rinishida bo'ladi.*

V.L.Levshin qoidasi mutlaq to'g'ri emas. Bu qoida molekulasini va qo'zg'algan elektron qavatlaridagi tebranma pog'analar tuzilishi bir xil bo'lgan moddalardagina kuzatiladi.

Yutilish va fluorensiya spektrlari maksimumlari orasidagi masofa *stoks siljishi* deb ataladi (8.21-rasm).



21. rasm. (1) Yutilish spektri va (2) fluorensiya spektri
A – optik zichlik,
 I_{lm} – lyuminessensiya intensivligi,
 λ – to'liq uzunligi

Fluorescent moddalar, elektron-tebranma xolatlari farqlangani sababli, stoks siljish qiymatlari ham turlicha bo'ladi. Stoks siljishi qanchalik katta bo'lsa lyuminessent moddalarni fluorescent usulda aniqlashning aniqligi shunchalik ortadi.

Xaqiqatan fluorensensiya intensivligini I_{lm} o'lchashga qo'zg'atuvchi nur xalaqit beradi. Quyidagi xollarda:

a) fluoressent nur, qo'zg'atuvchi nur yorug'lik oqimiga, perpendikulyar yo'nalishda kuzatilsa,

b) nursuzgich yordamida qo'zg'atuvchi nur spektral qismi fluoressent nur spektral qismidan ajratilganda – qo'zg'atuvchi nurning fluoressent nur intensivligini I_{lm} o'lchashga bo'lgan salbiy ta'sirini yo'qotish mumkin.

Stoks siljishi qanchalik katta ya'ni yutilish va fluorensensiya spektri maksimumlari orasidagi farq qanchalik katta bo'lsa yorug'lik bandlarini kuzatish va spektrlarni qayd etish aniqligi shunchalik yuqori bo'ladi.

Odatda fluorensensiya spektri yutilish spektriga nisbatan ~50-100 nm-ga (batoxrom) uzun to'lqin uzunlik tomon siljigan va shulalanish bandini kengligi (~100-200 nm)ni tashkil etadi.

Lyuminessensiya energetik unumi φ_{ye} – lyuminessent nur energiyasi E_{lm} ni elektronlar qo'zg'alishi uchun yutilgan nur E_{abs} energiyasiga nisbatidir

$$\varphi_e = E_{lm} / E_{abs}$$

Lyuminessensiya energetik unumi yutilgan yorug'lik energiyasini lyuminessent nur energiyasiga aylanish samaradorligini tavsiflaydi.

Lyuminessensiya kvant unumi φ -lyuminessensiya (fluorensensiya) shulalanib chiqqan kvantlar sonini N_{lm} , qo'zg'atuvchi nurning yutilgan N_{abs} kvantlar soniga nisbati

$$\varphi_e = N_{lm} / N_{abs} \quad (11)$$

bo'lib, fluorensensiya kvant unumi qanchalik katta bo'lsa qo'zg'atuvchi yorug'likni fluoressent nurlanish samaradorligi shunchalik katta bo'ladi.

Fluorensensiya kvant unumi qo'zg'atuvchi yorug'lik to'lqin uzunligi, eritilgan fluoressent moddaning tabiati, eritmani konsentratsiyasi xarorat, eritmadagi aralashmalarga bog'liq.

Mashxur fizik-optik olim S.I.Vavilov quyidagi qonuniyatni kashf etgan: *qo'zg'atuvchi yorug'lik to'lqin uzunligi fluorensensiya to'lqin uzunligidan (muayan chegarada) kichik bo'lsa fluorensensiya kvant unumi o'zgarmas bo'ladi.*

$\lambda_{abs} < \lambda_{lm}$ bo'lganda $\varphi = \text{const}$,

$\lambda_{abs} > \lambda_{lm}$ bo'lganda (antitoks soxada) kvant unumi keskin kamayadi.

Vavilov qonunidan quyidagi **xulosa** chiqadi: muayyan spektral oraliqda $\lambda_{abs} < \lambda_{lm}$ bo'lganda lyuminessensiya (fluorensensiya) spektri qo'zg'atuvchi nur spektrini qaysi soxasida bo'lishiga bog'liq emas ya'ni, *lyuminessensiya (fluorensensiya) spektri qo'zg'atuvchi nurning to'lqin uzunligiga bog'liq emas.*

Masalan, fluoresssein, organik birikma, $\lambda_{lm} = 560$ nm da fluoressent nur taratadi. Mazkur fluoressent nurlanishni ko‘rinadigan soxa ($\lambda_{abs} = 500$ nm) yoki UB nurlari bilan nurlantirib (qo‘zg‘atib) xosil qilish mumkin.

Amalda fluoressensiyani xosil qilish uchun qo‘zg‘atuvchi sifatida UB nurlaridan foydalaniladi, bunda stoks siljish qiymati kattaroq bo‘ladi.

Miqdoriy fluoressent tahlil. Miqdoriy tahlilni o‘tkazishda fluoressensiyani qo‘llash asoslarini ko‘rib chiqamiz.

Miqdoriy fluoressent tahlil asoslari. Bu usul lyuminessensiya (fluoressensiya) intensivligi I_{lm} ni eritmadagi aniqlanuvchi modda konsentratsiyasiga to‘g‘ri mutanosibligiga asoslangan

$$I_{lm} = k \cdot c$$

(12)

Bu yerda k – proporsionallik koefitsenti (8.12) ifoda Vavilov qonuni bajarilganda, kvant unimi $\varphi = \text{const}$ o‘zgarmas bo‘lganda, kuchga ega.

Bu shart qanchalik zarurligini ko‘rib chiqamiz. Ma’lumki, fluoressensiya intensivligi I_{lm} lyuminessensiya kvantlar soniga N_{lm} mutanosib

$$I_{lm} = k' \cdot N_{lm}$$

bu yerda k' – proporsionallik doimiysi. Ta’rifga ko‘ra

$$\varphi = N_{lm} / N_{abs}$$

bo‘lgani uchun $N_{lm} = \varphi \cdot N_{abs}$ va $I_{lm} = k' \cdot \varphi \cdot N_{abs}$

Yorug‘lik yutilishini asosiy qonuni bajarilganda yutilgan kvantlar soni N_{abs} eritmasining konsentratsiyasiga to‘g‘ri mutanosib.

$$N_{abs} = k'' \cdot c$$

bu yerda k'' – mutanosiblik koefitsiyenti. Unda

$$I_{lm} = k' \cdot \varphi \cdot k'' \cdot c$$

Agar $\varphi = \text{const}$ bo‘lsa $k' \cdot \text{const}$ va $k'' = \text{const}$ bo‘lgani sababli $k' \cdot \varphi \cdot k'' = \text{const} = k$ ko‘paytmaning qiymati ham o‘zgarmas. Binobarin

$$I_{lm} = k \cdot c$$

(12) tenglamaga mos.

Kvant unimi φ qancha katta bo‘lsa 8.12-ifodadagi mutanosiblik koefitsenti k va fluoressent tahlil sezgirligi ham shunchali katta bo‘ladi. Shunday qilib fluoressent tahlildan fluoressensiya kvant usuli o‘zgarmas va katta bo‘lgan xollarda qo‘llanilishi mumkin

$$\Phi = \varphi_{\max} = \text{const}$$

(13)

Fluoressent tahlilni o‘tkazish shartlari. Yuqorida bayon etilganlar asosida fluoressent taxlilni meyoriy shartlari quyidagilardan iborat bo‘lmog‘i lozim:

1) Kvant unimi doimiy bo'lgani uchun Vavilov qonuniga binoan quyidagi shart bajarilishi kerak : $\lambda_{\text{abs}} < \lambda_{\text{lm}}$

Qo'zg'atuvchi nur to'liq uzunligi tanlanganda, I_{lm} ni, binobarin tahlil etiluvchi eritmada aniqlanuvchi modda konsentratsiyasini aniqlash xatoligi, λ_{abs} va λ_{lm} farqi va stoks siljish qiymatiga bog'liqligini xisobga olmoq kerak.

Odatda qo'zg'atuvchi nur sifatida 250-800 nm oralig'idagi nurlardan foydalaniladi.

2) Tahlil etiluvchi eritma juda suyultirilgan ($c < 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$) bo'lishi kerak. Juda suyultirilgan eritmada fluoressirlanuvchi moddaning konsentratsiyasi ortgan sari (kvant unimi o'zgarmaganda) lyuminessensiya (fluoressensiya) intensivligi avvaliga konsentratsiyaga mutanosib ravishda ortadi, so'ngra keskin kamayib ketadi.

Eritma konsentratsiyasi ortganda lyuminessensiya intensivligini kamayishi lyuminessensiyaning konsentratsion so'nishi deb ataladi.

Fluoressensiyaning konsentratsion so'nishi kuzatiladigan minimal konsentratsiya chegaraviy konsentratsiya deyiladi. Aniqlanishi mumkin bo'lgan konsentratsiyalar oralig'ini yuqori qiymati chegaraviy konsentratsiya ($\sim 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$) bilan cheklangan.

Fluoressensiya konsentratsion so'nishini – fluoressirlanuvchi modda zarrachalarini o'zaro to'qnashuvi bilan izoxlash mumkin. Ana shunday to'qnashuvlarda qo'zg'algan zarralar energiyasi to'qnashuvlarga sarflanib nursiz energiyaga aylanib ketishi extimolligi ortadi.

3) Begona aralashmalar yo'qotilishi kerak. Begona aralashma ta'sirida fluoressensiyaning kuchayishi, yoki kamayishi va xatto so'nishi ham kuzatilishi mumkin.

Aralashma tarkibida fluoressirlanuvchi modda bo'lganida fluoressensiya intensivligi ortadi.

Fluoressensiyaning kamayishi va so'nishi faqat fluoressirlanuvchi zarralar to'qnashuvlar soni ortishi natijasida emas balki aralashma qo'zg'atuvchi nurni bir qismini yutib uni bir qismini nursizlangan energiya sifatida yo'qotishi oqibatida ham vujudga keladi.

Tahlil etiluvchi eritmada erigan kislarodni bo'lishi ham fluoressensiyaning pasayishi xatto so'nishiga sabab bo'ladi.

Fluoressent tahlilda ishlatiladigan barcha reaktivlar yuqori darajada toza bo'lmog'i shart.

4) Fluorimetrik o'lchashlar o'zgarmas xaroratda olib boriladi. *Xaroratni ortishi fluoressensiyaning so'ndiradi.*

5) Aniqlanuvchi moddani fluoressent xususiyati bo'lmasa, *lyuminessent reaksiya* o'tkaziladi.

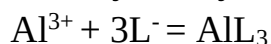
Lyuminessensiyaning paydo bo'lishi, yo'qolishi yoki rangini o'zgarishi bilan boradigan reaksiya *lyuminessent reaksiya* deyiladi. Lyuminessent reaksiyada eritmani kislotaviy muxiti, niqoblovchi reagent, erituvchini tabiati katta rol o'ynaydi.

Ayrim noorganik moddalar (masalan, uran va nodir yer metal elementlarini birikmalari) va ko'pgina organik birikmalar fluouressensiya xususiyatiga ega.

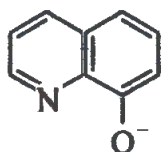
Lyuminessent reaksiyalarning ko'pchiligi metal kationlarini aniqlash uchun ixtiro etilgan.

Lyuminessent reaksiyalariga ba'zi misollar:

a) L_1^+ , Be^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} kationlarini fluorimetrik aniqlash uchun bu kationlarini 8-oksixinolin bilan lyumenissent reaksiyasi o'tkazilib fluouressirlovchi ichki kompleks birikma xosil qilinadi (8-oasixinolinni o'zi fluouressiyalanmaydi). Alyuminiy kationini aniqlashda alyuminiy oksixinolinati $pH=6,5-9,5$ quyidagi sxemada xosil qilinadi



bu yerda L - oksixinalinat ioni



Alyuminiyni xosil bo'lgan kompleksi suvda oz erigani sababli suvli fazadan xloroformga ekstraksiyalanadi. Kompleksni xloformli ekstrakti yashil rangda. Bu eritmadagi kompleks yashil rangda fluouressensiyalanadi. Kompleks fluouressensiyasini to'liq uzunligi $\lambda_{lm}=520$ nm, kompleksga yutiluvchi (qo'g'atuvchi) nurning to'liq uzunligi $\lambda_{abs}=390$ nm. Bu reaksiya vositasida alyuminiyni ochilish chegarasi bir sm^3 eritmada 0,004 mkg.

b) Natriy kationlarini sink uranil atsetat bilan fluouressent reaksiyasi vositasida ochish mumkin. Xosil bo'lgan reaksiya maxsuloti natriy sink uranil atsetat yashil rangli lyumenissent nurda shu'lalanadi. Reaksiya spetsifik ya'ni faqat natriy ioniga xos. Natriy kationini ochilish chegarasi 2,5 mkg, suyultirish chegarasi 20000 ml/g.

v) Kristallofosforlarni xosil qilish. Ko'pchilik moddalar kristal xolida lyuminessent xossasini namoyon etmaydi. Ammo ba'zan, ularga boshqa element birikmalarini muayyan aralashmalari (aktivator) kiritalganda, o'ziga xos lyuminessensiya paydo bo'ladi. Bunday birikmalar *kristallofosforlar* deb ataladi.

Anorganik kristallofosforlardan mis, kumush va boshqa metallar bilan fa'ollantirilgan davriy sistemani I va II guruh elementlari tuzlarini misol sifatida keltirish mumkin. Qalay (II) ni kaliy yodid tuzini tarkibiga kirgan qalaydan iborat kristallofosfor lyuminessensiyasidan aniqlash mumkin. Tahlilni bajarish uchun filtr qog'ozida qalay (II) $SnCl_2$ kaliy yodid bilan tomchi reaksiyasi o'tkaziladi. Xosil bo'lgan kristallofosfor UB yorug'ligida sariq fluouressent nur bilan shu'lalanadi. Reaksiyani sezgirliigi yuqori, ochish minimumi 0,02 mkg.

g) Lyuminessent reaksiyalar yupqa qabat xromatografiyasida ajratiluvchi yoki aniq-lanuvchi modda xromatografik dog'ini aniqlashda qo'llanadi. Xosil bo'lgan

xromatogramma UB nurlari bilan yoritilganda dog‘lar (xromatografiyalangan modda lyumenissent xususiyatiga ega bo‘lsa) sho‘lalanadi yoki (qo‘zatiluvchi modda fluoressent xossaga ega bo‘lmaganda) lyumini for modda bilan qoplangan plastinkani dog‘lari o‘rnida lyuminessensiya yo‘qoladi.

Konsentratsiyani aniqlash usullari. Fluoressent tahlilda aniqlanuvchi moddaning konsentratsiyasi fluoressensiya intensivligini o‘lchab, darajalash chizmasi yoki bir standartli usulda aniqlanadi.

Darajali chizma usuli. Aniqlanuvchi modda konsentratsiyalari ortib boruvchi c_1 , c_2 , c_3 ,... etalon eritmalar qatori tayyorlanadi. Zarur bo‘lganda lyuminessent reaksiya o‘tkaziladi. Xar bir etalon eritmaning fluoressensiyasi bir xil sharoitda o‘lchanadi. O‘lchangan natijalar asosida $I_{lm}-c$ koordinatlarida darajalash chizmasi chiziladi. So‘ngra tahlil etiluvchi eritmaning lyuminessensiyasi ayni o‘shanday sharoitda o‘lchanadi va darajalash chizmasidan o‘lchangan $I_{lm}(x)$ ga tegishli c_x konsentratsiya topiladi.

Darajalash chizmasidan fluoressensiya intensivligini konsentratsiyaga chiziqli bog‘lanishi bo‘lmagan xolda ham foydalanish mumkin.

Bir standart usuli. Vavilov qonuni bajarilgan xolda aniqlanuvchi moddani tahlil etiluvchi eritmasining konsentratsiyasiga yaqin ammo aniq konsentratsiyali standart eritma tayyorlanadi. Bir xil sharoitda standart I_s va taxlil etuvchi I_x eritmalar fluoressent intensivligi o‘lchanadi.

Vavilov qonuniga binoan:

$$I_s = k \cdot c_s$$

$$I_x = k \cdot c_x$$

Bu yerda k mutanosiblik koeffitsenti. Bu ikki ifodadan:

$$I_s/I_x = c_s/c_x$$

$$c_x = I_s \cdot c_x / I_x \quad (14)$$

8.14-ifoda asosida taxlil etiluvchi eritmadagi aniqlanuvchi moddaning s_x konsentratsiyasi hisoblanadi.

Fluoressent tahlilni qo‘llanishi. Fluorimetriya miqdoriy tahlilni sezgir-farmakopeya usuli bo‘lib, tahlil etiluvchi eritmadagi aniqlanuvchi moddaning juda oz miqdorini aniqlashda qo‘llanadi.

Ochish minimumi – g‘oyatda kichik $\sim 10^{-8}\%$ gacha. Bu usulda konsentratsiyasi $10^{-12} - 10^{-15}$ g/dm³ bo‘lgan eritmalar aniqlanishi mumkin.

Usulning uskunasi nisbatan sodda. Fluorimetrik tahlil xatoligi 2-5 (ba’zi xollarda 10%) foizni tashkil etadi.

Bu usul farmakopeya tahlilida keng qo‘llanadi. Masalan, foliy kislotasi, etakridin laktat, xinin gidroxlid, natriy paraminosalitsilati, xlortetratsiklin gidroxlridi, rezerpin, tiamin xlrid, riboflovin bromidi va boshqalar sifat nazoratida ishlatiladi.

Ko'pchilik metal kationlarini turli organik reagentlar, masalan, 8-oksixinalin, 2,2 digidroksiazobenzol bilan lyuminessent reaksiyalar vositasida xelat kompleks birikmalarga o'tkazib, fluorimetrik aniqlash usullari ishlab chiqilgan. Masalan, biologik suyuqliklar – qon, siydik tarkibidagi magniy kationlari 8-oksixinolin ko'mpleksiga o'tkazib fluorimetrik usulda aniqlanadi.

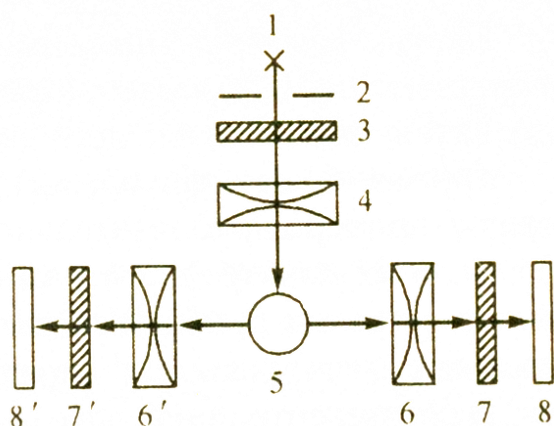
Ekstraksion-fluorimetrik tahlil. Fluorescent tahlilni bir turi bo'lib, aniqlanuvchi fluoressent modda suvli muhitdan suyuq organik fazaga ekstraksiyalangach aniqlanuvchi moddaning fluoressensiya intensivligi o'lchanadi.

Bu usul aniqlanuvchi moddani xalaqit beruvchi aralashmalardan ajratish zarurati bo'lganda yoki lyuminessent reaksiya (agar shunday reaksiya o'tkazilgan bo'lsa) mahsuloti suvda oz erigani xolda organik erituvchida yaxshi erigani uchun ekstragent sifatida organik erituvchi ishlatilgan xollarda qo'llanadi.

Ko'pchilik metall kationlarini turli organik reagentlar: masalan 8-oksixinolin, 2,2 digidroksiazobenzol bilan lyuminessent reaksiyalar vositasida xelat kompleks birikmalarga o'tkazib fluorimetrik aniqlash usullari ishlab chiqilgan. Masalan, biologik suyuqliklar qon, siydik tarkibidagi magniy kationlari 8-oksixinolin kompleksiga o'tkazib fluorimetrik usulda aniqlanadi.

Usulni amalga oshirish uslubi. Fluoryessent taxlilni bajarish uchun, turli, nisbatan sodda fotoelektrofluorimetrlar ishlatiladi.

22. rasmda eng sodda fluorimetrlarning optik sxemasi tasvirlangan.



22-rasm. EF-3M elektron fluorimetrini

asosiy optik sxemasi:

1-nur manbasi (kvarts lampasi)

2-Diafragma, 3-birlamchi svetofiltr

4-kondensor (kvarts linzasi)

5-aniqlovchi eritma quyilgan probirka,

6, 6'-kondensorlar (kvarts prizmalari)

7, 7'-ikkilamchi nirsizgichlar

8, 8' -fotoelement

Yorug'lik nuri 1-chi manba'dan diafragma 2 tirqishidan nirsuzgich 3 ga tushadi. Nirsuzgich qo'zg'atuvchi nur to'lqin uzunligidagi yorug'likni tanlab o'tkazadi. Kvartsli kondensor – 4 dan o'tib, taxlil etiluvchi eritma quyilgan probirkaga tushadi. Fluoresseyn nuri 6 va 6' kondensor linzalarida kuzatiluvchi nurga perpendikulyar yo'nalishda yig'ilib, 7 va 7' ikkilamchi nirsuzgichlardan fluorissent nur to'lqin uzunlikdagi yorug'likni tanlab o'tkaziladi va 8,8' fotoelementlarga tushadi. Fotoelementlarda yorug'lik energiyasi elektr energiyasi (fototok)ga aylanadi. Ana shu fototok kuchaytirilib

mikroampermetr (yoki milliampermetr)da o'lchanadi. Mikro ampermetr shkalasini qiymatlari fluorissensiya intesivligiga proporsional.

Qo'zg'atuvchi UB nur manbai sifatida kvars lampasi qo'llanadi. Birlamchi svetofiltr nur manбайдan qo'zg'atuvchi nur spektral diapazonini ajratib beradi, ikkilamchi nursuzgichda fluorissensiya to'liq uzunligiga oid yorug'lik ajratiladi. Fluorissent nurni qabul qiluvchi priyomnik sifatida fotoelement va fotoko'paytirgich ishlatiladi.

Tahlil erituvchi eritmani probirkaga quyib, kyuveta bo'limiga joylashtiriladi. Avval kyuveta bo'limiga toza erituvchi quyilgan probirka o'rnatilib, asbobni strelkasi shkalani nol xolatiga to'g'rilanadi. So'ngra, agar bitta standart usuli qo'llansa, strelka shkala o'rtasiga to'g'rilanadi standart eritmani fluorissensiyasi o'lchanadi.

Darajalangan chizma usuli qo'llanganda asbob strelkasini toza erituvchi bo'yicha nolga to'g'rilangach, eng katta konsentratsiyali etalon eritma fluorissensiyasi o'lchanib asbobni strelkasi milliampermetr shkalasini (jami 100 ulushidan) 80-90 ga to'g'rilanadi.

Shundan so'ng qolgan etalon eritmalar va tahlil eritma fluorissensiyasi o'lchanadi.

Barcha o'lchashlar eritma isib (fluorissensiya so'nib) qolmasligi uchun tez o'tkazilishi lozim.

Qo'zg'atuvchi nurga nisbatan perpendikulyar yo'nalishdagi fluorissensiyani o'lchashdan tashqari, fluorissensiyani qo'zg'atuvchi nurga nisbatan o'tkir burchak bilan tarqaluvchi frontal usuli ham ishlab chiqilgan. Amalda bu usullar kamroq, yutilish kuchli bo'lgan muxitlar uchun qo'llanadi.

Fluorescent indikator vositasida titrlash. Fluorimetrik titrlash jarayonida titrlanuvchi eritma fluorissensiyasi vizual (ko'z bilan chamalab) yoki fotometrik kuzatib boriladi. Titrlanuvchi eritma titrlash davomida qo'zg'atuvchi nur manba'i (masalan simob lampasi) bilan yoritib qo'yiladi. Kuzatuvni fotometrik usulida o'lchov natijalari asosida koordinata o'qiga asbobdan yozib olingan I_m qiymati absissa o'qiga qo'shilgan tirant xajmini qo'yib, titrlash egrisi chiziladi. TSN ni titrlash egrisini to'g'ri chiziqli qismlarini titrlash egrisi bukilgan chizig'i bilan kesishguncha ekstrapolyatsiyalab (davom etdirib) topiladi.

Fluorescent indikatorlar. Muayyan to'liq uzunlikdagi nur bilan yoritilganda E.N.da fluoressensiyasini o'zgartiruvchi organik birikma fluorescent indikator deyiladi.

Bu usul ko'proq kislota asosli titrlashda qo'llanadi. Kislota asosli fluorescent indikatorlarni ionlashgan va ionlashmagan neytral shakllari turli fluoressensiyaga ega bo'lib fluoressensiya o'zgaradigan pH oralig'i bilan tavsiflanadi.

Fluorescent indikator fluoressensiya rangini odatda pH ni tor oralig'ini o'zgartirgani sababli titrimetrik tahlil aniqligini ta'minlaydi. Titrlash, qorong'ulikda, titrlanuvchi eritmani qo'zg'atuvchi nur manba'i bilan yoritilgan xolda bajariladi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

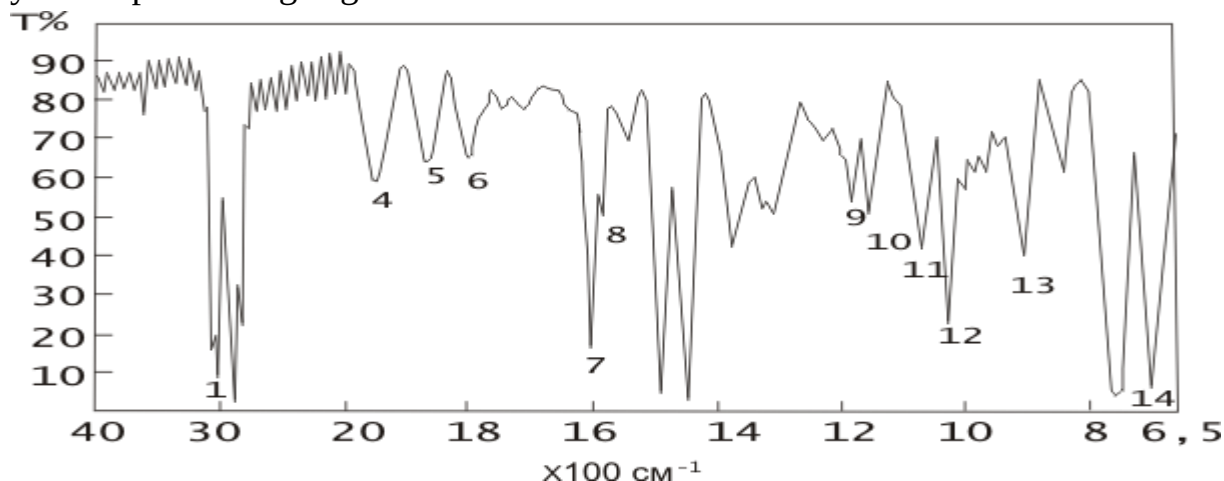
1. Noorganik va organik birikmalarni ajratishda xromatografiyaning qanday turlari qo'llaniladi?
2. Suyuqlik xromatografiyasining organik birikmalarni ajratishdagi afzalliklari.
3. Gaz xromatografiyasida noorganik moddalar qanday ajratiladi va bu usulning asosiy xususiyatlari qanday?
4. Ion almashinuvi xromatografiyasining asosiy tamoyillari qanday? Noorganik ionlarni ajratishda qanday qo'llaniladi?
5. Infraqizil spektroskopiyasi (IQ) organik birikmalarni ajratishda qanday yordam beradi?
6. Mass-spektrometrik tahlil yordamida organik birikmalarni ajratishning qanday afzalliklari mavjud?
7. YMR (yadro magnit rezonans) spektroskopiyasida noorganik va organik birikmalarni ajratishda qanday farqlar mavjud?
8. Organik kislotalar va asoslarning o'zaro reaksiyalaridan qanday foydalanib, organik va noorganik moddalarni ajratish mumkin?
9. Elektroanalitik metodlar, masalan, voltamperometriya usuli yordamida noorganik va organik moddalarning ajratilishini tushuntirib bering.
10. Organik va noorganik birikmalarni ajratishda xatoliklar va noaniqliklar qanday yuzaga kelishi mumkin, va ularni qanday minimallashtirish mumkin?
11. Organik birikmalarni ajratishda UF spektroskopiyasining roli qanday?

IV. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

1-amaliy mashg'ulot: Noorganik va organik moddalar

Ishdan maqsad: Spektrofotometrlarni to'liq soni bo'yicha darajalash uchun, yutilish polosalarining maksimumlari yuqori aniqlikda o'lchangan ba'zi moddalarning spektrlaridan foydalanish juda qulay. Moddaning spektrini etalon sifatida ishlatish uchun u juda ko'p ingichka yutilish polosalariga ega bo'lishi kerak. Ba'zi oddiy moddalarning (HCl, HBr, CO, H₂O, NH₃) tebranish-aylanish spektrining polosalari bunday talabga javob beradi. Bu spektrlar yutilish polosalarining maksimumlari 0,01 sm⁻¹ aniqlikkacha o'lchangan. Ba'zi bir suyuqliklarning va qattiq plenkalarning spektrlarini ham etalon sifatida ishlatish mumkin.

Spektrning 700 - 4000 sm⁻¹ oralig'ida ishlovchi spektrofotometrlarni darajalashda qalinligi 25 mkm bo'lgan polistirol plyonkasi ishlatiladi. Polistirol, spektrning 2800 - 3100 sm⁻¹ va 700 - 2000 sm⁻¹ oraliqlarida juda xarakterli yutilish polosalariga ega (3.4 - rasm). Qalinligi 10 sm va bosimi 200 mm s.u. bo'lgan gaz holatidagi ammiak spektrining 3100 - 3500 sm⁻¹ va 700 - 1250 sm⁻¹ oraliqlarida, HCl bug'lari 2600 - 3100 sm⁻¹, HBr bug'lari 2400 - 2600 sm⁻¹ va SO ning bug'lari 2000 - 2200 sm⁻¹ oraliqlarda ingichka yutilish polosalariga ega.



1-rasm. Polistirol plyonkasining infraqizil yutilish spektri

Ishni bajarish tartibi:

1. Spektrofotometrning tegishli yorug'lik yo'liga qalinligi 25 mkm bo'lgan polistirol plyonkasini o'rnatish.
2. Polistirol spektrini yozing va uning yutilish polosalarini maksimumiga to'g'ri keluvchi to'liq sonlarini o'lchang (ν_{ulchanan}).
3. Olingan spektrni etalon spektr bilan solishtirib, o'xshash polosalarni toping. Polistirolning IQ spektriga tegishli ma'lumotlar ilovaning 6.5. bo'limida berilgan.
4. Etalon spektr polosasining haqiqiy qiymati (ν_{etalon}) bilan asbob o'lchagan (ko'rsatgan) qiymatlari (ν_{ulchanan}) orasidagi bog'lanishni ifodalovchi darajalash grafigini chizing.

Nazorat savollari:

1. Spektr nima?
2. Spektrofotometrlar qaysi sohada ishlaydi?
3. IK-spektr sohasini
4. Atom-absorbsion usulda fonning nurlanishi va yutishi nima? Ular analizga qanday a'sir ko'rsatadi? Bu ta'sir qanday hisobga olinadi?
5. Sifatliy spektral analizni qaysi usul bilan o'tkazish ma'qul
6. Spektrofotometrik analiz nimaga asoslangan?
7. Rentgenoskopik analiz usullari nimaga asoslangan? Xos rentgen nurlari sustlashtiruvchi nurlardan nimasi bilan farqlanadi? Ularning qanday imkoniyatlari bor?
8. Spektral buferlar, qo'llanilish sohalari.
9. Spektrofotometr asosiy sxemasini nima tashkil etadi?
10. Sifat va miqdoriy rentgenospektral analiz qanday bajariladi? Spektrofotometrik va fotometrik analiz metodlari.

2- ba 3 -amaliy mashg'ulot:

2- ba 3-mavzu: Tabiiy va sintetik organik birikmalar haqida hozirgi zamon tasavvurlari. Zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqotlar.

Ishdan maqsad: Qattiq moddalarning IQ spektrlarini o'lchash uchun bir qancha usullar mavjud. Ularning orasida keng tarqalganlaridan biri pasta usulidir. Bu usul, nisbatan oddiy va etarli darajada ishonchli bo'lib, uni istalgan qattiq moddaning IQ spektrini olish uchun qo'llash mumkin.

Pasta usulida moddaning mineral yog'dagi suspenziyasi tayyorlanadi. Tabiiyki, mineral yog'ning o'zi tadqiq qilinayotgan IQ sohada yutilish polosalariga ega bo'lmasligi kerak. Suspenziya tayyorlash uchun odatda, vazelin yog'i ishlatiladi Vazelin yog'i spektrning katta sohasida ($3100 - 5000 \text{ cm}^{-1}$, $1500 - 2700 \text{ cm}^{-1}$, $700 - 1300 \text{ cm}^{-1}$) IQ nurlar uchun tiniqdir.

Ishni bajarish tartibi:

1. Spektrofotometrni polistirol plyonkasi orqali darajalab oling.
2. Suspenziya tayyorlang (tadqiq qilinayotgan moddaning 50 gramini maydalab, 5 tomchi vazelin yog'i bilan yaxshilab aralashtiring).
3. Yig'ma kyuveta oynalaridan birining yuzasiga yupqa suspenziya qatlamini surting va ustiga ikkinchi oynani qo'yib, ushlagichga mahkamlab, uni spektrofotometrning ishchi kanaliga o'rning.
4. Yig'ma kyuveta oynalari orasiga bir necha tomchi vazelin yog'i tomizib, uni taqqoslash kanaliga o'rning.
5. Tadqiq qilinayotgan namunaning IQ spektrini keng oraliqda yozing.

6. Kitobning ilova qismidagi tegishli jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib, intensiv yutilish polosalarining qaysi guruhlarga tegishli ekanligini aniqlang.

Infraqizil yutilish spektrlarini o'lchaydigan asboblari.

IKS-29 infraqizil spektrofotometrning tuzilishi va ishlash prinsipi.

IKS-29 infraqizil spektrofotometri turli moddalarning yutilish spektrlarini qayd qilishga va ularning o'tkazish koeffitsientini spektrning 4200 dan 400 sm^{-1} oraliqda o'lchashga mo'ljallangan. Spektr, o'tkazish koeffitsienti foizlarda, to'liq uzunligi sm^{-1} larda darajalangan maxsus qog'ozga pero orqali qayd qilinadi.

Spektrofotometrning ba'zi texnik kattaliklari.

Qayd qilinadigan spektr oralig'i, sm^{-1} ----- 4200 dan 400 gacha.

Monoxromatori bir nurli avtokollimatsion sxema asosida qurilgan.

nisbiy tirqishi ----- 1:6,28

Kollimator - paraboloid shaklidagi oyna

qorachig'i, mm ----- 43x50

fokus masofasi, mm ----- 278

Dispersiyalovchi elementlari 1 mm da 150 ta o'yiqlik (shtrix) (spektrning 4200 - 1200 sm^{-1} oralig'i uchun) va 1 mm da 50 ta o'yiqlik bo'lgan (91400 - 400 sm^{-1} oraliq uchun) ikkita difraksion panjara.

Spektrga yoyish to'liq sonlari bo'yicha tekis amalga oshiriladi. To'liq soni 1200 sm^{-1} bo'lganda panjaralar almashadi.

Spektrofotometrning spektrning 1000 sm^{-1} atrofida to'liq sonlari shkalasi bo'yicha qo'yadigan xatosi, sm^{-1} ----- ± 1

O'tkazish koeffitsienti shkalasi bo'yicha 10 - 100% oraliqda

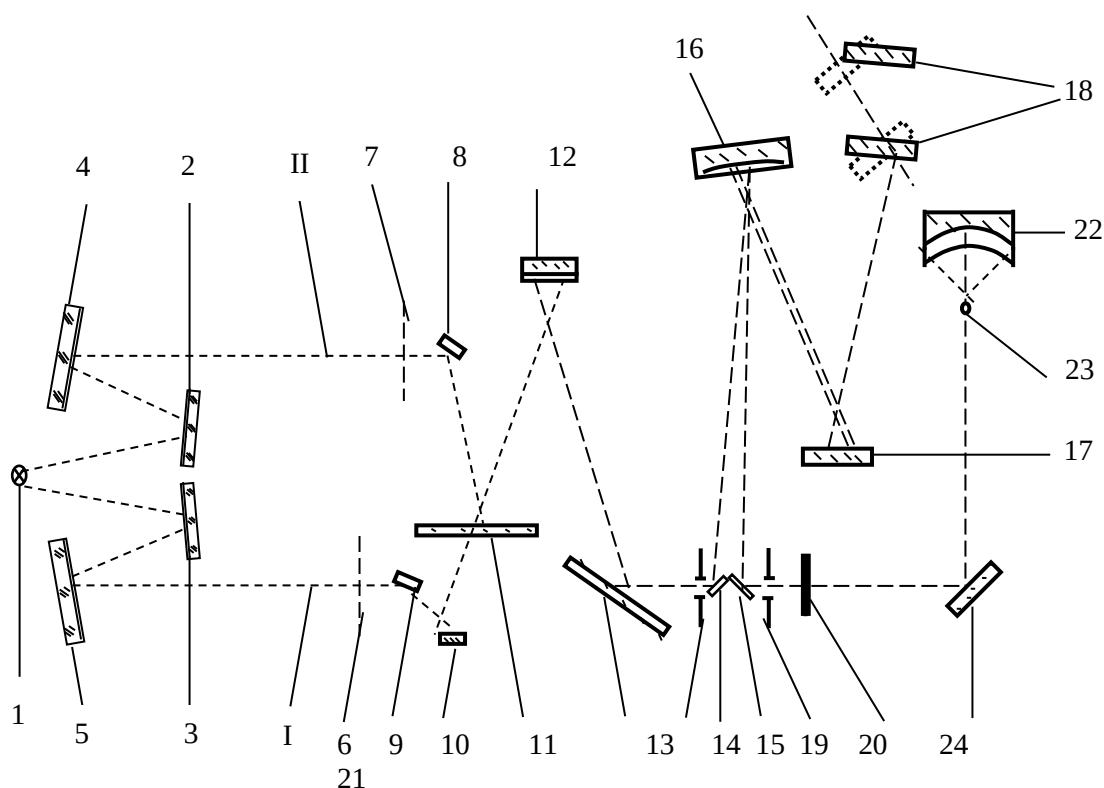
qo'yadigan xatosi, % ----- ± 1

Spektrofotometrning spektrning 1122 sm^{-1} qismidagi ajratib ko'rsata olish qobiliyati

----- 850 dan kam emas.

Infraqizil nurlar manbai ----- karbid kremniyli globalar

Infraqizil nurlarni qabul qilgich ----- vismutli bolometr



Rasm. IKS-29 infraqizil spektrofotometrning optik sxemasi. 1 - infraqizil nurlar manbai-globar; 2, 3, 4 va 5 – yorug'lik yo'lini o'zgartiruvchi sferik ko'zgular; 6 - kompensatsiyalovchi fotometrik pona; 7 - fotometrik pona; 8, 9, 10, 13, 15, 17, 19 va 21 - buruvchi yassi ko'zgular; 11 - modulyator; 12 - sferik ko'zgu; 14 - kirish va 20 - chiqish tirqishlari; 16 - kollimator va kameraning ob'ektivi; 18 - difraktsion panjaralar; 22 - ellips shaklidagi ko'zgu; 23 - bolometr; 24 - interferentsion filtrlar. I va II yorug'lik oqimlari

Spektrofotometrning ikki nurli sxema bo'yicha ishlashi optik nol usuliga asoslangan. Yorug'lik manбайдan chiqayotgan nurlar ko'zgular orqali ikkita dasta shaklida asbobning kyuveta bo'lmasiga yo'naltiriladi. Dastalardan birining yo'liga tadqiq qilinayotgan namuna solingan kyuveta, ikkinchisining yo'liga fotometrik pona va solishtiriladigan namuna (erituvchi) to'ldirilgan kyuveta o'rnatiladi. Ikkala yorug'lik dastasi ham bir xil fotometrik xossaga ega. Ikkala dasta ham ko'zguli modulyatorga yo'naltiriladi. Modulyator dastalarni navbat bilan monoxromatorga o'tkazadi.

Spektrofotometrning optik sxemasi rasmda ko'rsatilgan. Namunalar tomonidan ikkala dastaning nurlari ham yutilmaganda bolometrغا bir xil intensivlikka ega bo'lgan yorug'lik oqimlari tushadi va signal bo'lmaydi. Nurlardan biri yutilayotgan bo'lsa, bolometrغا har xil intensivlikka ega bo'lgan yorug'lik oqimlari kelib tushadi. Buning natijasida esa chastotasi modulyatorning aylanish chastotasiga (12,5 Gs) teng bo'lgan o'zgaruvchan signal hosil bo'ladi. Bu signal kuchaytirilib, qayta o'zgartirilgandan so'ng elektrodvigatelning chulg'amiga uzatiladi. U esa, o'z navbatida, yorug'lik oqimlarining

intensivliklari orasida hosil bo'lgan farqni to'lgacha kamaytirish uchun fotometrik ponani siljitadi. Optik nol usulining nomi ham shundan kelib chiqqan.

Fotometrik pona pero bilan bog'langan. SHuning uchun pona siljiganda pero ham unga mos harakat qilib maxsus qog'ozga namunaning spektrini yozadi.

Nurlanish manbai 1 dan kelayotgan yorug'lik 2, 3, 4, 5 sferik ko'zgular yordamida I va II dastalarga ajratiladi. Kompensatsiyalovchi 6 va 7 fotometrik ponalar o'rnatilgan tekislikka yorug'lik manbaining 1,85 marta kattalashtirilgan tasviri tushiriladi. 8, 9, 10 ko'zgulardan va 11 modulyatorning oynalangan yuzasidan qaytgan yorug'lik 12 sferik ko'zguga yo'naltiriladi.

Navbat bilan oldi to'siladigan yorug'lik dastalari 12 va 13 ko'zgular orqali 14 kirish tirqishiga yo'naltirilib, uning tekisligiga fokuslanadi. Sferik 12 va 13 yassi ko'zgular yorug'lik manbaining 1,42 marta kattalashtirilgan tasvirini monoxromatorning kirish tirqishiga tushiradi. Yorug'lik 14 kirish tirqishidan o'tgandan keyin 15 yassi ko'zgu orqali parabola shaklidagi 16 ob'ektivga yo'naltiriladi. Bu ob'ektivning fokal tekisligiga kirish va chiqish tirqishlari o'rnatilgan. Ob'ektivdan qaytgan nurlar parallel dasta shaklida 17 yassi ko'zguga tushadi. Ko'zgu esa bu nurlarni to'liq uzunliklari bo'yicha spektrga yoyish uchun 18 difraksion panjaralarning biriga yo'naltiradi.

Difraksiyalangan nur yana 17 yassi ko'zguga va undan qaytib 19 ko'zgu yordamida kirish tirqishining tasvirini 20 chiqish tirqishining tekisligiga tushiruvchi 16 ob'ektivga tushadi. Chiqish tirqishidan o'tgan nur 21 yassi ko'zgu orqali ellips shaklidagi 22 ko'zguga tushadi, u esa o'z navbatida chiqish tirqishining tasvirini 0,125 marta kichraytirib nurni 23 bolometrning yorug'lik qabul qiluvchi yuzasiga tushiradi.

Spektrofotometrda har xil doimiylikka ega bo'lgan ikkita difraksion panjara (nuxsasi) ishlatiladi. Birinchi panjara (1 mm da 150 ta o'yiqlik bor) 4200 dan 1200 sm^{-1} gacha bo'lgan oraliqda ishlaydi va 2800 sm^{-1} to'liq sonida energiyaning maksimal konsentratsiyasiga ega. Ikkinchi panjara (1 mm da 50 ta o'yiqlik bor) 1400 dan to 400 sm^{-1} gacha bo'lgan oraliqda ishlaydi va 800 sm^{-1} da energiyaning maksimal konsentratsiyasiga ega.

Birinchi tartibli spektrning ustiga tushadigan yuqori tartibli spektrlarni kesib qolish, chiqish tirqishining orqa tomoniga o'rnatilgan beshta 24 interferensiyalar filtrlar tomonidan amalga oshiriladi.

Interferensiyalar filtrlarning ishlash oralig'i jadvalda keltirilgan.

Jadval. Interferensiyalar filtrlarni ishlash oralig'i

Filtrning nomeri	Ishlash oralig'i, sm^{-1}
1	4200 - 3000
2	3000 - 1880
3	1880 - 1060

4	1060 - 640
5	640 – 400

Xalaqit beruvchi yorug‘likni kamaytirish uchun spektrofotometrning 13 ko‘zgusi almashadigan qilingan; 4200 dan 1136 sm^{-1} oraliqda yuzasi alyuminiy bilan qoplangan, 1136 dan to 635 sm^{-1} gacha bo‘lgan oraliqda yaltiramaydigan xira ko‘zgular, 635 dan to 400 sm^{-1} oraliqdagi nurlar uchun litiy ftordan tayyorlangan plastinka ishlatiladi.

Difraksion panjaralarni, qaytaruvchi va interferensiyon filtrlarni spektrning belgilangan nuqtalarida almashtirish avtomatik ravishda amalga oshiriladi.

Monoxromatorning kirish va chiqish tirqishlari simmetrik bo‘lib bir vaqtda bir xil kenglikda 0.01 dan 4 mm gacha ochiladi.

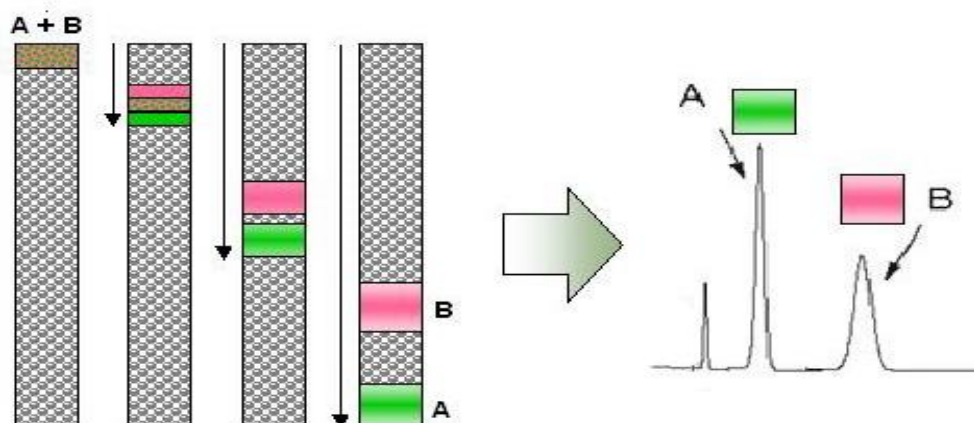
Spektrofotometrda to‘lqin sonlari yozilgan shkalani ekranga tushiruvchi qurilma bor.

4-amaliy mashg‘ulot: Zamonaviy fizik-kimyoviy usullar.

Ishdan maqsad: Organik birikmalarni individual holatda spektrlarini o‘lchash orqali ajratib olish. Ularning bir biridan ajratib olish uchun bir qancha xromatografik va optik usullar mavjud. Ular orasida keng tarqalganlaridan biri bu xromatografik usulidir. Bu usul, nisbatan oddiy va etarli darajada ishonchli va sezgir bo‘lib, uni istalgan suyuq va qattiq moddaning spektrini olish uchun qo‘llash mumkin.

TAQSIMLANISH XROMATOGRAFIYASI

Ikkita o‘zaro aralashmaydigan suyuqlik yoki harakatsiz suyuq va gazfazalarda turlicha taqsimlanish koeffitsientlariga ega bo‘lgan moddalarni ajratishda ishlatiladi. Harakatsiz faza sifatida maxsus suyuqlik bilan bo‘ktirilgan qattiq tashuvchi ishlatiladi, harakatchan faza esa erituvchi (suyuqlik taqsimlanish xromatografiyasi) yoki gaz (gaz-suyuqlik xromatografiyasi, GSX, ГЖХ, GLC) bo‘lishi mumkin. Taqsimlanish xromatografiyasi kolonkalarda yoki qog‘ozda olibboriladi. Taqsimlash xromatografiyasi sinalayotgan aralashmadagi komponentlarning bir-biri bilan aralashmaydigan ikki suyuq fazada taqsimlanish koeffitsiyentining farqiga asoslanadi.



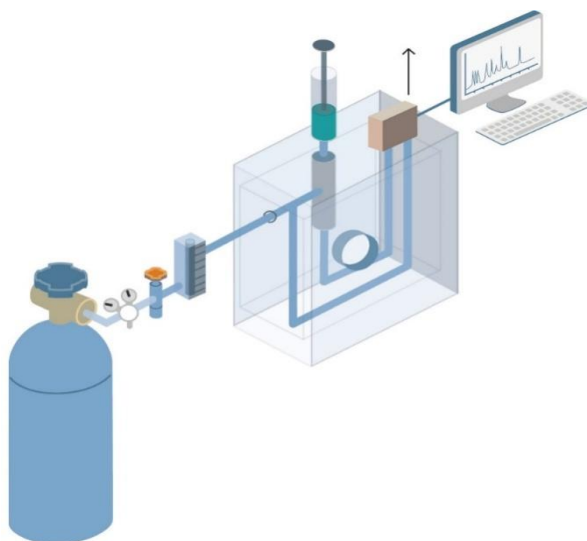
Bunda fazalardan bittasi qo‘zg‘almaydigan bo‘lib, qattiq adsorbentlarning teshiklarida bo‘ladi. Qattiq adsorbent sifatida sellulyoza, silikagel, kraxmal ishlatiladi.

Qo'zg'almaydigan faza nisbatan ancha qutbli erituvchidan iborat bo'lishi kerak, aks holda qo'zg'aladigan faza sorbent teshiklaridan qo'zg'almaydigan fazani siqib chiqaradi. Bunday faza qog'ozga adsorbsiyalangan yoki silikagelga qo'shilgan suvdur. Xromatografiya kolonkada bajariladigan va qog'oz xromatografiyasi bo'ladi. Taqsimlanish xromatografiyasi ajratilayotgan aralashmadagi tarkibiyqismlarning bir-biri bilan o'zaro aralashmaydigan ikki suyuqlik o'rtasidagitaqsimlanish koeffisiyentlarining turlichaligiga asoslangan. Bunda suyuqliklardan biri adsorbentga adsorbsiyalangan bo'lib, u turg'un faza vazifasini bajaradi. Ikkinchi suyuqlik esa harakatchan faza bo'lib, qattiq adsorbentda adsorбилanganturg'un faza orqali o'tib, aralashmadagi moddalarni tashiydi.

GAZ XROMATOGRAFIYA

Parchalanmay bug' holatiga o'tadigan moddalarning analizi va ajratilishi uchun ko'pincha gaz xromatografiyasi 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'ovaklipolimerlar va boshqalar ishlatiladi. 1953 yilda D.A. Vyahirov, A.I. Bruk va S.A. Guglin, Yanaklar birinchi marta gaz xromatografik kolonkadan chiqayotgan tekshiriluvchi moddalarni aniqlash usulini taklif etdilar. Bunda kolonkadan chiqayotgan gaz oqimining byuretkadagi ishqorda yutilishini ko'rsatilib o'tilgan.

Gaz xromatografiyasi amaliyotida yangi sorbentlarni, qo'zg'almas suyuqfazalarni, turli ko'rinishdagi kolonkalarni yaratish uslubi analitik imkoniyatlarinima'lum darajada kengaytiradi.



Gaz xromatografiyasi ham quyidagi belgilariga asoslanib sinflanadi:

- a) fazalarni agregat holatiga asoslanib;
- b) elementar xususiyatlariga asosan;
- v) fazalarni o'zaro harakatiga asosan;
- g) usul asboblarning jihozlanishiga asosan;

d) olib boriladigan ishning maqsadiga asosan.

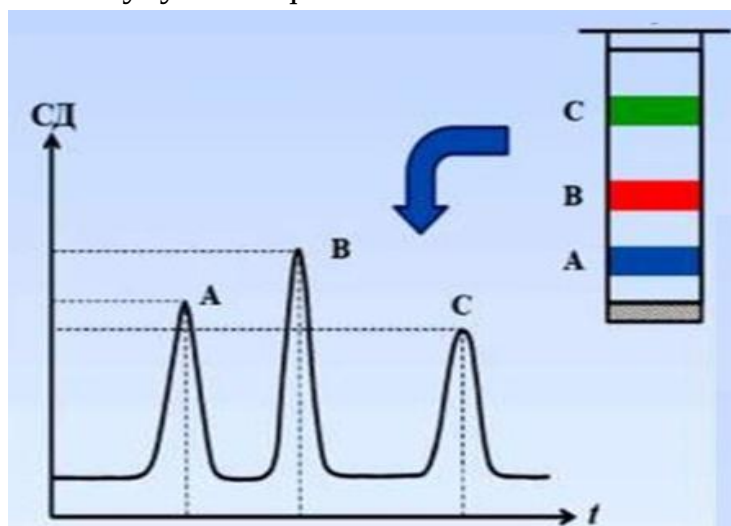
A) Fazalarning agregat holati barcha xromatografik usullarga ta'luqli bo'lib, gazxromatografiyasida qo'zg'aluvchan faza sifatida gaz yoki bug' holidagimoddalardan foydalaniladi. Shunga asosan gaz xromatografiyasini ikki turga gazadsorbsion (gaz - qattiq sorbent) va gaz - suyuqlik xromatografiyasiga bo'linadi. Gaz adsorbsion xromatografiyaning birinchi turi qo'zg'almas faza sifatida qattiqsorbent - adsorbit, ikkinchi turi esa qattiq sorbent ustiga bir xil qalinlikdajoylashtirilgan suyuqlikdan iborat.

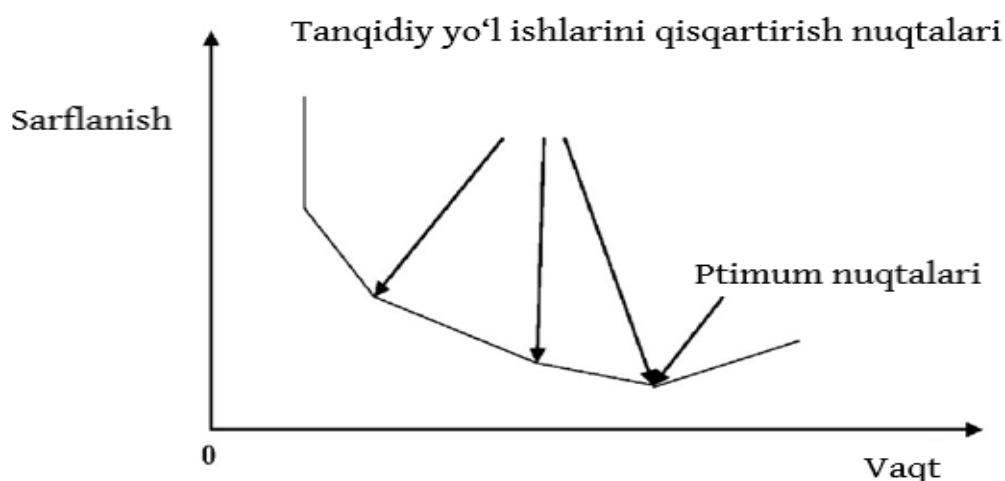
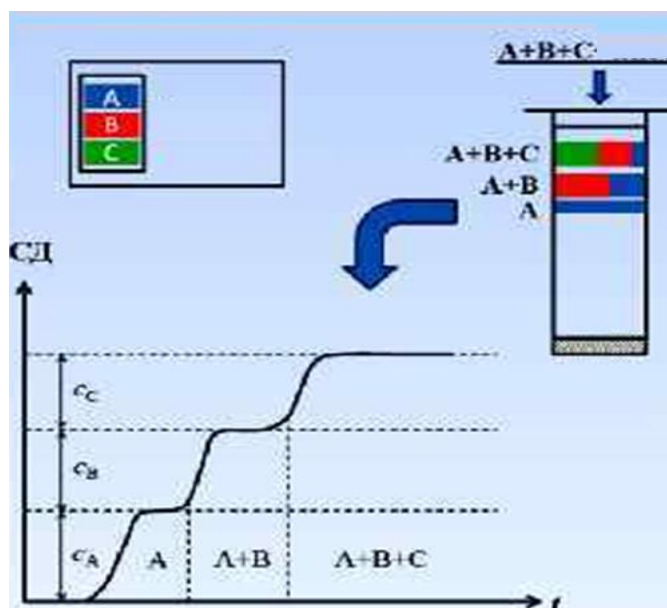
B) Elementar xususiyatiga asosan sinflanishi qo'zg'almas faza suyuqlik bo'lsa, uholda elementar xususiyati uning erituvchida eriganligidir. Bu holatdatekshiriluvchi dori moddasi qo'zg'almas suyuq fazada erib, so'ngra qo'zg'almas vaqo'zg'aluvchi fazalar orasida taqsimlanadi. Dori moddasini bunday ajratilishitaqsimlanish xromatografiyasiga ta'luqlidir.

V) Fazalarni o'zaro harakatiga asoslangan GX turi uchta usul dan iborat:

1. Elyuyent. 2. Frontal. 3. Siqib chiqarish.

1. Elyuyent xromatografiyasi - uslubida tekshiriluvchi aralashmakomponentlari kolonkadan o'zining sorbsiyalanishiga asoslanib alohida bir-biridanajralgan modda zonalari oraliqlarida toza elyuyent chiqadi.





Ajralish davomidabirinchi bo'lib, kolonkadan kam adsorbsiyalanish xususiyatiga ega (yoki kam erishkoeffitsentiga ega) bo'lgan aralashma tarkibi, toza qo'zg'aluvchi gaz hamdakolonkadan chiqishiga nisbatan kuchli adsorbsiyalanuvchi tarkib va yana toza gazoqimi ajraladi. Bu usul GSX da ko'p ishlatiladi, chunki tahlilning optimal sharoitida amaliytekshiriluvchi aralashma komponentlari to'liq ajraladi. Buni ushlanish vaqti bilanbelgilanib, miqdoriy tarkibi esa xromatogrammadagi cho'qqiga asoslanib, aniqlanadi. Ajralishni tashqari kolonkadan chiqayotgan alohida moddalarni har xilkimyoviy va fizik-kimyoviy usullar bilan ham aniqlash va baholash mumkin.

Amaliyotda ko'pincha harakatsiz fazalar ko'pligi sababli gaz-suyuqlik xromatografiyasi keng ishlatiladi. GSXda namunaning komponentlarga ajralishi harakatlanuvchi gaz faza va harakatsiz suyuq fazalar orasida ko'p takrorlanuvchi jarayon natijasida yuzaga keladi. Komponentlarning harakatlanish tezligi ularning uchuvchanligiga va harakatsiz suyuq fazada erish xususiyatiga bog'liq. Suyuqfazada eruvchanligi kam va yuqori uchuvchanlikka ega komponent berilgan temperaturada

kolonkada tezroq harakatlanadi va aksincha, uchuvchanligi kam vaeruvchanligi yuqori komponent sekin harakatlanadi. Harakatchanlik qanchalikkatta bo'lsa, moddaning kolonkada ushlanish vaqti shunchalik kam bo'ladi.

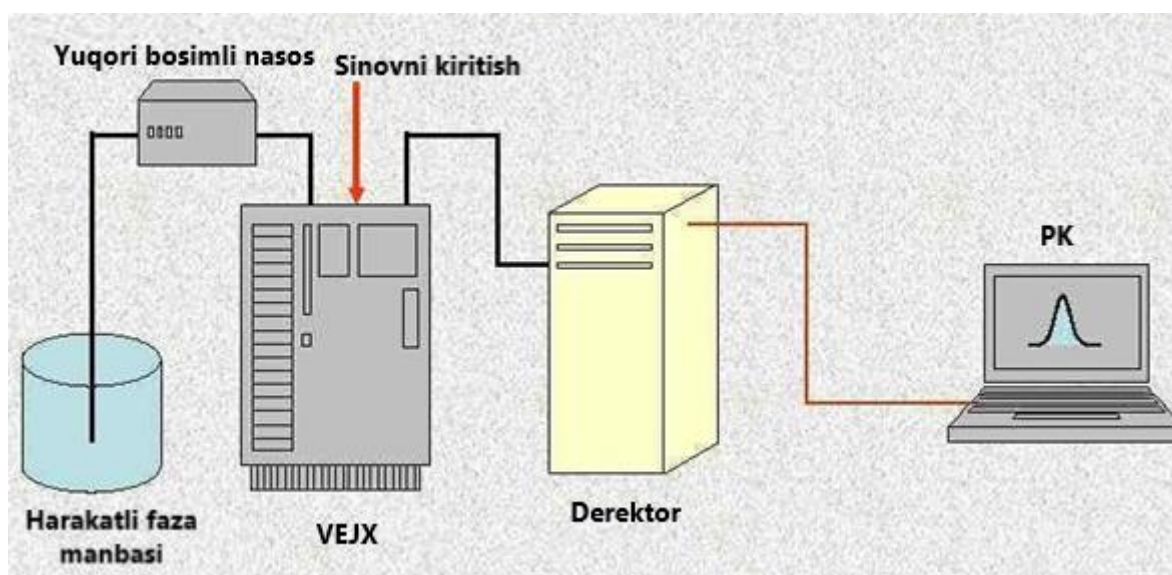
YUQORI BOSIM SUYUQLIK XROMATOGRAFIYASI.

Bu usul moddalarni eski analitikajratish usulining zamonaviy shakllaridan biri bo'lib, kolonkalarda olib boriladi. Usul yuqori bosimga chidamli, diametri 50mm dan kichik bo'lgan bir xil o'lchamdagi zarrachalarni olish imkonini beradi. Bu zarrachalar odatda markaziy qattiq qism (masalan, shisha) va tor g'ovak (pora)li tashqi qism (masalan, kremniy)lardan iborat bo'lib, o'lchami kichik va zarrachalari yuzasi kattaligi sababli, adsorbtsion xromatografiyada ishlatilib, yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Agar zarrachalar tegishli harakatsiz faza bilan qoplansa, yuqori bosim suyuqlik xromatografiyasini taqsimlanish xromatografiyasi usuli sifatida ishlatish mumkin.



Tayyorlangan kolonkalarining barqarorligini ta'minlash maqsadida harakatsiz fazani odatda tashuvchi bilan kimyoviy (odatda murakkab yoki oddiy efir yordamida) bog'lanadi. Oddiy efir bog'i murakkab efir bog'iga nisbatan mahsulot barqarorligini ko'proq ta'minlaydi, murakkab efir bog'i qutbli erituvchilar ta'sirida o'zgarishi, masalan gidrolizlanishi mumkin. Masalan, oktadetsilsilan bilan qoplangan faza zarrachalarida uglevodorod zanjiri yupqa kremniy qavatiga egashisha bilan oddiy efir bog'i yordamida bog'lanadi va bu teskari fazali sistemaning yuqori samaradorligini va mutlaq barqarorligini ta'minlaydi. Xromatografiyani olib borishda bu zarrachalar ingichka kolonkaga joylashtiriladi (ichki diametri 2-4 mm). Uzunligi 1m gacha bo'lgan kolonkaga joylashtirilgan bunday mayda 23 material, harakatchan faza oqimiga sezilarli qarshilik hosil qiladi, shuning uchunham yuqori bosim ishlatiladi. Odatda kolonkalar 20-30 sm uzunlikda, miqdoriy analizda oqim tezligi 1-3 ml/daqqa, bosim 28 MPa gacha bo'ladi. Hozirda samaradorligi yuqori bo'lgan 5mm diametrli zoldirlari mavjud bo'lib,

ularning yuzasi $300 \text{ m}^2/\text{g}$ ga yetadi. Katta o'lchamli zarrachalarni kolonkalarga quruq holda, 5 mkm diametrli zarrachalarni esa suspensiyon usulda to'ldiriladi. Adsorbsion va taqsimlanish usullaridan tashqari, yuqori bosim prinsipi ionalmashinish xromatografiyasida ham ishlatiladi, buning uchun yetarlicha maydalangan, bosimga chidamli smolalar zarur bo'ladi. Jihozlarning asosiy qismlari: nasos, kolonka, tegishli detektor sistemasi va kuchaytirgich, ular qayd qiluvchi uskunaga bog'langan, bunda lentasimon yozish uskunasi signallarning vaqtga bog'liqlik grafigini tasvirlaydi yoki elektron integratorlardan foydalaniladi. Detektorlar sifatida sindirish ko'rsatkichi yoki fluorestsentsiyaga asoslanib ishlaydigan UB-spektrofotometriya uskunasi ishlatiladi.



YUQORI SAMARALI SUYUQLIK XROMATOGRAFIYASI

(YuSSX, БЭЖХ, HPLC-Highperformance liquid chromatography) - moddalarning murakkab aralashmalarini ajratishning samarali usullaridan biri. Xromatografik ajratish asosida aralashmatarkibidagi komponentlarning fazalar ajralishi chegarasida Vander-Valls (asosan molekulalararo) kuchlari ta'siriga uchrashi yotadi. YuSSX o'rganilayotgan aralashma juda murakkab bo'lgan hollarda uni nisbatan soddaroq aralashma holiga keltirish maqsadida ham qo'llaniladi. Olingan sodda aralashma keyinchalik boshqa fizik-kimyoviy yoki xromatografiya uchun ishlab chiqilgan maxsus usullarda o'rganiladi. Suyuqlik xromatografiyasi prinsipi aralashma komponentlarini o'zaro aralashmaydigan fazalar orasida muvozanatda bo'ladigan taqsimlanishiga asoslanadi. Bunda fazalardan biri harakatsiz va ikkinchisi harakatlanadigan bo'ladi.

YuSSXda yuqori bosim ($\sim 40\text{MPa}$) va mayda donador (odatda 3-5mm, hozirda 1,8mm gacha) sorbentlar ishlatiladi. Bu moddalarning murakkab aralashmasini tezva to'liq ajratish imkonini beradi (tahlilning o'rtacha vaqti 3-30 daq).

YuSSX 24kimyo, neftkimyosi, biologiya, biotexnologiya, tibbiyot, oziq-ovqat sanoati, atrofmuhitni muhofaza qilishda, dori vositalarini tahlil qilish va ishlab chiqarishda va b.sohalarda keng ishlatiladi. Tahlil qilinayotgan yoki ajratilayotgan moddalarningajralish mexanizmiga ko'raYuSSX adsorbsion, taqsimlanish, ion-almashinish,eksklyuzion, ligand-almashinish va b. turlarga bo'linadi. Amaldaesa moddalararalashmasini ajratish bir vaqtning o'zida barcha mexanizmlarda sodir bo'ladi.Masalan, eksklyuzion ajratish adsorbtsion ta'sirlar bilan qiyinlashadi, adsorbtsionajratish esa taqsimlanish bilan va aksincha. Namuna tarkibidagi moddalarningionlanish darajasi, asoslik yoki kislotaliligi, molekulyar massalari, qutblanuvchanligi va boshqa parametrlari orasida farqlar qanchalik katta bo'lsa, ularni ajratishda boshqa mexanizmning namoyon bo'lish ehtimolligi yuqori bo'ladi.



O'rtacha fazali YuSSXda harakatsiz faza harakatlisiga nisbatan qutbliroq, shuning uchun elyuent tarkibida qutbsiz erituvchi ko'proq bo'ladi: geksan: izopropanol = 95:5 (kam qutbli moddalar uchun) xloroform: metanol = 95:5 (o'rtacha qutbli moddalar uchun) xloroform: metanol = 80:20 (kuchli qutblangan moddalar uchun). Teskari fazali YuSSXda harakatsiz fazaning qutbliligi harakatli fazanikiga nisbatan kam, shuning uchun elyuyent tarkibida har doim suv bo'ladi. Bu usuldabiologik faol moddani harakatli fazada to'la eritish mumkin, UB-detektorlarini ishlatish imkoniyati mavjud. Barcha harakatli fazalar o'zaro aralashadi, gradientelyuirlashni amalga oshirish, kolonkani tezda regeneratsiya qilish mumkin. YuSSXuchun matritsa sifatida noorganik (SiO_2 , Al_2O_3) birikmalar yoki organik polimerlar (divinilbenzol bilan tikilgan polistirol yoki polimetakrilat) ishlatiladi. Silikagelishlatish keng tarqalgan. YuSSXda go'vaklar o'lchami katta ahamiyatga ega. Ularqanchalik kichik bo'lsa, elyuirlanayotgan modda

molekulalarining ular orqali o'tishi shunchalik qiyin bo'ladi, natijada sorbentlarning sorbsion sig'imi kam bo'ladi. G'ovaklar qanchalik katta bo'lsa, sorbent zarrachalarining mexanik mustahkamligi shunchalik kam, sorbsion sirt qanchalik kam bo'lsa, samaradorlik ham shunchalik past bo'ladi.

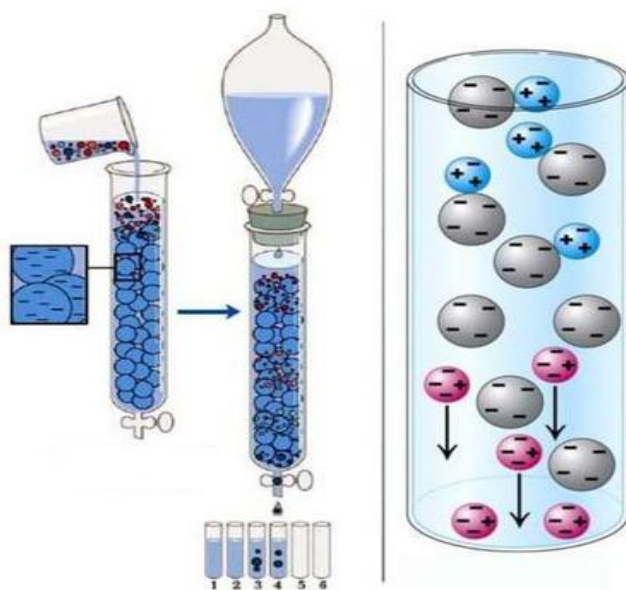


IONXROMATOGRAFIYASI

1932y Nobel mukofoti sohibi I. Langmyur (Langmuir) sirt hodisalari kimyosi sohasida faoliyat olib borgan. Azot to'ldirilgan chiroq vakuumli chiroqdan ravshanbo'lishini isbotlagan. Yuqori vakuumli simob nasosini ixtiro qilgan. Sirtlarning kimyoviy tabiatini ochib bergan. Adsorbsiya izotermasi tenglamasi (Langmyurtenglamasi) muallifi. Suyuqliklar sirtidagi monomolekulyar adsorbsion qatlamlar tuzilishini o'rgangan. Adsorbsiyada to'lgan elektron qavatlarining kulon, molekulalararo dipol va valent, Vander Valls, itarilish kuchlari qatnashishini aniqlagan. Suv osti kemalarini aniqlash usulini ishlab chiqqan. Kimyoviy bog' elektron qavatning to'lishiga bog'liqligini bayon qilgan. Ionlashgan gazlarni "plazma" deb atagan. Elektron harorat nazariyasini ishlab chiqib uni o'lchash usulini (Langmyur zondi) taklif etgan.

Ion almashinish xromatografiyasi ajratilayotgan aralashma eritmasi tarkibidagi

ionlarning ionidlardagi ionlar bilan qaytar almashinuviga asoslangan. Ionidlar ionlanish va ion almashtirish xususiyatiga ega bo'lgan tarkibidafunksional gruppalar bor, erimaydigan yuqori molekular birikmalardir. Ularkationidlar va anionidlarga bo'linadi. Kationid kislotali xossaga ega bo'lib, tarkibidagi karboksil va sulfogruppalarning protonlarini kationlarga almashtiradi. Anionidlar tarkibida asosxossali gruppalar (masalan, amino) bo'ladi. Ion almashinish xromatografiyasi ionidlardagi aktiv gruppalarining ajratilayotgan moddalar ionlari bilan ta'sirlashuviga asoslangan. Ular oksil va aminokislotalarning aralashmalarini ajratishda ishlatiladi. Elyuant xromatografiya usulida sorbent bilan to'lgizilgan kolonka orqali (E)gaz yuborish natijasida avval kolonkada toza gaz, so'ngra dori moddalarning sorbent orasida taqsimlanish xususiyatiga asoslanib ajralishi sodirbo'ladi. Masalan: A va B moddalar kolonkadagi sorbent ustiga shimiladi.



So'ngra gazning harakati natijasida sorbent bilan yaxshi adsorbsiyalanuvchi B modda sorbent tarkibidan sekin harakatlanadi, kam sorbsiyalanuvchi A modda tez harakat qilib bir-biridan ajraladi. Elyuent xromatografiya usuli yordamida dori moddalarini bir-biridan ajratib olishda keng foydalaniladi. Shunga qaramay bu usulni kamchiligi gazning ko'pmiqdorida kolonkaga tushishi natijada yuvilish asosida modda konsentrasiyasini yo'qolishi kuzatiladi. Lekin bu kamchilikni sezgirliги yuqori asboblari yordamida bartaraf etish mumkin.

Frontal usul. Bajarilishi bo'yicha frontal usuli oddiyroq. Bu usul aralashmadagi moddalarni ajratishni tahlil davomida haroratni boshqarib yoki ma'lum bir dastur asosida sorbent haroratini o'zgartirib ham bajarsa bo'ladi. Haroratni dasturlash tahlil imkoniyatlarini oshirish bilan bir qator komponentlar aralashmasini to'liq ajralishini ta'minlaydi. Frontal usul yordamida dori moddasini kolonka orqali o'tkazilganda unda qo'zg'aluvchi faza sifatida sorbent bilan so'rilmaydigan erituvchi yordamida siqib

chiqarish jarayonida foydalaniladi. Bu usul kamishlatiladi.

Siqib chiqarish usuli - aralashmadagi moddalar sorbent qatlami bo'ylab o'zlarining yutilish xususiyati ortishi hisobga qo'zg'aluvchi fazada bir-biriga yopishgan zonalar ko'rinishida moddani absorbsion moyilligi ortishiga bog'liq tartibda harakat qiladi. Qo'zg'aluvchi faza sifatida tanlanadigan tarkib modda erigan suyuqlikdan olingan sorbentdagi aralashmaning boshqa komponentlariga nisbatan yuqori darajada yutilishi kerak.

Asbob uskunani jihozlanishiga asoslanib olib boriladigan xromatografiya usuli kolonkali va kapillyar xromatografiyasi deb yuritiladi.

Xromatografiya usulini olib borish jarayoniga asoslanib sifat va miqdortahlilni olib borishda xromatografiya usulini boshqa fizik-kimyoviy tahlil usullaribilan birgalikda bajarishga qaratilgandir (mass-spektrometriya, IQ-spektrometriya, YAMR va EPR-spektroskopiya). Yuqorida aytilgan barcha xromatografik usullarda aralashma komponentlari ikki faza, statsionar (qo'zg'almas) va qo'zg'aluvchi faza o'rtasida taqsimlanadi. Agar qo'zg'aluvchi faza sifatida gaz ishlatilsa, qo'zg'almas faza sifatida faqat, qattiq jism-sorbent (aktivlangan ko'mir, silikagel, alyuminiy oksidi va boshqalar) qo'llanilsa, bunday ko'rinish gaz-adsorbsion xromatografiyasi deyiladi. Agar qo'zg'aluvchi faza sifatida gaz, qo'zg'almas faza sifatida qattiq moddaustiga qoplangan yuqori qaynash darajasiga ega suyuqlik qo'llanilsa bunday ko'rinish gaz-suyuqlik xromatografiyasi deyiladi. Shunday qilib GSX usuli tahlil qilinayotgan moddalarning gaz va suyuqlik fazalari orasidagi qayta taqsimlanishni aniqlashga asoslangan usuldir.

GSX da tahlil qilinuvchi aralashmaning komponentlari qattiq sorbent ustiga qoplangan suyuqlik fazasida turli eruvchanlikka ega bo'lgani sababli xromatografik kolonkalarda turlicha ajralish vujudga keladi. Tahlil qilinuvchi aralashma qo'zg'aluvchi gaz oqimiga kiritilganda bug'lanadi va bug'simon holatda sorbentli kolonkadan o'tib, adsorbsiya va desorbsiya hodisalarini qaytarilishi sababli gaz va suyuqlik o'rtasida taqsimlanadi. Aralashmani tashkil etuvchilarni gaz-xromatografik bo'linish jarayoni taqsimlanish koeffitsenti K bilan harakterlanadi. Bu koeffitsent qo'zg'almas suyuq fazadagimodda konsentrasiyasini qo'zg'aluvchi fazadagi konsentratsiyasiga nisbatini belgilaydi.



Savol va topshiriqlar

1. Xromatografik tahlil ajratib olish mohiyatini misollar orqali izohlang.
2. Adsorbsion xromatografiya nima ajratib olish mumkin?
3. Kolonkali xromatografiya qanday holatlarda qo'llaniladi?
4. Yupqa qavatli xromatografiyada ajratib olish mohiyati nimaga asoslangan?
5. Gaz xromatografiyasining o'ziga xos tomonlarini izohlang.

V.KO‘CHMA MASHG‘ULOT MAZMUNI

Ko‘chma mashg‘ulotlar “Zamonaviy kimyoning asosiy tendensiyalari, turlari” (6 soat) hamda “Zamonaviy fizik-kimyoviy asbob-uskunalar” (6 soat) mavzulari yuzasidan zamonaviy jihozlar hamda innovatsion texnologiyalarni qo‘llab faoliyat yuritayotgan ishlab chiqarish korxona va tashkilotlari, oliy ta’lim muassasalari, iqtisodiyot tarmoqlari, ilmiy-tadqiqot va loyiha-konstruktorlik muassasalarida olib boriladi.

1-ko‘chma mashg‘ulot: “Zamonaviy kimyoning asosiy tendensiyalari va turlari” mavzusidagi ko‘chma mashg‘ulotning qisqacha mazmuni quyidagicha bo‘lishi mumkin:

1. Kirish

- Kimyo fanining rivojlanish bosqichlari
- Zamonaviy kimyoning ahamiyati va roli
- Fundamental va amaliy kimyo

2. Zamonaviy kimyoning asosiy tendensiyalari

- **Yashil kimyo** – ekologik xavfsiz va barqaror texnologiyalar
- **Nanotexnologiya va nanokimyo** – nanozarrachalar va ularning qo‘llanilishi
- **Biokimyo va biotexnologiya** – farmatsevtika va genetik muhandislikdagi yangiliklar
- **Hisoblash (kompyuter) kimyosi** – moddalarning xossalarini bashorat qilish
- **Materialshunoslik va yangi materiallar yaratish** – yuqori mustahkam va funksional materiallar
- **Energetik kimyo** – qayta tiklanuvchi energiya va yoqilg‘ilar

3. Kimyoning turlari va ularning zamonaviy rivojlanishi

- **Anorganik kimyo** – yangi minerallar, katalizatorlar va metall komplekslar
- **Organik kimyo** – farmatsevtika, plastmassalar va tabiiy birikmalar
- **Fizikaviy kimyo** – elektroximiya, termodinamika va kvant kimyo
- **Analitik kimyo** – zamonaviy tahlil usullari (spektroskopiya, xromatografiya)
- **Sanoat kimyosi** – kimyoviy ishlab chiqarish va innovatsiyalar

4. Amaliy ish

- Zamonaviy kimyoviy tahlil usullarini o‘rganish
- Ekologik xavfsiz reagentlar bilan eksperimentlar
- Kompyuter dasturlaridan foydalangan holda moddalarning xossalarini tahlil qilish

5. Xulosa va muhokama

- Kimyoning kelajakdagi yo‘nalishlari
- Innovatsion texnologiyalar va ularning jamiyatga ta’siri
- Savol-javob va olingan bilimlarni mustahkamlash

Bu reja mashg‘ulot davomida asosiy mavzularni tushunish va amaliy bilimlarni mustahkamlashga yordam beradi.

2-ko‘chma mashg‘ulot: “Zamonaviy fizik-kimyoviy asbob-uskunalar”
mavzusidagi ko‘chma mashg‘ulotning qisqacha mazmuni quyidagicha bo‘lishi mumkin:

1. Kirish

- Fizik-kimyoviy tahlil va uning ilmiy-tadqiqotdagi ahamiyati
- Zamonaviy asbob-uskunalarining rivojlanish tendensiyalari
- Turli sohalarda fizik-kimyoviy tahlilning qo‘llanilishi

2. Zamonaviy fizik-kimyoviy asbob-uskunalar turlari

a) Spektroskopik usullar

- **Ultrabinafsha-va ko‘rinuvchi spektroskopiya (UV-Vis)** – organik va noorganik moddalarning tahlili
- **Infraqizil spektroskopiya (FTIR)** – funksional guruhlarni aniqlash
- **Raman spektroskopiyasi** – kimyoviy tuzilish va identifikatsiya
- **Yadro-magnit rezonans (NMR) spektroskopiyasi** – organik moddalarning tuzilishini aniqlash

b) Xromatografik usullar

- **Gaz xromatografiyasi (GC)** – gaz fazali aralashmalarni ajratish va tahlil qilish
- **Suyuqlik xromatografiyasi (HPLC)** – yuqori aniqlikli aralashma tahlili

c) Mass-spektrometriya (MS)

- Moddalarning molekulyar massasini aniqlash va tuzilishini tahlil qilish
- MS bilan kombinatsiyalangan texnologiyalar (GC-MS, LC-MS)

d) Elektroximik usullar

- **Potentsiometriya** – pH va ion konsentratsiyalarini aniqlash
- **Voltammetriya** – elektrod reaksiyalarini tahlil qilish
- **Konduktometriya** – eritmalar o‘tkazuvchanligini o‘lchash

e) Mikroskopik va tasvir olish texnologiyalari

- **Elektron mikroskopiya (SEM, TEM)** – materiallarning nano va mikro tuzilishini tahlil qilish
- **Atom-kuch mikroskopiya (AFM)** – sirt tuzilishini atom darajasida tadqiq qilish

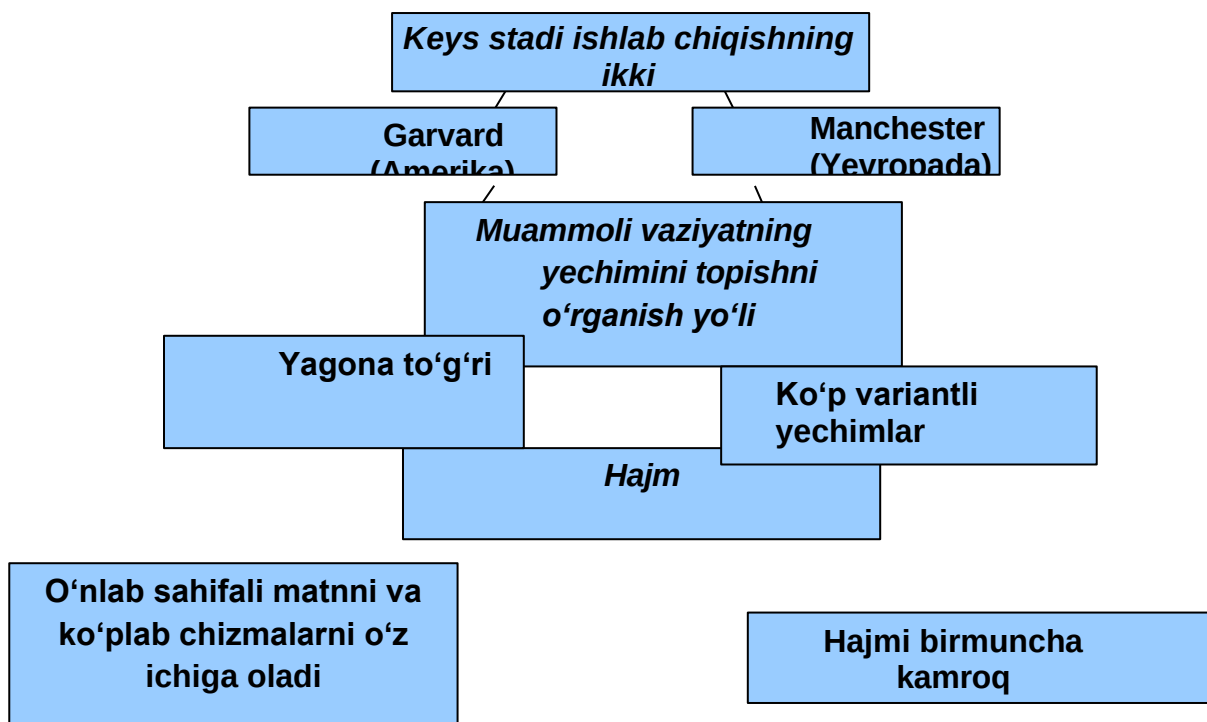
3. Amaliy ish

- Spektroskopik yoki xromatografik asbob-uskunalar bilan ishlash
- Ma'lumotlarni qayta ishlash va natijalarni tahlil qilish
- Zamonaviy tahlil usullari bo'yicha tajriba o'tkazish

4. Xulosa va muhokama

- Har bir usulning afzalliklari va cheklovlari
- Kelajakda fizik-kimyoviy tahlil yo'nalishlari
- Savol-javob va yakuniy xulosalar

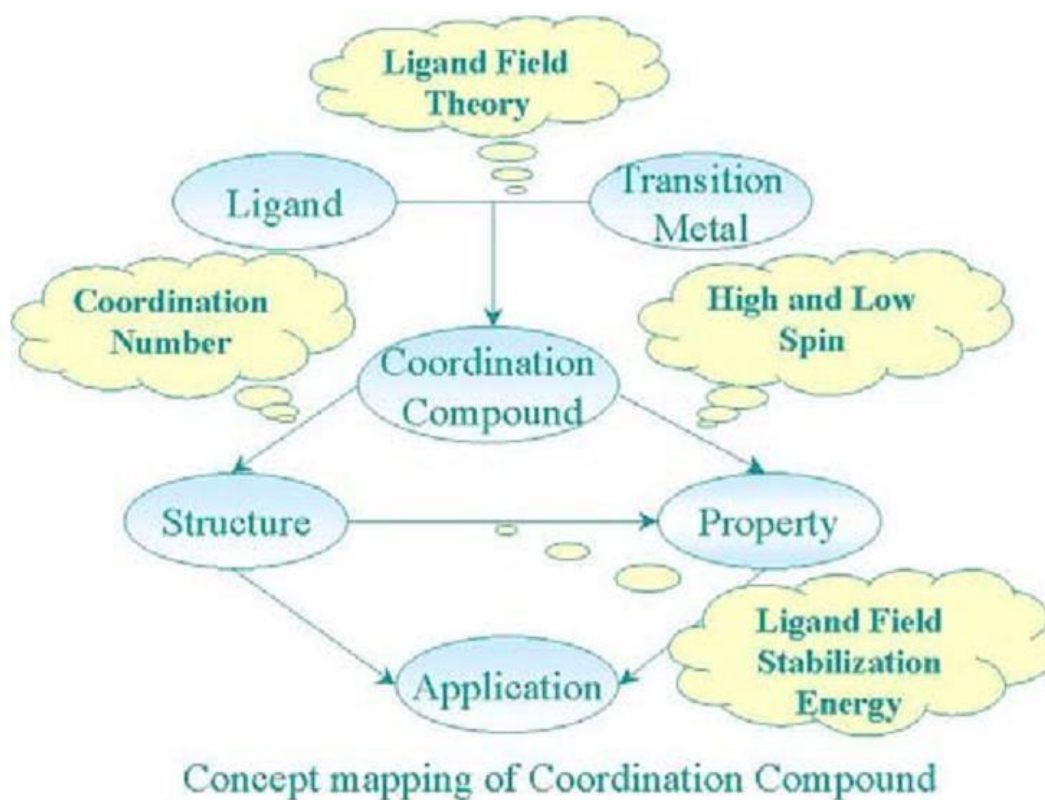
VI.KEYSLAR BANKI



Keys-stadining maktablari Keysda muammoni berish usullari

- 1- **usul** – muammoni keysolog ifodalaydi.
- 2- **usul** – vaziyatdagi muammo yaqqol ifodalanadi, lekin bunda vaziyatning zarur elementlaridan biri (masalan, sheriklar haqidagi) axborot bo'lmaydi.
- 3- **usul** – matnda vaziyat sub'ektlari o'rtasidagi ziddiyat mavhum ifodalanadi.

Demak, keys-stadi usuli talabalarda muammo echishda fanlararo bilimlar olishni o'rgatadi. Bu usul talabalarda kognitiv strukturalarni rivojlantirishiga olib keladi. SHuningdek, talaba aqliga sezilarli hissa qo'shadi. Masalan, 1-rasmda koordinatsion birikma keltirilgan. Ligand o'tish metalli bilan birikma hosil qilish mumkin. Bu jarayonda "ligand nazariyasi" tushunchasi bor. Bu nazariya koordinatsion birikma hosil qiladigan reaksiya mexanizmini tushuntirish mumkin. "Koordinatsion son" tushunchasi birikmani strukturasi bilan bog'laydi. Agar markaziy atom har xil koordinatsion songa ega bo'lsa, birikmaning tuzilishi boshqa bo'ladi. birikma va uning xossalari o'rtasida "yuqori va quyi spin" rangli oraliq mahsulotni hosil qiladi va magnetizm xossasini belglaydi¹.



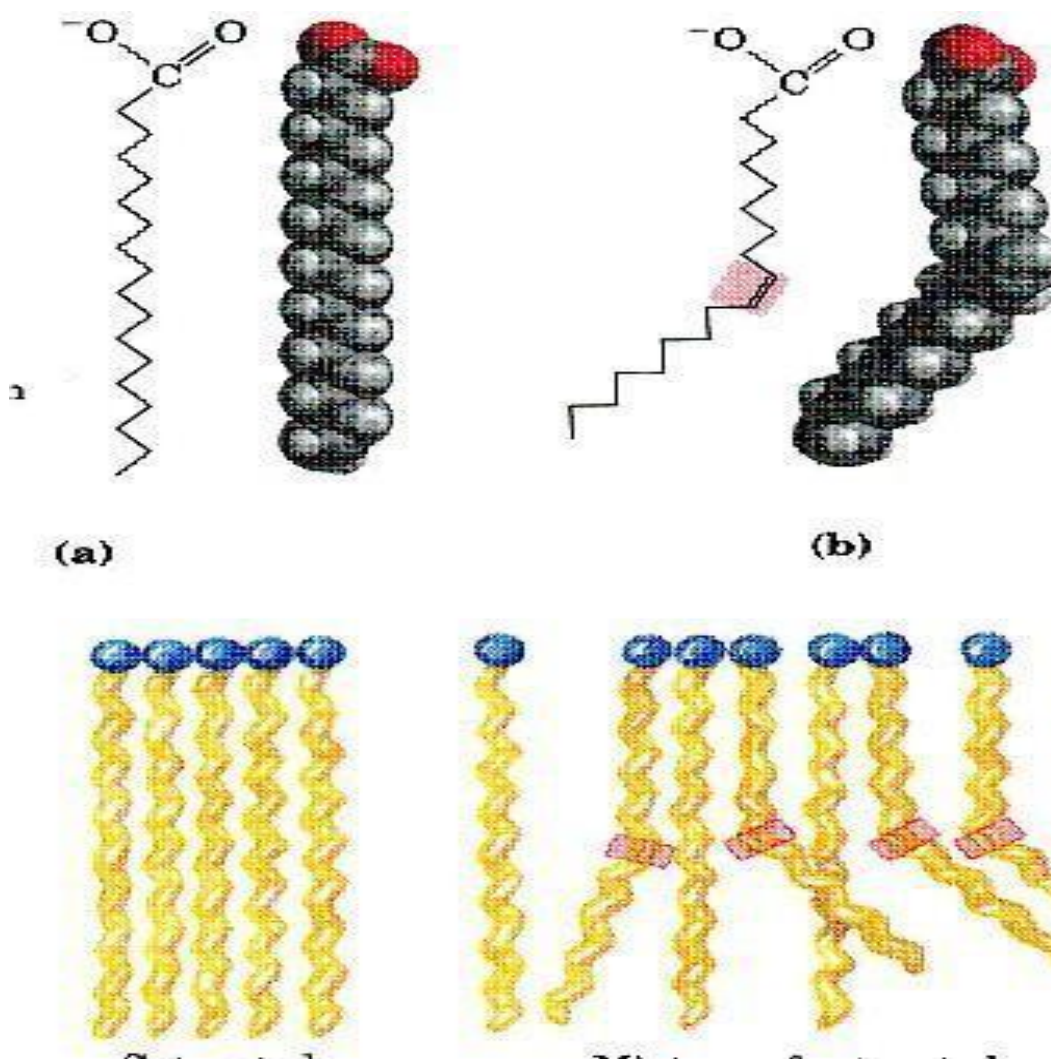
Keysning ushbu komponenti o‘z ichiga quyidagilarni oladi:

- **Keysning dolzarbligini asoslab berish;**
- **Uning ta’lim maqsadi;**
- **Keys echish natijasida talabalar erishishi mumkin bo‘lgan o‘quv natijalari.**

B/BX/B JADVALI

Bilaman	Bilishni xohlayman	Bilib oldim

¹Baodi Gou. Contemporary teaching strategies in general chemistry. TheChinaPapers, July 2003.P.40



Nazorat savollari:

1. Alkaloidlar o'simliklar hayotini boshqarib turadigan faol moddalardir, ularning kanday turlarini bilasiz?

2. O'zR FA ning qaysi institutlari alkaloidlar bilan ishlaydi, bu bo'yicha qo'lga kiritilayotgan yutuqlar haqida umumiy ma'lumotlar bering?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Garry G. Azgaldov. Applied qualimetry: its origins errors and misconceptions. Emerald Group Publishing Limited. 2011.

2. Integrating Green Chemistry and Green Engineering into the Revitalization of the Toxic Substances Control Act Kira JM Matus, Evan Beach, Julie B Zimmerman¹ Center for Green Chemistry and Green Engineering, Yale University June 2010

BOSHQA KEYSLAR

1- keys

Kobalt koferment V12 tarkibiga kiradi. Unda kobalt beshta azot atomi va adenozinning uglerod atomi bilan bog'langan. Kobalt uglerod bog'ining mavjudligini ushbu molekulani birinchi biologik metallorganik birikmasi sifatida tavsiflash mumkinmi? *Fikringizni asoslab bering?*

2- keys

Xrom. Balog'at yoshidan o'tgan odamning organizmida 6-12 mg xrom mavjudligi hamda uning anchagina qismi terida, shuningdek suyaklar va mushaklarda jamlanganligi hammamizga ma'lum. Tabiatda esa xrom noorganik tuzlar va kompleks birikmalar ko'rinishida bo'ladi.

Xromning organizmdagi biologik roli nimadan iborat? Xromning etishmovchiligi qanday kasallikni keltirib chiqaradi?

3- keys

Tibbiyotda qo'llanilishi va ta'siri jihatidan organizmda kompleks hosil qila oladigan organik birikmalarni va komplekslarni qanday turlarga bo'lish mumkin?

Turlarini sanang hamda fikringizni izohlab bering?

4- keys

Metallar orasidagi qo'sh bog' mustag'kam bo'lib xattoki yuqori temperaturada ham (600°gacha) $[\text{Re}_3\text{Cl}_9]$ gruppasi buzilmay saqlanadi. Reniy xloridi boshqacha tuzilishga bo'lgan $[\text{Re}_3\text{Cl}_{12}]^{3-}$ gruppasini ham hosil qiladi. Bu moddalarni suvda va spirtida eritilganda ham klaster gruppalari saqlanib qoladi. Eritmada metall karkasini o'rab turgan bog'lovchi atomlar gidroksil (OH^-) gruppasiga yoki boshqa ionlarga almashishi mumkinmi?

Fikringizni izohlab bering?

5- keys

Glyukoza va analiz kilinadigan eritmada erigan kislorod gel kavatiga diffuziyalanadi. Bu erda ferment katalizatorligi ostida ularning tasirlashishi natijasida $+\text{N}_2\text{O}_2$ xosil buladi. Xosil bulgan N_2O_2 ning bir qismi platina katodida diffuziyalanadi. N_2O_2 ning oksidlanishi natijasida yacheykadan tok kuchi glyukoza konsentratsiyasiga proporsional bulgan tok o'tadi.

SHunga o'xshash qurilmada Klarkning kislorod elektrodini qo'llash mumkinmi? Mumkin bo'lsa qanday holatlarda?

VII.MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI

1. Oqsillar kimyosi fani bo'yicha qo'lga kiritilgan yutuqlar va innovatsiyalarning umumiy obzori
2. Biopolimerlar kimyosi fani bo'yicha qo'lga kiritilgan yutuqlar va innovatsiyalarning umumiy obzori
3. Bioorganik birikmalar kimyosi fani bo'yicha qo'lga kiritilgan yutuqlar va innovatsiyalarning umumiy obzori
4. Organik kimyo sohasi bo'yicha qo'lga kiritilgan yutuqlar va innovatsiyalarning umumiy obzori
5. Inson ekologiyasining dolzarb muammolari va amalga oshirilayotgan tadbirlar.
6. Horijiy mamlakatlar va respublikamiz olimlari tomonidan fan taraqqiyotiga qo'shgan hissalar, ishlab chiqilgan innovatsion loyihalarni o'rganish.
7. Bioorganik kimyoning taraqqiyot yo'nalishlari, shu yo'nalish bo'yicha qo'lga kiritilayotgan yutuqlar va innovatsiyalarni o'rganish.
8. Tabiiy va sintetik yo'l bilan polimerlar sintezi, qo'lga kiritilayotgan yutuqlar, innovatsiyalar va amaliy tadbiri mavzusi bo'yicha keys-stadi ishlab chiqish.
9. O'simlik moddalari kimyosining taraqqiyot yo'nalishlari, shu yo'nalish bo'yicha qo'lga kiritilayotgan yutuqlar va innovatsiyalar.
10. Farmatsevtik kimyo, uning taraqqiyot yo'nalishlari, istiqbollari, muammolari va innovatsiyalarini o'rganish.
11. Nanokimyo, uning taraqqiyot yo'nalishlari, istiqbollari, muammolari va innovatsiyalarini o'rganish.
12. Fazoviy kimyo, uning taraqqiyot yo'nalishlari, istiqbollari, muammolari va innovatsiyalarini o'rganish.

VIII.GLOSSARIY

Termin	O‘zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
coordination number	Koordinatsion son. Qo‘shni atom bilan ikkinchi atomning bilan bevosita bog‘ hosil qila olish xususiyati.	The number of adjacent atoms to which an atom is directly bonded.
Somplex ion (complex)	Kompleks ion (kompleks). Metall ionining Lyuis asoslari (ligand) bilan bog‘langan jamlanma.	Somplex ion (complex). An assembly of a metal ion and the Lewis bases (ligands) bonded to it.
Donor atom	Donor atom. Metall bilan bog‘ hosil qiladigan atom.	The atom of a ligand that bonds to the metal.
Outer spere	Tashqi sfera - kompleks birikmaning ichki sferasini tashqarisida joylashgan ionlar	Outer spere is a spehere which is behind limits of inner sphere
Chelating ligands	Xelatlar - ichki sferada polidentant ligandlardan sikllar hosil bo‘lgan kompleks birikmalar	Chelating ligands are polidentant ligands forming cycles in inner sphere of the complex compounds
<u>X-ray diffraction</u>	Rentgen nurlarining difraksiyasi – rentgen nurlanishdagi to‘lqin uzunligini qo‘llagan holda difraksion rasm orqali kristall qattiq jismlarning tuzilishini aniqlash usuli.	<u>X-ray diffraction</u> is method for establishing structures of crystalline solids using singe wavelength X-rays and looking at diffraction pattern
Superconductor	O‘ta o‘tkazuvchi – elektr tokini qarshiliksiz o‘tkazuvchi moddalar.	Superconductor are substances passing electrical current without resistance.
Critical temperature	Kritik temperatura – moddada o‘ta o‘tkazuvchanlik xossasi paydo bo‘ladigan temperaturaning qiymati	Critical temperature is temperature of substence at which propreties of super conductivity have appeared

Critical magnet field	Kritik magnit maydon – kritik temperaturadagi magnit maydonining qiymati	Critical magnet field is magnet field at critical temperature.
dissociation	Eritmadagi ionlarga ajralgan xolatdagi zarrachalar	Breaking down of a compound into its components to form ions from an ionic substance.
ionization	Turli energiyalar ta'sirida neytral molekulani zaryadlangan ionlar utish. (Perexod neytralnoy molekuly v zaryajennye chastitsy pod deystviem razlichnykh elektronov, energiy i t.d.)	a process by which a neutral atom or molecule loses or gains electrons, thereby acquiring a net charge and becoming an ion; occurs as the result of the dissociation of the atoms of a molecule in solution or of a gas in an electric field.
Nanocrystals (Nanokristallar)	Nano o'lchamdagi yarimo'tkazgich kristallar deb ham ataladi. Nanokristallar istalgan joydan bir necha yuzdan o'n mingtagacha atomning kristallanishi natijasida hosil bo'ladigan, "klaster" nomi bilan tanilgan agregatlardir	Also known as nanoscale semiconductor crystals. Nanocrystals are aggregates of anywhere from a few hundred to tens of thousands of atoms that combine into a crystalline form of matter known as a "cluster."
Nanocomposite (Nanokompozit)	Tarkibida kamida bitta nano o'lchamdagi ikki va undan ortiq komponentdan tashkil topgan material. Nanozarrachalar boshqa bir qattiq materialda disperslangan	A material composed of two or more substances, of which at least one has a nanoscale dimension, such as nanoparticles dispersed throughout another solid material.
Carbon nanotube (Uglerod nanotrubkasi)	Silindrik shaklga ega uglerod molekulasini. Uglerod nanotrubkasining (CNT) tuzilishi va kimyoviy bog'lari unga	Carbon molecule with a cylindrical shape. The structure and chemical bonds of CNTs result in unique

	noyob qattqlik, elektrik va termik xususiyatlarni beradi	strength, electrical, and thermal properties.
Colloid (Kolloid)	Bir muhitda nano- yoki mikrozarrahalarining cho'kmaga tushmagan holatda bo'lishi; kolloidlarga gel, aerosol va emulsiyalar kiradi	Nanoscale or microscale particles suspended in another medium; colloids include gels, aerosols, and emulsions
Binding Energy (Bog'lanish energiyasi)	Atomyadrosining, uning tarkibiy qismlarini tashkil qiluvchi nuklonlarga parchalanishi uchun talab qilinadigan energiya miqdori yadroning bog'lanish energiyasi deyiladi	The amount of energy required to break the nucleus of an atom into its constituent nucleons is called binding energy of the nucleus.
calibration	Analitik signalni konsentratsiyaga tugri proporsionallik grafigi (Pryamoproporsionalnaya zavisimost konsentratsii ot razlichnykh analiticheskix signalov)	the checking, adjusting, or systematic standardizing of the graduations of a quantitative measuring instrument.
The dimerization of radicals	Diatsetilenlar hosil bo'lishi bilan boradigan terminal alkinlar ikkita radikalining o'zaro ta'siri	The interaction of two radicals terminal acetylenes to form acetylene
Radioactivity (Radioaktivlik)	Ba'zi og'ir element atomlari beqaror yadrolarining radioaktiv nurlanish orqali o'zidan parchalanish hodisasi radioaktivlik deyiladi.	The phenomenon of spontaneous disintegration of an unstable nuclei of certain heavy elements with the emission of some radioactive radiation is called radioactivity
electrochemical cell	Elektronlar xarakati natijasida paydo bulgan elektr toki	Gives an electric current with a steady voltage as a result of an electron transfer reaction.

Atomic force microscope (Atom kuch mikroskopi)	Kichik va yumshoq keramik yoki yarim o'tkazgich namunayuzasining xususiyatlaridan kelib chiqqan holda yaqinlashish yoki sekin-astauzoqlashish orqali fizik yuzadan nano o'lchamdagi iqlamlarni (detallarni) suratga olib bera oladigan va o'g'ishlarni lazeryordamida ko'rish mumkin bo'lgan ilmiy qurol.	A scientific instrument that can generate images of nanoscale details on a physical surface by scanning a tiny, flexible ceramic or semiconductor probe just above the surface—where it will be attracted or repelled slightly by features on the surface, and the deflection can be detected with the laser.
electromagnetic spectrum	Spektrning ultrabinafsha va ko'rinuvchi qismlarida joylashgan yutilish spektrlari molekulaning elektron holatlari o'rtasidagi o'tishlar hisobiga hosil bo'ladi, shuning uchun ham ularni elektron yutilish spektrlari deyiladi.	Complete range of wavelengths which light can have. These include infrared, ultraviolet, and all other types of electromagnetic radiation, as well as visible light.

IX. ADABIYOTLAR RO'YXATI

I. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: “O‘zbekiston”, 2017. – 488 b.
2. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo‘limizni qat’iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko‘taramiz. 1-jild. – T.: “O‘zbekiston”, 2017. – 592 b.
3. Mirziyoyev Sh.M. Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir. 2-jild. T.: “O‘zbekiston”, 2018. – 507 b.
4. Mirziyoyev Sh.M. Niyati ulug‘ xalqning ishi ham ulug‘, hayoti yorug‘ va kelajagi farovon bo‘ladi. 3-jild.– T.: “O‘zbekiston”, 2019. – 400 b.
5. Mirziyoyev Sh.M. Milliy tiklanishdan – milliy yuksalish sari. 4-jild.– T.: “O‘zbekiston”, 2020. – 400 b.

II. Normativ-huquqiy hujjatlar

1. O‘zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O‘zbekiston, 2023.
2. O‘zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda qabul qilingan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni.
3. O‘zbekiston Respublikasining “Korrupsiyaga qarshi kurashish to‘g‘risida”gi Qonuni.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015-yil 12-iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish to‘g‘risida”gi PF-4732-sonli Farmoni.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 27-maydagi “O‘zbekiston Respublikasida korrupsiyaga qarshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-5729-son Farmoni.
6. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 27-avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-sonli Farmoni.
7. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 23-sentabrdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797-sonli Qarori.
8. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmoni.
9. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 29-oktabr “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-6097-sonli Farmoni.
10. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi “Sun’iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4996-son Qarori.
11. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-

60-son Farmoni.

12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 25-yanvardagi “Respublika ijro etuvchi hokimiyat organlari faoliyatini samarali yo‘lga qo‘yishga doir birinchi navbatdagi tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PF-14-sonli Farmoni.

13. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi ““O‘zbekiston - 2030” strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-158-son Farmoni.

14. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 21-iyundagi “Aholi va davlat xizmatchilarining korrupsiyaga qarshi kurashish sohasidagi bilimlarini uzluksiz oshirish tizimini joriy qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-228-son Qarori.

III. Maxsus adabiyotlar

1. Oliy ta’limning meyoriy - huquqiy xujjatlari to‘plami. -T., 2013.
2. B.I.Ismailov, I.I.Nasriyev Korrupsiyaga qarshi kurashish bo‘yicha idoraviy chora-tadbirlarning samaradorligini oshirish masalalari//O‘quv-uslubiy qo‘llanma. - T.:O‘zbekiston Respublikasi Bosh prokuraturasi Akademiyasi, O‘zbekiston Respublikasi Sudyalar oliy kengashi. Sudyalar oliy maktabi, 2020.-272 b.
3. Юсуфжанов О., Усманова С. Зарубежный опыт противодействия коррупции. // -Т.: Адвокат, 2016. №5 - 59-62 с.
4. O‘rinov V. O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim muassasalarida ECTS kredit-modul tizimi: asosiy tushunchalar va qoidalar. O‘quv qo‘llanma. Nyu Bransvik Universiteti, 2020.
5. The European Higher Education Area. - Joint Declaration of the Ministers of Education. - Bologna, 1999, 19 June.
6. Shaping our Own Future in the European Higher Education Area // Convention of European Higher Education Institutions. - Salamanca, 2001, 29-30 march.
7. Виртуальная реальность как новая исследовательская и образовательная среда. Церфуз Д.н. и др. // ЖУРНАЛ Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России», 2015.–с.185-197.
8. Ibraymov A.YE. Masofaviy o‘qitishning didaktik tizimi. Metodik qo‘llanma. – T.: “Lesson press”, 2020. -112 b.
9. Игнатова Н. Ю. Образование в цифровую эпоху: монография. М-во образования и науки РФ. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf
10. Кирьякова А.В, Ольховая Т.А., Михайлова Н.В., Запорожко В.В. Интернет-технологии на базе LMS Moodle в компетентностно-ориентированном образовании: учебно-методическое пособие / А.В. Кирьякова, Т.А. Ольховая, Н.В. Михайлова, В.В. Запорожко; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2011. – 116 с. http://www.osu.ru/docs/fpkp/kiryakova_internet_technologies.pdf
11. Кононюк А.Е. Облачные вычисления. – Киев, 2018. – 621 с.
12. Oliy ta’lim tizimini raqamli avlodga moslashtirish konsepsiyasi. Yevropa Ittifoqi Erasmus+ dasturining ko‘magida. https://hiedtec.ecs.uni-ruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf

13. Emelyanova O. A. Ta'limda bulutli texnologiyalardan foydalanish // Yosh olim. - 2014. - № 3. - S. 907-909.
14. Moodle LMS tizimida masofaviy kurslar yaratish. O'quv-uslubiy qo'llanma. – T.: Toshkent farmatsevtika instituti, 2017.
15. M.Xurramov. Oliy ta'lim muassasalari faoliyatiga sun'iy intellekt texnologiyasini joriy etish [Matn]: metodik qo'llanma / M.Xurramov. K.Xalmuratova. – T.: “Yetakchi nashriyoti”, 2024. – 28 b.
16. Тенденци и развития высшего образования в мире и в России. Аналитический доклад-дайджест. - М., 2021.- 198 с.
17. A.S. Zikriyoyev. Dunyo universitetlari reytingidagi tadqiqotchi olimlar orasida o'zingizni kashf qiling. -T.: Navro'z,2020. ISBN.9789943659285
18. Sherzod Mustafakulov, Aziz Zikriyoev, Dilnoza Allanazarova, Tokhir Khasanov, Sokhibmalik Khomidov. Explore Yourself Among World – Class Researchers. Grand OLEditor, Tashkent 2019, ISBN: 8175 25766-0.
19. Ackoff, Russell L., Scientific Method, New York: John Wiley & Sons, 1962.
20. Barzun, Jacques & Graff. F. (1990). The Modern Researcher, Harcourt, Brace Publication: New York.
21. Muslimov N.A va boshqalar. Innovatsion ta'lim texnologiyalari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: “Sano-standart”, 2015. – 208 b.
22. Muslimov N.A va boshqalar. Pedagogik kompetentlik va kreativ asoslari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: “Sano-standart”, 2015. – 120 b.
23. Печеркина, А. А. Развитие профессиональной компетентности педагога: теория и практика [Текст] : монография / А. А. Печеркина, Э. Э. Сыманюк, Е. Л. Умникова : Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург : [б.и.], 2011. – 233 с.
24. О.С. Фролова. Формирование инновационной компетенции педагога в процессе внутришкольного повышения квалификации. Дисс.к.п.н. Воронеж 2018.
25. Компетенции педагога XXI века [Электронный ресурс]: сб. материалов респ. конференции (Минск, 25 нояб. 2021 г.) / М-во образования Респ. Беларусь, ГУО «Акад. последиплом. образования», ОО «Белорус. пед. о-во». – Минск: АПО, 2021.
26. Ishmuhammedov R.J., M.Mirsoliyeva. O'quv jarayonida innovatsion ta'lim texnologiyalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2017, 60 b.
27. Ishmuhammedov R, Mirsoliyeva M, Akramov A. Rahbarning innovatsion faoliyati. – T.: “Fan va texnologiyalar”, 2019.- 68 b.
28. Коджаспирова Г.М. Педагогика в схемах, таблицах и опорных конспектах./ -М.:Айрис-пресс, 2016.
29. Натанзон Э.Ш. Приемы педагогического воздействия.-М, 2012-202 с.
30. Сергеев И.С. Основы педагогической деятельности: Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2014.
31. Tojimumammedov H. S. Nitrozofenollarning sintezi va xossalari. Monografiya. T.: “Mumtoz so'z”, 2020 y.
32. Turabov N.T., Smanova Z.A., Kutlimuratova N.X. Analitik kimyo. // T.: 2019 y. 247 b.

33. Usmonov B.Sh., Habibullayev R.A. Oliy o'quv yurtlarida o'quv jarayonini kredit-modul tizimida tashkil qilish. O'quv qo'llanma. T.: "Tafakkur" nashriyoti, 2020. 120 b.
34. Ibraymov A.YE. Masofaviy o'qitishning didaktik tizimi. Metodik qo'llanma/tuzuvchi. A.YE. Ibraymov. – T.: "Lesson press", 2020. 112 b.
35. Ishmuhamedov R.J., M.Mirsoliyeva. O'quv jarayonida innovatsion ta'lim texnologiyalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 b.
36. Игнатова Н. Й. Образование в цифровую эпоху: монография. М-во образования и науки РФ. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf
37. Золотов Й.А. Аналитическая химия. Учебник для вузов. Кн. 1,2. -М.: Высшая школа. 2018. 615 с.
38. Shoxidoyatov H.M., Xo'janiyozov H. O', Tojimuxammedov H.S. \ "Organik kimyo". Universitetlar uchun darslik. T.: "Fan va texnologiya" 2014.
39. Advances in Physical Organic Chemistry. Explore book series content. Latest volumes: Volume 53, pp. 2–104 (2019); Volume 52, pp. 2–143 (2018); Volume 51, pp. 2–219 (2017)
40. Steve Taylor "Destination" Vocabulary and grammar", Macmillan 2010.
41. David Spencer "Gateway", Students book, Macmillan 2012.
42. Ckoog D.M. West. Fundamentals of Analytical Chemistry Brouks/Cole/Cengage learning USA, 2014.
43. Mitchell H.Q., Marileni Malkogianni "PIONEER", B1, B2, MM Publications. 2015. 191.
44. Mitchell H.Q. "Traveller" B1, B2, MM Publications. 2015. 183.
45. Lindsay Clandfield and Kate Pickering "Global", B2, Macmillan. 2013. 175.
46. English for Specific Purposes. All Oxford editions. 2010, 204.
47. Wolfgang Scharte. Basic Physical chemistry. Germany, 2014.
48. Christian G.D., Analytical chemistry University of Washington, USA, 2009.

IV. Elektron ta'lim resurslari

1. www.edu.uz.
2. www.aci.uz.
3. www.ictcouncil.gov.uz.
4. www.lib.bimm.uz
5. [www. Ziyonet. Uz](http://www.Ziyonet.Uz)
6. www.sciencedirect.com
7. www.acs.org
8. www.nature.com
9. <http://www.kornienko-ev.ru/BCYD/index.html>.

**O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ
(MINTAQAVIY) MARKAZI**



VEB-SAYT