



**FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH MINTAQAVIY
MARKAZI**



**ZAMONAVIY FIZIKAVIY
TADQIQOT USULLARI**



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

**FARG‘ONA DAVLAT UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH MINTAQAVIY MARKAZI**

**OLIV TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG KADRLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISH KURSI**

“KIMYO” yo‘nalishining

“Zamonaviy fizikaviy tadqiqot usullari”

MODULI BO‘YICHA

O‘QUV–USLUBIY MAJMUUA

FARG‘ONA

Modulning ishchi dasturi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil 27 dekabrda 485-sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan oliy ta'lim muassasalari rahbar kadrlarini qayta tayyorlash va malaka oshirish yo'nalishlari o'quv reja va dasturlariga muvofiq ishlab chiqilgan.

Tuzuvchi: **M.F.Nishonov** – FarDU professori, t.f.n.

Taqrizchi: **M.Yu.Ismoilov** – FarDU dotsenti, k.f.d.

*Ishchi o'quv dasturi FarDU Ilmiy Kengashining qarori bilan tasdiqqa tavsiya qilingan
(2025 yil 27 dekabrda 5-sonli bayonnoma).*

MUNDARIJA

I. NAMUNAVIY VA ISHCHI DASTUR.....	4
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA‘LIM METODLARI.	14
III. NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI	17
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI	59
V. KEYSLAR BANKI	102
VI. GLOSSARIY	107
VII. ADABIYOTLAR RO‘YXATI.....	111

ISHCHI DASTUR

KIRISH

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmonlari hamda 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 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.

ZAMONAVIY FIZIKAVIY TADQIQOT USULLARI MODULNING MAQSADI VA VAZIFALARI

Fizik-kimyoviy tahlil usullarining tavsifi (FKTU) va asosiy tushunchalari. Hodisalar mohiyati, tahlil qilinadigan ob‘ekt tabiati, foydalanilgan asboblar bo‘yicha tahlil usullarining sinflanishi. Tahlilning asosiy ob‘ektlari. Asosiy analitik muammolar: aniqlash chegarasini pasayishi, tahlil aniqligini oshirish, tezligini (ekspres) ta‘minlash, mikroob‘ektlar tahlili.

Elektromagnit nurlanishli moddalar o‘zaro ta‘sirlashuvining mohiyati. Elektromagnit nurlanishning tavsifi. Usulning afzalligi va kamchiliklari. Tahlil ob‘ektlari. Atom va moleklyar spektroskopiyalarning asoslari. Tahlilning asosiy bosqichlari. Spektroskopik va spektrofotometrik tahlil usullaridagi namunalarni tayyorlash. IQ va KS (Raman) spektroskopiya usullarining hususiyatlari. Tadqiqot ob‘ektlari, usullarning imkoniyatlari. Yadroviy magnit rezonans hodisasining fizikaviy asoslari. Moddalar tahlilida YaMR usulini qo‘llanilishi. Ionizatsiyalash usuli: elektron zarba, fotoionizatsiyalash, kimyoviy ionizatsiyalash. Xromato-mass-spektrometriya haqida tasavvurlar

Modulning maqsadi:

“Zamonaviy fizikaviy tadqiqot usullari ” moduli maqsadi pedagog kadrlarning o‘quv-tarbiyaviy jarayonlarini yuqori ilmiy-metodik darajada ta’minlashlari uchun zarur bo‘ladigan kasbiy bilim, ko‘nikma va malakalarini muntazam yangilash, kasbiy kompetentligi va pedagogik mahoratining uzluksiz rivojlanishini ta’minlashdan iborat.

Modulning vazifalari:

Tinglovchi quyidagi malaka va ko‘nikmalarga ega bo‘lishi lozim:

- talabalarni o‘ziga jalb qilgan xolda yangi pedagogik texnologiyalar asosida fanni tushuntirish;
- egallangan tajribani tanqidiy ko‘rib chiqish qobiliyati, zarur bo‘lganda o‘z kasbiy faoliyatining turi va xarakterini o‘zgartirish;
- kasbiy faoliyatda tabiiy-ilmiy fanlarning asosiy qonunlaridan foydalanish, matematik taxlil va modellashtirish, nazariy va eksperimental tadqiqot metodlarini qo‘llash;
- bugungi raqamli texnologiyalar davrida jamiyatning rivojlanishidagi axborot texnologiyalarining mohiyati va ahamiyatini tushunish malakalariga ega bo‘lishi kerak;

Тингловчи:

- кимё соҳаси бўйича Республикада илмий-тадқиқот ишларини ривожлантиришнинг устивор йўналишларини ва уларнинг моҳиятини;
- янги инновацион ва педагогик технологияларни ва уларнинг халқаро қиёсий таҳлилини;
- кимё соҳасига оид янги назарий қарашлар ва концепцияларни, илмий натижалар, илмий адабиётлар ёки илмий-тадқиқот лойиҳаларини таҳлил қилишни;
- кимё соҳасига оид амалий ва назарий масалаларини ечишни, янги технологияларни ва дастурлар пакетларини қўллашни;
- ўтказилаётган илмий-тадқиқот лойиҳалари мавзуси бўйича моделлар, алгоритмлар, методлар тадқиқот қилиши ва ишлаб чиқишни;
- экспериментал тадқиқотларни ўтказиши ва уларнинг натижаларини қайта ишлаш ва таҳлил қилишни;
- илмий-техникавий ҳисоботлар тузиш, тадқиқотлар мавзуси бўйича илмий шарҳларни ишлаб чиқиши ҳамда библиографияларни тузишни;

- илмий-техникавий мавзуларга мос журналларга мақолалар тайёрлаш, ихтиро, илмий кашфиётларни патентлаш, фундаментал, амалий, инновацион ва халқаро лойихалар тайёрлаш ва лицензиялашни **билиши зарур**;

Тингловчи:

- ўқув фанларини ўқитиш методикасини эгаллаш;
- намунавий методикалар ва бошқалар бўйича экспериментал тадқиқотларни ўтказиши ва уларнинг натижаларини қайта ишлаш;
- кимё ва кимёвий технология соҳасида ахборот технологиялари ёрдамида мустақил равишда янги билим ва амалий кўникмаларни эгаллаши ҳамда улардан амалий фойдалана олиш қобилиятига эга бўлиш;
- янги ғояларни яратиш ва илмий-тадқиқот ишларини мустақил олиб бориш қобилиятига ҳамда илмий жамоада ишлаш;
- ўзининг интеллектуал ва умуммаданий даражасини такомиллаштириш қобилиятига эга бўлиши ва ўз шахсининг маънавий ва жисмоний такомиллашишига эришиш;
- замонавий ахборот ва педагогик технологиялардан фойдаланиб ноанъанавий ўқув машғулотларини ўтказиш;
- ўқитилаётган фанлар бўйича дарсларни ўтказиш учун зарур бўлган ўқув-методик ҳужжатларни тузиш, тайёрлаш ва расмийлаштириш;
- ўқитилаётган фан бўйича машғулотларни ўтказиш учун ўқитишнинг техник воситаларидан фойдаланиш **кўникмаларга эга бўлиши керак**;

Тингловчи:

- талабаларни ўзига жалб қилган ҳолда янги педагогик технологиялар асосида фанни тушунтириш;
- кимё ва кимёвий технология соҳаси бўйича фаолиятнинг илмий, ишлаб чиқариш ва ижтимоий соҳаларида фаол иштирок этиш;
- иш бўйича мулоқотда бўлиш воситаси сифатида хорижий тиллардан бирини эркин сўзлашув даражасида эгаллаш;
- фикрлаш маданиятини эгаллаган бўлиши, оғзаки ва ёзма нутқини аргументланган ҳолда аниқ баён қилиш қобилиятига эга бўлиш;
- эгалланган тажрибани танқидий кўриб чиқиш қобилияти, зарур бўлганда ўз касбий фаолиятининг тури ва характерини ўзгартириш;
- касбий фаолиятда табиий-илмий фанларнинг асосий қонунларидан фойдаланиш, математик таҳлил ва моделлаш, назарий ва экспериментал тадқиқот методларини қўллаш;
- бугунги замонавий ахборот технологиялари даврида жамиятнинг ривожланишидаги ахборот технологияларининг моҳияти ва аҳамиятини тушуниш **малакаларига эга бўлиши керак**;

Тингловчи:

- замонавий ва инновацион таълим муҳитини бошқариш;
- кимё бўйича замонавий ва инновацион таълим технологияларига асосланган ўқув-билиш фаолиятини ташкил этиш;
- кимё соҳаси бўйича тингловчиларнинг изланишли-ижодий фаолиятга жалб этиш **компетенцияларни эгаллаши лозим.**

Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi
“Zamonaviy fizikaviy tadqiqot usullari” 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 fizikaviy tadqiqot usullari” 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	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat					
		Umumiy soat	Auditoriya o'quv yuklamasi				Mustaqil ta'lim
			Jami	ЖУМЛАДАН			
				Nazariy	Amaliy mashg'ulot	Ko'chma mashg'ulot	
1.	Fizik-kimyoviy tahlil usullarining tavsifi (FKTU) va asosiy tushunchalari. Hodisalar mohiyati, tahlil qilinadigan ob'ekt tabiati, foydalanilgan asboblarni bo'yicha tahlil usullarining sinflanishi. Tahlilning asosiy ob'ektlari. Asosiy analitik muammolar: aniqlash chegarasini pasayishi, tahlil aniqligini oshirish, tezligini (ekspres) ta'minlash, mikroob'ektlar tahlili.	2	2	2			
2.	Elektromagnit nurlanishli moddalar o'zaro ta'sirlashuvining mohiyati. Elektromagnit nurlanishning tavsifi. Usulning afzalligi va kamchiliklari. Tahlil ob'ektlari. Atom va molekulyar spektroskopiyalarning asoslari. Tahlilning asosiy bosqichlari. Spektroskopik va spektrofotometrik tahlil usullaridagi namunalarni tayyorlash.	2	2	2	4		
3.	IQ va KS (Raman) spektroskopiya usullarining hususiyatlari. Tadqiqot ob'ektlari, usullarning imkoniyatlari. Yadroviy magnit rezonans hodisasining fizikaviy asoslari. Moddalar tahlilida YaMR usulini qo'llanilishi.	2	2	2	4		
4.	Ionizatsiyalash usuli: elektron zarba, fotoionizatsiyalash, kimyoviy ionizatsiyalash. Xromato-mass-spektrometriya haqida tasavvurlar	2	2	2	2		
Жами:		18	8	8	10		

NAZARIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu: Fizik-kimyoviy tahlil usullarining tavsifi (FKTU) va asosiy tushunchalari. Hodisalar mohiyati, tahlil qilinadigan ob‘ekt tabiati, foydalanilgan asboblarning bo‘yicha tahlil usullarining sinflanishi. Tahlilning asosiy ob‘ektlari. Asosiy analitik muammolar: aniqlash chegarasini pasayishi, tahlil aniqligini oshirish, tezligini (ekspres) ta‘minlash, mikroob‘ektlar tahlili. (2 coam)

R E J A:

1. Hodisalar mohiyati, tahlil qilinadigan ob‘ekt tabiati, foydalanilgan asboblarning bo‘yicha tahlil usullarining sinflanishi. Tahlilning asosiy ob‘ektlari.
2. Asosiy analitik muammolar: aniqlash chegarasini pasayishi, tahlil aniqligini oshirish, tezligini (ekspres) ta‘minlash, mikroob‘ektlar tahlili.

2-mavzu: Elektromagnit nurlanishli moddalar o‘zaro ta‘sirlashuvining mohiyati. Elektromagnit nurlanishning tavsifi. Usulning afzalligi va kamchiliklari. Tahlil ob‘ektlari. Atom va molekulyar spektroskopiyalarning asoslari. Tahlilning asosiy bosqichlari. Spektroskopik va spektrofotometrik tahlil usullaridagi namunalarni tayyorlash. (2 coam)

R E J A:

1. Elektromagnit nurlanishning tavsifi. Usulning afzalligi va kamchiliklari. Tahlil ob‘ektlari.
2. Atom va molekulyar spektroskopiyalarning asoslari. Tahlilning asosiy bosqichlari.
3. Spektroskopik va spektrofotometrik tahlil usullaridagi namunalarni tayyorlash.

3-mavzu: IQ va KS (Raman) spektroskopiya usullarining hususiyatlari. Tadqiqot ob‘ektlari, usullarning imkoniyatlari. Yadroviy magnit rezonans hodisasining fizikaviy asoslari. Moddalar tahlilida YaMR usulini qo‘llanilishi (2 coam)

R E J A:

1. IQ va KS (Raman) spektroskopiya usullarining hususiyatlari.
2. Tadqiqot ob‘ektlari, usullarning imkoniyatlari. Yadroviy magnit rezonans hodisasining fizikaviy asoslari.
3. Moddalar tahlilida YaMR usulini qo‘llanilishi.

4-mavzu: Ionizatsiyalash usuli: elektron zarba, fotoionizatsiyalash, kimyoviy ionizatsiyalash. Xromato-mass-spektrometriya haqida tasavvurlar (2 coam)

R E J A:

1. Ionizatsiyalash usuli: elektron zarba, fotoionizatsiyalash, kimyoviy ionizatsiyalash.
2. Xromato-mass-spektrometriya haqida tasavvurlar

AMALIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg‘ulot: Spektroskopik va spektrofotometrik tahlil usullaridagi namunalarni tayyorlash. (4 soat)

2- amaliy mashg‘ulot: Moddalar tahlilida YaMR usulini qo‘llash (4 soat)

3- amaliy mashg‘ulot: Moddalar tahlilida xromato-mass-spektrometriya usulini qo‘llash.(2 soat)

O‘QITISH SHAKLLARI

Mazkur modul bo‘yicha quyidagi o‘qitish shakllaridan foydalaniladi: ma’ruzalar, amaliy mashg‘ulotlarida kimyo fanlarni o‘qitish metodikasi sohasidagi yangi ma’lumotlar, zamonaviy texnika hamda texnologiyalar bilan tanishtirish, nazariy bilimlarini mustahkamlash.

O‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, grafik organayzerlardan, keyslardan foydalanish, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, blits-so‘rovlardan, sinkveyn va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

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

6. O‘zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O‘zbekiston, 2018.

7. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni.
8. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyundagi “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi PF-4732-sonli Farmoni.
9. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi 4947-sonli Farmoni.
- 10.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining "Oliy ta’lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 2017 yil 20 apreldagi PQ-2909-sonli Qarori.
- 11.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2019-2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini innovatsion rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi 2018 yil 21 sentabrdagi PF-5544-sonli Farmoni.
- 12.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.
- 13.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 17 iyundagi “2019-2023 yillarda Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetida talab yuqori bo‘lgan malakali kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish va ilmiy salohiyatini rivojlantiri chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4358-sonli Qarori.
- 14.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.
- 15.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 avgustdagi 8 oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmoni.
- 16.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 24 maydagidagi“Qadimiyyozma manbalarni saqlash, tadqiq va targ‘ib qilish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-2995-sonli Qarori.
- 17.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 19 dekabrdagi “Moddiy madaniy meros obyektlarini muhofaza qilish sohasidagi faoliyatni tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4068-sonli Qarori.

Maxsus adabiyotlar

- 19.Akbarov X.I. Fizikaviy kimyo kursidan uslubiy qo‘llanma. Toshkent. 2016,66 .
20. Akbarov X.I., Tillayev R.S., Sa’dullayev B.U. Fizikaviy kimyo. “Universitet”, 2015, 436 b.

21. Asekretov O.K., Borisov B.A., Bugakova N.Y. i dr. Sovremenniy obrazovatelniye texnologii: pedagogika i psixologiya: monografiya. – Novosibirsk: Izdatelstvo SRNS, 2015. – 318 s. <http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>
22. Belogurov A.Y. Modernizatsiya protsessa podgotovki pedagoga v kontekste innovatsionnogo razvitiya obshestva: Monografiya. – M.: MAKS Press, 2016. – 116 s. ISBN 978-5-317-05412-0.
23. Gulobod Qudratullo. Qizi, R.Ishmuhamedov, M.Normuhammedova. An'anaviy va noan'anaviy ta'lim. – Samarqand: "Imom Buxoriy xalqaro ilmiy-tadqiqot markazi" nashriyoti, 2019. 312 b.
24. Muslimov N.A va boshqalar. Innovatsion ta'lim texnologiyalari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: "Sano-standart", 2015. – 208 b.
25. Stromberg A.G., Semchenko D.P. Fizicheskaya ximiya. M.: «Visshaya shkola». 2019.
26. Oliy ta'lim tizimini ra.amli avlodga moslashtirish konsepsiyasi. Yevropa Ittifoqi Erasmus+ dasturining ko'magida. https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf
27. Tomina YE.V. Modulnaya texnologiya obucheniya ximii v sovremennom obrazovatelnom protsesse: Uchebno-metodicheskoye posobiye 2018. <http://bookzz.org/>
28. Tojimuxammedov .Q.S. Zamonaviy organik kimyo. Malaka oshirish kursi tinglovchilari uchun o'quv qo'llanma. Toshkent, "Mumtoz so'z", 2019 y.
29. Tojimuxammedov .Q. S. Organik barikmalarning tuzilishi va reaksiyaga kirishish qobiliyati. Toshkent, "Mumtoz so'z", 2019 y.
30. Tojimuxammedov .Q. S. Nitrozofenollarning sintezi va xossalari. Monografiya. Toshkent, "Mumtoz so'z", 2020 y.
31. Turabov N.T., Smanova Z.A., Kutlimuratova N.X. Analitik kimyo. // Toshkent 2019 y. 247 b.
32. 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 y. 120 bet.
33. Ibrayimov A.YE. Masofaviy o'qitishning didaktik tizimi. Metodik qo'llanma/tuzuvchi. A.YE. Ibrayimov. – Toshkent: "Lesson press", 2020. 112 bet.

34. Ishmuhamedov R.J., M.Mirsoliyeva. O‘quv jarayonida innovatsion ta’lim texnologiyalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 b.
35. Ignatova N. Y. Obrazovaniye v sifrovuyu epoxu: monografiya. M-vo obrazovaniya i nauki RF. – Nijniy Tagil: NTI (filial) UrFU, 2017. – 128 s. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf
36. Zolotov Y.A. Analiticheskaya ximiya. Uchebnik dlya vuzov. Kn. 1,2. -M.: Visshaya shkola. 2018. 615 s.
37. Shoxidoyatov .Q.M., Xo‘janiyozov .Q. O‘., Tojimumammedov .Q.S. Organik kimyo. Universitetlar uchun darslik. Toshkent, “Fan va texnologiya”. 2014 yil .
38. 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)
39. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.
40. David Spencer “Gateway”, Students book, Macmillan 2012.
41. Ckoog D.M. West. Fundamentals of Analytical Chemistry Brouks/Cole/ Cengage learning USA, 2014.
42. Mitchell H.Q., Marileni Malkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publiciations. 2015. 191.
43. Mitchell H.Q. “Traveller” B1, B2, MM Publiciations. 2015. 183.
44. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.
45. English for Specific Purposes. All Oxford editions. 2010, 204.
46. Wolfgang Scharte. Basic Physical chemistry. Germany, 2014.
47. Christian G.D., Analytical chemictry University of Washington, USA, 2009.
- IV. Интернет сайтлар
48. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
49. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси .онун .ужжатлари маълумотлари миллий базаси
50. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
51. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали ZiyonET
52. <http://natlib.uz> – Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси
53. www.chemnet.ru – химическая информационная сеть (Россия).
54. www.anchem.ru – Аналитическая химия и химический анализ. Портал химиков- аналитиков.
55. <http://www.chemspider.com/> – Химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании.

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

“Tushunchalar tahlili” metodi

- **Metodning maqsadi:** mazkur metod talabalar yoki qatnashchilarni mavzu buyicha tayanch tushunchalarni o‘zlashtirish darajasini aniqlash, o‘z bilimlarini mustaqil ravishda tekshirish, baholash, shuningdek, yangi mavzu buyicha dastlabki bilimlar darajasini tashhis qilish maqsadida qo‘llaniladi.

- Metodni amalga oshirish tartibi:
- ishtirokchilar mashg‘ulot qoidalari bilan tanishtiriladi;
- o‘quvchilarga mavzuga yoki bobga tegishli bo‘lgan so‘zlar, tushunchalar nomi tushirilgan tarqatmalar beriladi (individual yoki guruhli tartibda);
- o‘quvchilar mazkur tushunchalar qanday ma’no anglatishi, qachon, qanday holatlarda qo‘llanilishi haqida yozma ma’lumot beradilar;
- belgilangan vaqt yakuniga yetgach o‘qituvchi berilgan tushunchalarning tugri va tuliq izohini uqib eshittiradi yoki slayd orqali namoyish etadi;
- har bir ishtirokchi berilgan tugri javoblar bilan uzining shaxsiy munosabatini taqqoslaydi, farqlarini aniqlaydi va o‘z bilim darajasini tekshirib, baholaydi.

“Davra suhbatlari” metodi

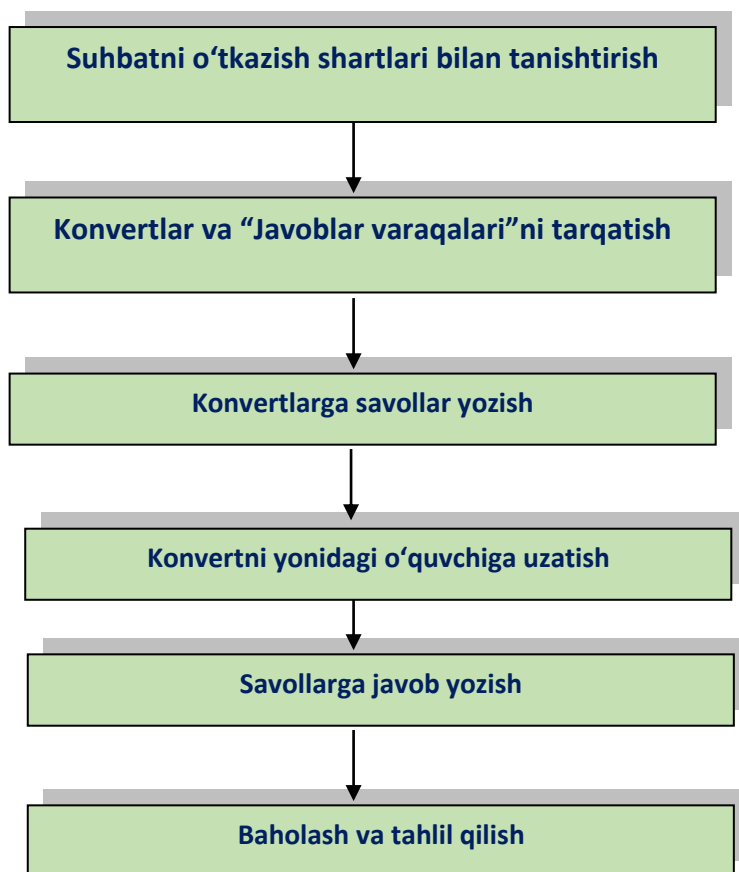
Aylana stol atrofida berilgan muammo yoki savollar yuzasidan ta’lim oluvchilar tomonidan o‘z fikr-mulohazalarini bildirish orqali olib boriladigan o‘qitish metodidir.

“Davra suhbatlari” metodi qo‘llanilganda stol-stullarni doira shaklida joylashtirish kerak. Bu har bir ta’lim oluvchining bir-biri bilan “ko‘z aloqasi”ni o‘rnatib turishiga yordam beradi. Davra suhbatining og‘zaki va yozma shakllari mavjuddir. Og‘zaki davra suhbatida ta’lim beruvchi mavzuni boshlab beradi va ta’lim oluvchilardan ushbu savol bo‘yicha o‘z fikr-mulohazalarini bildirishlarini so‘raydi va aylana bo‘ylab har bir ta’lim oluvchi o‘z fikr-mulohazalarini og‘zaki bayon etadilar. So‘zlayotgan ta’lim oluvchini barcha diqqat bilan tinglaydi, agar muhokama qilish lozim bo‘lsa, barcha fikr-mulohazalar tinglanib bo‘lingandan

soʻng muhokama qilinadi. Bu esa taʼlim oluvchilarning mustaqil fikrlashiga va nutq madaniyatining rivojlanishiga yordam beradi.

Davra stolining tuzilmasi

Yozma davra suhbatida stol-stullar aylana shaklida joylashtirilib, har bir taʼlim oluvchiga konvert qogʻoz beriladi. Har bir taʼlim oluvchi konvert ustiga maʼlum bir mavzu boʻyicha oʻz savolini beradi va “Javob varaqasi”ning biriga oʻz javobini yozib, konvert ichiga solib qoʻyadi. Shundan soʻng konvertni soat yoʻnalishi boʻyicha yonidagi taʼlim oluvchiga uzatadi. Konvertni olgan taʼlim oluvchi oʻz javobini “Javoblar varaqasi”ning biriga yozib, konvert ichiga solib qoʻyadi va yonidagi taʼlim oluvchiga uzatadi. Barcha konvertlar aylana boʻylab harakatlanadi. Yakuniy qismda barcha konvertlar yigʻib olinib, tahlil qilinadi. Quyida “Davra suhbat” metodining tuzilmasi keltirilgan



Metodning maqsadi: oʻquvchilarda tezlik, axborotlar tizmini tahlil qilish, rejalashtirish, prognozlash koʻnikmalarini shakllantirishdan iborat. Mazkur metodni baholash va mustahkamlash maqsadida qoʻllash samarali natijalarni beradi.

Metodni amalga oshirish bosqichlari:

1. Dastlab ishtirokchilarga belgilangan mavzu yuzasidan tayyorlangan topshiriq, ya'ni tarqatma materiallarni alohida-alohida beriladi va ulardan materialni sinchiklab o'rganish talab etiladi. Shundan so'ng, ishtirokchilarga to'g'ri javoblar tarqatmadagi «yakka baho» kolonkasiga belgilash kerakligi tushuntiriladi. Bu bosqichda vazifa yakka tartibda bajariladi.

2. Navbatdagi bosqichda trener-o'qituvchi ishtirokchilarga uch kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiradi va guruh a'zolarini o'z fikrlari bilan guruhdoshlarini tanishtirib, bahslashib, bir-biriga ta'sir o'tkazib, o'z fikrlariga ishonirish, kelishgan holda bir to'xtamga kelib, javoblarini “guruh bahosi” bo'limiga raqamlar bilan belgilab chiqishni topshiradi. Bu vazifa uchun 15 daqiqa vaqt beriladi.

3. Barcha kichik guruhlar o'z ishlarini tugatgach, to'g'ri harakatlar ketma-ketligi trener-o'qituvchi tomonidan o'qib eshittiriladi, va o'quvchilardan bu javoblarni “to'g'ri javob” bo'limiga yozish so'raladi.

4. “To'g'ri javob” bo'limida berilgan raqamlardan “yakka baho” bo'limida berilgan raqamlar taqqoslanib, farq bulsa “0”, mos kelsa “1” ball quyish so'raladi. Shundan so'ng “yakka xato” bo'limidagi farqlar yuqoridan pastga qarab qo'shib chiqilib, umumiy yig'indi hisoblanadi.

5. Xuddi shu tartibda “to'g'ri javob” va “guruh bahosi” o'rtasidagi farq chiqariladi va ballar “guruh xatosi” bo'limiga yozib, yuqoridan pastga qarab qo'shiladi va umumiy yig'indi keltirib chiqariladi.

6. Trener-o'qituvchi yakka va guruh xatolarini to'plangan umumiy yig'indi bo'yicha alohida-alohida sharhlab beradi.

7. Ishtirokchilarga olgan baholariga qarab, ularning mavzu bo'yicha o'zlashtirish darajalari aniqlanadi.

III. NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

1-mavzu: Fizik-kimyoviy tahlil usullarining tavsifi (FKTU) va asosiy tushunchalari. Hodisalar mohiyati, tahlil qilinadigan ob‘ekt tabiati, foydalanilgan asboblarni bo‘yicha tahlil usullarining sinflanishi. Tahlilning asosiy ob‘ektlari. Asosiy analitik muammolar: aniqlash chegarasini pasayishi, tahlil aniqligini oshirish, tezligini (ekspres) ta‘minlash, mikroob‘ektlar tahlili. (2 soat)

REJA:

1. Hodisalar mohiyati, tahlil qilinadigan ob‘ekt tabiati, foydalanilgan asboblarni bo‘yicha tahlil usullarining sinflanishi. Tahlilning asosiy ob‘ektlari.
2. Asosiy analitik muammolar: aniqlash chegarasini pasayishi, tahlil aniqligini oshirish, tezligini (ekspres) ta‘minlash, mikroob‘ektlar tahlili.

Keyingi yillarda mustakil mamlakatimizning iqtisodiy va sotsial rivojlantirish rejalarida kimyo, qurilish materiallari va metallurgiya sanoati ishlab chikarilayotgan mahsulotlar miqdorini oshirish, sifatini j axon andozalari darajasiga yetkazish, ularning eksport salohiyatini kuchaytirishga aloxida e‘tibor berilmokda. Kimyo, silikat va rangli metallurgiya sanoatlari mahsulotlarini ishlab chikrinish buyicha mutaxassislarini tayyorlashda texnologiya, ilmiy-texnika, ekologiya va ikhisodiyot masalalari aloxida o‘rin egallaydi. Ishlab chiqarilayotgan material va buyumlarning sifati asosan shu jarayon va faktorlarning takomillashuviga bog‘liq. Shu sababdan bakalavrlar tayyorlash buyicha yangi ukuv rejalarida «Noorganik materiallar kimyoviy texnologiyasi» predmetiga aloxdda o‘rin berilgan. «Noorganik materiallar kimyoviy texnologiyasi» fanining maqsadi «V 522400 — Kimyoviy texnologiya» yunalishining «Silikat va zurg‘a suyuluvchan materiallar texnologiyasi», «Kamyob tarqoq, va nodir metallar texnologiyasi», «Noorganik moddalar texnologiyasi» sohalari buyicha ta‘lim olayotgan talabalarni keramika va shisha, bog‘lovchi material, mineral o‘g‘it, kamyob va nodir metallar ishlab chiqarishning zamonaviy va istiqbolli texnologik yechimlari xaqida ma‘lumot berish, mahsulotlar olishning nazariy va amaliy asoslari bilan tanishtirish, sifatini yaxshilash yullarini topish, ishlab chiqarish sur‘atini oshirish hamda tannarxini kamaytirishga oid materiallar bilan yaqindan tanishtirishdir. Sistematik ravishda asosiy mahsulotlar — qurilish g‘ishti, sopol buyumi, chinni, olovbardosh material, texnika keramikasi mahsuloti, qurilish va texnika shishasi, billur, shisha-kristall, gips, ohak, sement va boshqa bog‘lovchi modda, fosforli, kaliyli, azotli, murakkab, mikro va boshqa ug‘itlar, volfram, molibden, germaniy, indiy, reniy, berilliy, galliy, oltin va kumush kabi metallar ishlab chiqarishning qisqacha tarixi, ta‘rifi,

tasnifi, xomashyosi, ularni ishlab chiqarish texnologiyasi asoslari, asosiy xususiyatlari va ishlatilishi yoritilgan.

Kimyoviy birikmalarni ajratish, tahlil qilish va ularning xossalarini tekshirishning kimyoviy, fizikaviy va fizik–kimyoviy usullari orasida xromatografik tahlil usullari muhim o‘rinni egallaydi. Xromatografik tahlil usullari soddaligi, samaravorligi, tanlovchanligi, tezkorligi, shuningdek, uni boshqa fizik–kimyoviy usullar bilan birgalikda avtomatlashtirish mumkinligi tufayli keng tarqalgan.

Xromatografiya usullarining o‘ziga xos xususiyati ularning universalligida bo‘lib, turli konsentratsiyalarda olingan anorganik va organik qattiq, suyuq hamda gazsimon moddalarni ajratish va aniqlashga imkon beradi. Bu usullarning yana bir muhim tomoni shundaki, ular yordamida xossalari birbiriga yaqin bo‘lgan birikmalarni to‘la va oson ajratish mumkin. Xromatografiya tekshiriluvchi obyektlarni sifat va miqdoriy tahlil qilishga, moddalarning fizik–kimyoviy xossalarini o‘rganishga, texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatik boshqarishga imkon beradi. Keyingi vaqtlarda xromatografiya atrof muhitni nazorat qilishning asosiy usullaridan biri bo‘lib qoldi. Xromatografiyaga birinchi bo‘lib rus botanik olimi M.S. Svetning tadqiqotlari va uning 1903 yilda bosib chiqarilgan «Adsorbsion hodisalarning yangi kategoriyasi va ularning biokimyoviy tahlilda qo‘llanilishi» nomli maqolasi asos soldi. O‘zi taklif etgan usulning asoslarini Svet quyidagicha ta’riflaydi: «Aralash eritma adsorbent ustuni orqali filtr langanda pigmentlar turli rangdagi alohida zonalarga ajraladi. Murakkab pigmentning turli tarkibiy qismlari spektrdagi yorug‘lik nurlari singari adsorbent ustunida ma’lum qonuniyat asosida bir– biridan har xil rangli qavatma–qavat bo‘lib ajraladi va ularni sifat jihatdan aniqlash imkoni tug‘iladi. Bunday rangbarang preparatni men xromatogramma deb, tegishli usulni esa xromatografik usul deb atadim». Moddalarni xromatografik ajratish usullari sorbsiya jarayonlariga asoslangan. Bu yerda sorbsiya deganda gaz, bug‘ yoki erigan moddalarning qattiq yoki suyuq yutuvchilarga (sorbentlar) yutilishi tushuniladi. Teskari jarayon desorbtsiya deyiladi. Sorbsiya tushunchasi umumiy bo‘lib, u adsorbtsiya (fazaning sirtiga yutilish) va absorbsiya (fazaning hajmiga yutilish) dan iborat. Sorbsiyani ikki yo‘l bilan: statik va dinamik sharoitda amalga oshirish mumkin. Statik sorbsiya ikkala fazaning nisbiy harakatsiz holatida ro‘y beruvchi sorbsion jarayon bo‘lib, moddaning fazalar orasida taqsimlanish muvozanati qaror topishi bilan yakunlanadi. Dinamik sorbsiya harakatchan faza harakatsiz fazaga nisbatan bir yo‘nalishda siljiydigan sorbsion jarayondir. Moddalar aralashmasini xromatografik ajratish usuli dinamik sorbsiya jarayoniga asoslangan. Barcha xromatografik usullarning mohiyati shundaki, tarkibiy qismlarga ajratiladigan modda harakatchan

faza (suyuq yoki gazsimon) bilan birgalikda harakatsiz sorbent (harakatsiz faza) qatlami orqali o'tadi, yutilishi turlicha bo'lgani uchun sorbent orqali turlicha tezlikda o'tadi. Aralashmalarni ajratishning ba'zi turlaridan farqli ravishda xromatografik usullarning o'ziga xos xususiyati sorbsiya va desorbsiya jarayonlarning sorbentning yangi qatlamlarida ko'p marta takrorla– nishidadir. Bu esa ajratishning juda samarali bo'lishini ta'minlaydi. Demak, xromatografiya aralashmalarni ajratishning dinamik, sorbsion usuli bo'lib, u moddalarni ikki faza orasida taqsimlanishiga asoslangan (fazalardan biri harakatchan bo'lib, ikkinchisi qo'zg'almas) va sorbsiya hamda desorbsiya jarayonlarining ko'p marta takrorlanishi bilan bog'liq. Xromatografik usullarni klassifikatsiyalashning turli yo'llari mavjud. 1. Qo'zg'almas va harakatchan fazalarning fizik tabiatiga qarab suyuqlik xromatografiyasi (harakatchan faza suyuq bo'lganida) va gaz xromatografiyasi (harakatchan faza gaz bo'lganida). Suyuqlik xromatografiyasini o'z navbatida qo'zg'almas fazaning agregat holatiga qarab qattiq–suyuq fazali xromatografiyaga (QSX) (qo'zg'olmas faza qattiq modda) va suyuq–suyuq fazali xromatografiyaga (SSX) (qo'zg'almas fazasi suyuqlik) ajratish mumkin. «Suyuqlik–suyuqlik» xromatografiyasi (SSX) ko'pincha, taqsimlovchi xromatografiya, deb yuritiladi. Gaz xromatografiyasi qo'zg'almas fazaning agregat holatiga qarab «gaz–adsorbsion» (GAX) va «gaz–suyuqlik» xromatografiyasiga (GSX) yoki gaz taqsimlovchi xromatografiyaga bo'linadi. 2. Sorbsiya mexanizmiga qarab xromatografiya molekular va xemosorbsion xromatografiyaga bo'linadi. Molekular xromatografiyada qo'zg'almas faza (sorbent) bilan ajratilayotgan aralashmaning tarkibiy qismlari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari tabiati bo'yicha molekulalararo Van–der–Vals kuchlaridir. Xemosorbsion xromatografiyaga ion almashish, cho'ktirish, kompleks hosil qilish (yoki ligand almashish), oksidlanish–qaytarilish xromatografiyasi kiradi. Xemosorbsion xromatografiyada tegishli kimyoviy reaksiyalar sorbsiyaga sabab bo'ladi. 3. Xromatografiyalash usullari bo'yicha frontal, ochiltirish (elyuyent) va siqib chiqarish xromatografiyalariga bo'linadi. Tahliliy kimyoda ko'pincha, ochiltirish usuli qo'llaniladi. 4. Bajarish texnikasi bo'yicha kolonkali (nayli) xromatografiya (qo'zg'almas faza nayda joylashtirilgan) va yuza qog'oz xromatografiyasi hamda yupqa qatlamli xromatografiyalarga (qo'zg'almas faza sorbent qog'oz varag'iga yoki shisha va metall plastinkaga yupqa qatlam qilib joylashtirilgan) ajratiladi. Xromatografik tahlilning mohiyati quyidagilardan iborat. Kolonkaga (sorbentning yupqa qatlamiga, yoki kog'oz lentaga) ajratiladigan aralashmadan ozgina (qo'zg'almas faza sig'imidan juda kichik hajmda) solinadi. Aralashmaning tarkibiy qismlari sorbentning yuqori qatlamlarida (tekis yuzadagi xromatografiyada esa namuna solingan joyda) yutila boshlaydi. Bunda yaxshi yutilmaydigan komponent kolonka bo'ylab keyingi qatlamlarga (qog'ozda dog'ning chekkalari tomon) yaxshi

yutiladiganlariga nisbatan kattaroq tezlik bilan o'tadi. Dastlabki xromatogramma hosil bo'ladi, unda aralashma tarkibiy qismlarga hali to'liq ajralmagan bo'ladi. Aralashmani tarkibiy qismlariga to'liq ajratish uchun dastlabki xromatogrammani ochiltirish (aralashma tarkibiy qismlarini erituvchida eritish) kerak. Buning uchun xromatografik kolonka biror erituvchi bilan yuviladi. Xromatogramma ochiltirilganda aralash zonalar alohida zonalarga ajraladi, ularning har birida alohida modda bo'ladi, keyin bu zonalar kolonka bo'ylab aralashib ketadi. Bunda qo'zg'almas va harakatchan fazalar orasida taqsimlanish koeffitsiyenti katta bo'lgan moddalar kolonka bo'ylab tezroq harakatlanadi va kolonka harakatchan faza bilan yetarli darajada yuvilganda kolonkadan birinchi bo'lib chiqadi. Kolonkadan chiqayotgan elyuat filtrat tarkibida aralashmaning alohida komponentlari bo'ladi, ularni biror idishga yig'ish va mos keluvchi usullar bilan tekshirish mumkin. Har qanday sorbsiya jarayonining o'ziga xos taqsimlanish konstantasi (Ktaqs.) bo'ladi. Bu konstanta ma'lum bir shakldagi moddaning qo'zg'almas fazadagi muvozanat konsentratsiyasining (S1) moddaning harakatchan fazadagi konsentratsiyasiga (S2) nisbatidan iborat;

$$K_{taqs} = S1 / S2$$

Xromatografiyada aniqlanuvchi modda ikkala fazada ham bo'lishi mumkin. Bu holda taqsimlanish koeffitsiyenti KD aniqlanuvchi modda A ning muvozanat holatida fazalar orasida taqsimlanishini belgilaydi va quyidagi ifodalovchi koeffitsiyentdan foydalaniladi:

$$KD = CA_{qo'zg'}. / SA_{har}.$$

bunda SA_{qo'zg'} va SA_{har} turli shakllardagi A moddaning (miqdorining) tegishli qo'zg'almas va harakatchan fazalardagi umumiy tahliliy konsentratsiyasi. Taqsimlanish koeffitsiyenti aniqlanuvchi modda tabiatiga, qo'zg'almas va harakatchan fazalar tabiatiga, haroratga, rN ga, suyuqlik xromatografiyasida esa eritmaning konsentratsiyasi va ion kuchiga bog'liq bo'ladi. Ayni modda zonasining harakatlanish (siljish) tezligi taqsimlanish koeffitsiyenti KD ga teskari mutanosibdir. KD ning qiymati katta bo'lganda moddaning ko'proq qismi harakatsiz fazada bo'lib, juda sekin siljiydi. KD kichik bo'lganida modda kolonka bo'ylab harakatchan faza bilan birga tez harakatlanadi. KD qiy.mati turlicha bo'lgan har qanday ikkita modda turli tezlik bilan harakatlanadi va bu xromatografik ajratish usulining asosiy omili hisoblanadi.

Suyuqlik-adsorbsion xromatografiya. 50 yillarning oxirida detektorlashning juda sezgir usullari paydo bo'lishi va polimerlar asosida yangi selektiv adsorbentlar yaratilishi natijasida suyuqlik- adsorbsion xromatografiya

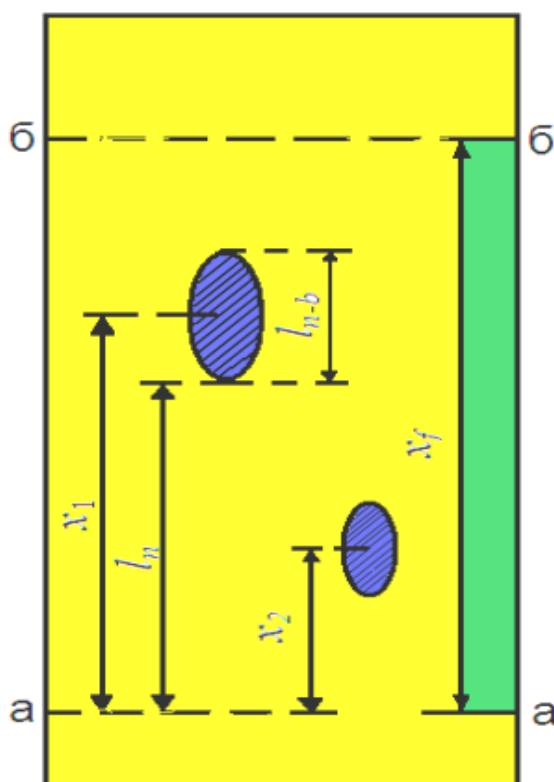
eritmaldagi ko'p komponentli aralashma larni ajratish va tekshirishning juda sezgir, ancha tanlovchan va tezkor usuli bo'lib qoldi. Yuqori bosimlarni qo'llash joriy etilishi bilan usulning amaliy ahamiyati yanada oshdi. Suyuqlik–adsorbsion xromatografiya ishlatiluvchi asboblari bo'yicha ikki variantda: kolonkali va yupqa qatlamli variantlarda bajarilishi mumkin. Ular bir qator muhim xususiyatlari bo'yicha bir–biridan keskin farqlanadi. Suyuqlik xromatografiyasi ko'pincha neft va gaz mahsulotlari tarkibini o'rganishda, organik kimyo texnologiyasi va tahlilida qo'llaniladi. Masalan, bu usul bilan neft, kerosin, benzin uglevodorodlarning tarkibi aniqlanadi, cis va trans izomerlar, alkaloidlar va boshqalar yaxshi ajratiladi. Suyuqlik xromatografiyasi bug'lanmaydigan va beqaror birikmalarni ajratish, tahlil qilish va tekshirish usullarini ishlab chiqishda ayniqsa katta ahamiyat kasb etadi. 1970 yillarning boshlarida yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi– YUSSX (yuqori bosimli suyuqlik xromatografiyasi, tezkor suyuqlik xromatografiyasi) rivojlana boshladi. YUSSX usullarini ishlab chiqishga gaz xromatografiyasi usullari bilan tarkibiy qismlarga ajratishning iloji bo'lmagan, yuqori haroratda (400° dan yuqori) qaynaydigan va beqaror birikmalarni tahlil qilish zarurati, shuningdek, kolonkali suyuqlik xromatografiyasi samaradorligini oshirish zarurati turtki bo'ldi. Xromatografni tarmoqqa ulash va ish rejimiga o'tkazish asbobning har bir konkret markasi uchun tuzilgan yo'riqnomaga binoan bajariladi. Asbob quyidagicha ishlaydi: yuqori bosim nasosi termostatga o'rnatilgan kolonka orqali elyuyentning rostlanadigan oqimi o'tishini ta'minlab boradi. Tekshiriluvchi namuna shprits yordamida jumrak orqali elyuyent oqimiga kiritiladi. Bunda namuna kiritish paytida asbobning tuzilishiga qarab elyuyent oqimi yo to'siladi yoki to'silmaydi. Namuna kiritilib bo'lgach, elyuyent 12 MPa gacha bosim ostida kolonkaga kiritiladi, kolonkada aralashma tarkibiy qismlarga ajratiladi. Kolonkadan chiquvchi oqim detektorga yo'naltiriladi va unda aralashmadagi har bir komponentning optik zichligi yoki nur sindirish ko'rsatkichi qayd etiladi. Xromatografik cho'qqilarni avtomat elektron potensiometr yozib boradi. Yupqa qatlamdagi xromatografiya. Yupqa qatlamdagi xromatografiya usuli rus olimlari N. A. Izmaylov va M. S. Shrayberlar tomonidan 1938 yilda ishlab chiqilgan bo'lib, hozirgi zamonda neft va gaz tarkibini shuningdek organik kimyoda qo'llaniluvchi tahlil usullarining eng muhimlaridan biri hisoblanadi va anorganik birikmalar tahlilida ham tobora jadal qo'llana boshlamoqda. Agarda sorbent kolonkada emas, plastinkada yupqa qatlam holida joylashtirilgan bo'lsa, xromatografiya turlaridan biri bo'lgan yupqa qatlamdagi xromatografiya vujudga keladi. Shisha, metall yoki plastmassadan tayyorlangan plastinka yuzasiga sorbent yupqa qatlam holida joylashtiriladi. So'ngra plastinka chetidan 2–3 sm qoldirib, tarkibida tahlil qilinadigan modda bor suyuqlik tomiziladi, suyuqlik tomizilgan joy start chizig'i deyiladi. Plastinkaning start chizig'idan pastki cheti harakatchan faza vazifasini

bajaruvchi erituvchiga botiriladi. Qapillary kuchlar ta'sirida erituvchi sorbentning yupqa qatlami bo'ylab siljiydi va tekshiriluvchi aralashmaning komponentlarini sorbent-sorbat sistemasining xossa lariga mos ravishda turli tezlikda siljitadi. Buning natijasida moddalar aralashmasi tarkibiy qismlarga ajraladi. Sorbentning yupqa qatlamidagi xromatografik ko'chirish kolonkadagi singari harakatchan suyuq fazaning qo'zg'almas tashuvchi qatlami bo'ylab o'tishi va ajratilayotgan aralashma komponentlarining qatlam bo'ylab turli tezlikda ko'chishi tufayli sodir bo'ladi. Ammo yupqa qatlamda ajratilayotgan aralashma moddalari kolonkadagi singari faqat bo'ylama yo'nalishda emas, balki ko'ndalang yo'nalishda ham diffuziyalanadi. Bundan tashqari, harakatchan faza yupqa qatlamda kapillary kuchlar tufayli siljiydi. Yupqa qatlamdagi jarayonni ikki o'lchamli deb hisoblash kerak. Bunda ko'ndalang yo'nalishdagi diffuzion massa uzatish bo'ylama diffuziya bilan deyarli bir xil bo'ladi. Yupqa qatlamdagi xromatografiya (YUQX) ning asosiy xususiyatlari. Yupqa qatlamdagi sorbentsorbat sistemasining sorbsion xossalari tavsiflash uchun harakatchanlik R_f tushunchasi kiritiladi. Harakatchanlik qatlamdagi modda zonasi markazining harakatlanish tezligi k u ning erituvchining harakatlanish tezligi $(f a)$ ga nisbati bilan aniqlanadi:

$$R_f = \frac{u_k}{a_f}$$

Bu kattaliklarni bevosita o'lchash qiyin bo'lgani sababli modda zonasining start chizig'idan to zona markazigacha o'tgan masofa x_1 ning erituvchi tomonidan shu vaqtning o'zida o'tilgan masofa X_f ga nisbati R_f deb olinadi (6-rasm). X_f start chizig'idan boshlab tajriba oxirida erituvchi yetgan chegaragacha bo'lgan masofaga teng:

$$R_f = \frac{x_1}{x_f}$$



2–rasm. Yupqa qatlamda xromatografiyalash kattaliklarini o‘lchash sxemasi.

Ravshanki, x_1 x_f dan katta bo‘lishi mumkin emas. Shu sababli qiymatlari nol bilan bir orasida bo‘ladi. Agar turli moddalar uchun x_1 ning qiymatlari bir xil bo‘lmasa, unda R_f ning qiymatlari ham turlicha bo‘ladi. Demak, R_f sorbat-sorbent sistemasi uchun sorbsion xarakteristika vazifasini o‘tashi mumkin va tajriba sharoitida ayni sorbent hamda erituvchi uchun o‘zgarmas kattalikdir. Berilgan moddaning harakatchanligini standart tarzida qabul qilingan ma’lum moddaning harakatchanligi bilan taqqoslash mumkin, bunda:

$$R_{f.nucb.} = R_{f.x} / R_{f.ct.}$$

Kolonkali xromatografiyada kolonkaning samaradorligi nazariy tarelkalar soni p orqali aniqlanadi, R_f qiymatini p qiymatlari bilan bog‘lash mumkin, bu holda:

$$k_f = \frac{R_{f1x1} - R_{f1x2}}{\sqrt{R_{f1x1}} - \sqrt{R_{f2x2}}} \sqrt{n}$$

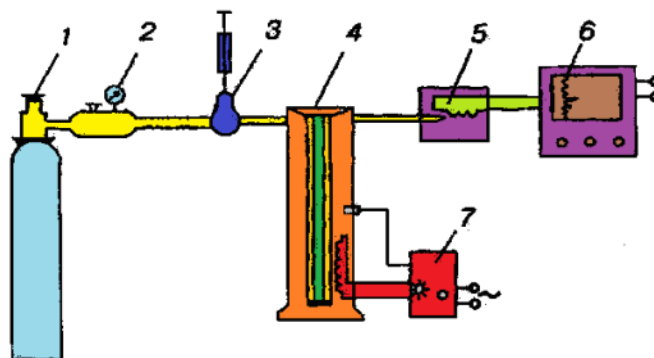
bo'ladi. Bunda: R_{f1x1} va R_{f1x2} –ajratiluvchi aralashmadagi ikki qo'shni komponentlar harakatchanliklarining qiymatlari; k_f –yupqa qatlamda ajratish koeffitsiyenti: u aralashmadagi ikki qo'shni komponentning ajralish darajasini ko'rsatadi. Agar $R_{f1x1} = R_{f1x2}$ bo'lsa, unda $k_f = 0$ bo'ladi.

Nazariy tarelkalar soni p YUQX usuli bilan aniqlanishi mumkin. Buning uchun ayni moddaning start chizig'idan to shu modda zonasini hosil qilgan dog'ning quyi chegarasigacha bo'lgan masofa l_p ni o'lchash va shu dog'ning quyi chegarasidan yuqori chegarasigacha bo'lgan masofa $l_p - v$ ni o'lchash kerak. (2–rasmga qarang). Bunda nazariy tarelkalar soni p quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$n = 16 \cdot \left(\frac{\ln}{\ln - \epsilon} \right)^2$$

Nazariy tahlil R_f ning qiymati kichkina bo'lganida va tahlil vaqti qisqartirilganda sorbentdagi modda zonasining yuvilib ketishi maksimal bo'lishini, demak, modda konsentratsiyasi maksimal bo'lishini va tahlilning sezgirligi ortishini ko'rsatadi. Yupqa qatlamdagi donacha diametrining kichrayishi tahlil vaqtining cho'zilishiga olib keladi va diffuzion yuvilib ketishini kuchaytiradi. Hozirgi vaqtda YUQX analitik kimyoning muhim usullaridan biri hisoblanadi. U murakkab aralashmalarni tahlil qilishda tengi yo'q usuldir. Bajarish uslubi va ishlatiluvchi asboblari jihatidan sodda, tezkor bo'lib, tahlil qilish uchun modda ko'p miqdorda talab etilmaydi. Suyuqlik-suyuqlik xromatografiyasi. Suyuqlik-suyuqlik xromatografiyasi mohiyati bo'yicha gaz-suyuqlik xromatografiyasiga yaqindir. Bunda ham qattiq tashuvchi yuzasida suyuq faza pardasi hosil qilinadi va shunday sorbent bilan to'ldirilgan kolonka orqali suyuq eritma o'tkaziladi. Xromatografiyaning bu turi suyuqlik-suyuqlikda taqsimlanish xromatografiyasi yoki soddaroq qilib, taqsimlanish xromatografiyasi deyiladi. Quruq tashuvchi yuzasidagi suyuqlik qo'zg'almas suyuq faza, sorbent orqali o'tadigan erituvchi esa suyuq harakatchan faza deb ataladi. Suyuqlik-suyuqlik xromatografiyasi kolonkada (kolonkali varianti) yoki qog'ozda o'tkazilishi (qog'ozdagi xromatografiya) mumkin. Qog'ozda taksimlanish xromatografiyasi. Qog'ozda xromatografiya–lashda qo'zg'almas suyuq faza tashuvchisi sifatida o'zining g'ovaklarida anchagina miqdorda suyuqlikni tutib tura oluvchi qog'ozning maxsus navlari ishlatiladi. Qolonkali variantdagi singari bunda ham ikki turdagi qog'ozdan: g'ovaklarida suvni tutib turadigan gidrofil va maxsus yo'l bilan tayyorlangan hamda qutbsiz organik suyuqliklarni tutib turadigan gidrofob qog'ozdan foydalaniladi. Qog'ozda xromatogrammalar olish usullari yupqa qatlamdagi xromatografiya usullariga o'xshash bo'ladi. Qog'ozdagi xromatografiyaning muvaffaqiyatli qo'llanilishi

taqsimlanish koeffitsiyenti turlicha bo'lgan suyuq fazalar xilining ko'pligi va ba'zi boshqa afzalliklaridan tashqari ajratiluvchi aralashmaga bir vaqtning o'zida yoki ketma-ket elektr maydonini ta'sir ettirish mumkinligi tufaylidir. Bu usul elektroforetik xromato grafiya deb ataladi. Xromatografiyalash elektroforez bilan birga olib borilganda tekshiriluvchi aralashma tomchisi tomizilgan qog'oz tasmaiga elektrolit eritmasi shimdiriladi va doimiy tok manbaiga ulanadigan elektrodlar orasiga joylashtiriladi. Bir vaqtning o'zida harakatchan faza ham siljiy boshlaydi. Elektroforez tugagach, qog'ozni asbobdan chiqarib quritiladi va ko'tarilib boruvchi yoki pasayuvchi xromatografiya usulida xromatografiyalash kamerasiga o'tkaziladi. Xromatografiyalash tugagan dan so'ng qog'oz ochiltiriladi va miqdoriy hamda sifat tahlili o'tkaziladi. Bunday usul tahlil vaqtini ancha qisqartiradi va aralashmani tarkibiy qismlarga yaxshiroq ajratilishini ta'minlaydi. Xromatografiyalash qog'oz. Xromatografiyalash qog'oz kimyoviy toza va neytral bo'lishi, tekshiriluvchi aralashmani va harakatlanuvchi fazani adsorbilasligi, zichligi bir xil bo'lishi va harakatchan fazanng ma'lum tezlikda siljishini ta'minlashi kerak. Qog'ozning ichki tuzilishi va undagi tolalarning qanday yo'nalishda joylashganligi muhim ahamiyatga ega. Odatda ishlatiluvchi qog'ozning navlari gidrofil bo'ladi quruq holatda tarkibida 20 –22 % suv bo'ladi, bu miqdor qo'zg'almas faza sifatida suv ishlatiladigan tajribalar uchun yetarlidir. Bunda harakatchan faza sifatida suvda erimaydigan suyuqliklar ishlatiladi. Qog'oz xromatografiyasida miqdoriy aniqlanishlar ham YUQX dagi singari yo xromatografik xarakteristikalar (xromatogrammadagi dog' sathi va uning bo'yalish jadallikligi) bo'yicha yoki yuvib chiqarish usuli bilan bajariladi. Gaz xromatografiyasi tahlil usuli. Hozirgi paytda eng muhim xromotagrafiya usullari gaz-qattik modda xromotagrafiyasi, gaz-adsorb sion xromotagrafiya (GAX, bunda qo'zg'almas faza sifatida qattiq adsorbent ishlatiladi) va gaz-suyuqlik xromotagrafiyasidir (GSX, bunda qattiq sorbent donachalari yuzasidagi suyuqlik pardasi qo'zg'almas faza bo'ladi).



7.7–rasm. Gaz xromatografn sxemasi.

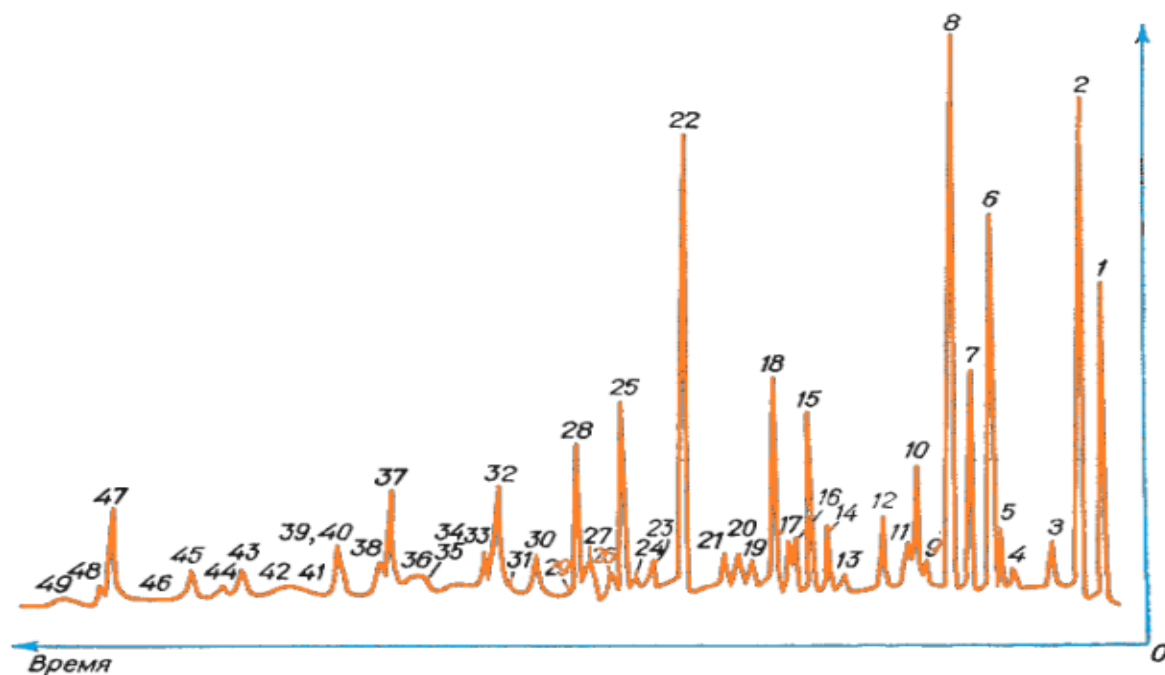
1–tashuvchi gazning doimiy oqim manbai, 2–gaz oqim rostlagichi, 3–tekshiriluvchi namuna miqdorini o‘lchab kiritish uchun dozalovchi moslama (dozator), 4–termostatlangan xromotagrafiya kolonkasi, 5–detektor, 6–o‘ziyozar moslama, 7–kolonkali isitish bloki.

Gaz xromotagrafiyasida tekshiriluvchi aralashmaning tarkibiy qismlari (komponentlari) gaz faza bilan qattiq yoki suyuq fazalar orasida taqsimlanadi. Gaz xromatografiyasida harakatchan fazani gaz yoki bug‘ tashkil qiladi. Gaz xromotagrafiyasini o‘tkazishda ma’lum haroratgacha qizdirilgan tashuvchi gaz oqimiga tahlil qilinadigan namuna kiritiladi. Namuna tarkibidagi moddalar tashuvchi gaz oqimida bug‘lanib, termostatlangan, qo‘zg‘almas fazali (adsorbentli) kolonkaga kiradi. Kolonkadagi adsorbentda gazsimon moddalar aralashmasining ko‘p marta takrorlanuvchi adsorbsiya va desorbsiya (yoki suyuqlik pardasida erish va ajralib chiqish) jarayonlari sodir bo‘ladi. Bunda murakkab aralashmaning tarkibiy qismlarga ajratilishi tekshiriluvchi moddalarning fazalar orasida taqsimlanish koeffitsiyenti yoki adsorbsiyalanish koeffitsiyenti bilan aniqlanadi. Kolonkadan chiqishda aralashma alohida moddalarga ajralaib, gaz oqimi bilan birga dektorga kiradi. Gaz xromatografiyasining bir turi bo‘lgan kapilyar xromatografiyada aralashmani tarkibiy qismlarga ajratish samaradorligi ancha katta bo‘ladi. Bu usulda xromatografik kolonka sifatida diametri OD–0,5 mm va uzunligi bir necha o‘nlab metr bo‘lgan kapilyarlardan foydalaniladi. Bunda kapilyarlar qattiq tashuvchi vazifasini bajaradi. Ularning ichki devorlari qo‘zgalmas suyuq yoki qattiq faza pardasi bilan qoplangan bo‘ladi. Kapilyarlar uzunligining kattaligi va diametrining kichikligi aralashmalarning tarkibiy qismlarga yaxshi ajratilishini, xromatografiyalashni katta tezlikda olib borishni va gaz xromatografiyasining juda sezgir bo‘lishini ta’minlaydi. Kapilyar xromatografiyaning asosiy qiyinchiliklari katta uzunlikdagi ingichka kapilyarlarni tayyorlash, ularning devorlarida suyuq yoki qattiq fazaning yupqa qatlamini hosil qilish va namuna komponentlarining mikro miqdorlarini detektorlashdan iborat. Kapilyarlar misdan, alyuminiydan, shishadan, zanglamaydigan po‘latdan, plasstmassalardan yasaladi. Kimyoviy moddalar ta’siriga barqarorligi, tozaligi va tayyorlash osonligi tufayli shishadan tayyorlangan kapilyar kolonkalar amalda ko‘p ishlatiladi. Zaruriy uzunlikda tayyorlangan kapilyar baraban yoki kassetaga o‘ralib, ichki yuzasiga qo‘zg‘almas suyuq faza qoplanadi va gaz xromatografiyaning termoshkafiga joylashtirilib, asbobning gaz zanjiriga ulanadi. Kapilyar kolonka devorining ichki yuzasiga qoplash uchun dastlab suyuq faza tanlanadi, u devorni yaxshi xo‘llaydigan va aralashmaning tarkibiy qismlari yaxshi ajratilishini ta’minlaydigan bo‘lishi kerak. Avval kapilyar kolonka harakatchan organik

erituvchi bilan bosim ostida yuviladi, so'ngra kuruq azot oqimida quritiladi. Kapillyar kalonkaning ichki yuzasini qoplash uchun ishlatiladigan qo'zg'almas faza uchuvchan erituvchida eritiladi va eritmaning ozgina miqdori gaz bosimidan foydalanib kalonka orqali o'tkaziladi. Eritma kapilyarning ichki devorini ho'llaydi, va azot oqimi bilan yuvilgandan keyin erituvchi bug'lanib ketgach kapillyar devori qo'zg'almas suyuq fazaning yupqa qatlami bilan qoplanib, qoladi. Suyuq qo'zg'almas fazalar sifatida yuqori haroratlarda qaynaydigan uglevodorodlar-skvalan, oktadetsen, vazelin moyi, kremniy-organik birikmalar silikon moylari siloksanlar va boshqalar ishlatiladi. Kapillyar xromatografiyasida detektorlash sistemalarning sezgirli yuqori (1010 g/s gacha), ishchi kamerasing hajmi kichik bo'lishi kerak. Ko'pincha, alangali ionizatsion turdagi mikrodetektorlar (sezgirligi 10–15 g/s gacha), krokatarometrlar (10–12 g/s gacha) va elektrokonduktorimetrik mikrodetektorlar (sezgirligi 10–12 g/s gacha) ishlatiladi. Amalda qo'llanilishi. Gaz xromatografiyasining amalda keng qo'llanilishi va katta ahamiyatga sabab shuki, uning yordamida murakkab gaz aralashmalarining alohida komponentlarini taqqoslab aniqlash va miqdoriy jihatdan aniqlash mumkin, tahlilni bajarish ko'p vaqt talab etmaydi va usul yetarli darajada universaldir. Gaz xromatografiyasi preparativ maqsadlarda fizik–kimyoviy tadqiqotlar va boshqa sohalarda qo'llanilganda yaxshi natijalar beradi. Gaz xromatografiyasi usuli bilan neft gazlari, kon gazlari, havo, asosiy kimyoviy mahsulotlar, organik sintez sanoatining mahsulotlari, neft va uni qayta ishlash mahsulotlari tahlil qilinadi. Gaz xromatografiyasi usullari ba'zi elementlarning izotoplarini ajratish uchun ham yaroqlidir. Gaz xromatografiyasidan biologiyada, tibbiyotda, yog'ochni qayta ishlash texnologiyasida, oziq–ovqat sanoatida, ba'zi yuqori haroratli jarayonlar texnologiyasida foydaniladi. Gaz xromatografiyasidan suyuqliklarni xromatografik kolonkada Bug' holiga aylantirib tahlil qilish uchun ham foydalanish mumkin. U ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda ham qo'llaniladi.

Gaz xromatografiyasi, shuningdek, adsorbentlarning turli xossalari (solishtirma sirtini) va adsorbatlar (yutiluvchi gazlar) xossalarining (diffuziya koeffitsiyenti) hamda adsorbent–adsorbat sistemalar xususiyatlarini (adsorbsiya issiqligi va izotermasi), moddalarning boshqa xossalarini, reaksiyalar kinetikasini va boshqalarni aniqlashda keng qo'llaniladi. Gaz xromatografiyasidan ko'p komponentli murakkab aralashmalarini tahlil qilishda, mikrokushimchalarini aniqlashda, uchuvchan bo'lmagan birikma (polimerlar) tahlilida element tahlili va boshqalarda ham foydaniladi. Kapillyar xromatografiya usulida juda nozik aralashmalarni ham tarkibiy qismlarga ajratish mumkin. Masalan, kapillyar xromatografiya usuli vositasida 15–20 birikmadan tashkil topgan izomer

uglevodorod lar aralashmasini bir necha minutda tarkibiy kimslarga ajratish va miqdoriy aniqlash mumkin. Kapilyar xromatografiyaning afzalliklaridan yana biri jarayonni amalga oshirish uchun gazdan juda oz hajmda zarur bo'lishidir.



7.8–Расм. Neftning fraksiyasini 125 0S xromatogammasi (skvalan–qo‘zg‘almas faza 50 °C)

1–izopentan; 2–n–pentan; 3–2,2–dimetilbutan; 4–siklopentan; 5–2,3– dimetilbutan; 6–2–metilpentan, 7– 3–metilpentan, 8– n–geksan, 9– 2,2– dimetilpentan, 10– metilsiklopentan, 11– 2,4–dimetilpentan, 12– benzol, 13– 3,3–dimetilpentan, 14– siklogeksan, 15– 2–metilgeksan, 16– 2,3– dimetilpentan, 17– 1,1– dimelpentan, 18– 3–metilgeksan, 19– 1,3–sis– dimetilsiklopentan, 20– 1,3–trans– dimetilsiklopentan, 21– 1,2–trans– dimetilsiklopentan +3–etilpentan, 22– n–geptan, 23– 1,2–sis– dimetilsiklopentan+2,2–dimetilgeksan, 24–1,1,3–trimetilsiklopen–tan, 25– metilsiklogeksan, 26– 2,5–dimetilgeksan, 27– 2,4–dimetilgeksan, 28– etilsiklopentan, 29–2,2,3–trimetilpentan, 30– 1,2,4–trans,trans–trimetilsiklopentan, 31– 3,3–dimetilgeksan, 32–toluol, 33– 1,2,3–trans–trimetiksiklopentan, 34–2,3,4–trimetilpentan, 35–2,3–dimetilgek– san+2,3–metiletilpentan+2,3,3–trimetilpentan, 36– 1,1,3–trimetil– siklopentan,37–2–metilpentan,38–4–metilpentan,39–3,4–dimetil–geksan, 40–3–metilgeptan,41–3–etilgeksan+1,2,4–sis,trans–trimetilsiklopentan 42–1,2,3–trans, sis–trimetilsiklopentan, 43– 1,3–sis–dimetilsiklogeksan+ 1,4–trans–dimetilsiklogeksan, 44–1,3–sis–metiletilsiklopentan, 45– 1,3–trans–metiletitsiklopentan+1,2–trans–metiletilsiklopentan, 46– 1,1–metiletilsiklopentan, 47– n–oktan+1,2,3,4–trans, trans,trans–tetrametilsiklopentan, 48–1,2–trans–dimetilsiklogeksan, 49– 1,3–trans–dimetilsiklogeksan+1,4–sis–dimetilsiklogeksan.

Gel xromatografiyasi. Bu xromatografiyaning mutlaqo o'ziga xos turi bo'lib, molekulalarning o'lchamlari orasidagi farqdan foydalanishga asoslangan. U gel xromatografiyasi yoki elak xromatografiyasi deyiladi. Gel xromatografiyasida taqsimlanish xromatografiyasidan farqli ravishda qo'zg'almas va harakatchan faza sifatida bitta suyuqlik– erituvchining o'zi xizmat qiladi. Bunda qattiq tashuvchi qatlami– gel donachalarini yuvib o'tadigan suyuqlik harakatchan faza vazifasini o'tab, ajratiluvchi aralashma komponentlarini kolonka bo'ylab siljitadi. Shu suyuqlikning boshqa qismi gel donachalarining g'ovaklariga joylashib, qo'zg'almas faza vazifasini bajaradi. Aralashma tarkibidagi molekulalar o'lchamlari jihatdan turlicha, gel g'ovaklarining diametri esa o'zgaras bo'lganida moddalar aralashmasi tarkibiy qismlarga ajraladi. Bunda o'lchamlari gel g'ovaklarining diametridan kichikroq bo'lgan molekulalar gelda tutilib qoladi. Tekshiriluvchi aralashma filtrlanganda maydaroq molekulalar gel g'ovaklariga kirib, shu g'ovaklardagi erituvchida tutilib qoladi va gel qatlami bo'ylab g'ovaklarga kirolmagan yirikroq molekulalarga nisbatan sekinroq harakatlanadi. Gel xromatografiyasi moddalar aralashmasini shu moddalar molekulalarining o'lchamlari va massalariga bog'liq ravishda ajratish imkonini beradi. Aralashmalarni ajratishning bu usuli ancha oddiy, tezkor va eng muhimi boshqa xromatografik usullardan osonroq sharoitlarda amalga oshirilish imkoni bilan farqlanadi. Gel xromatografiyasida tabiati va xossalari jihatdan turlicha bo'lgan har xil gellardan foydalaniladi. Ular yumshoq, yarim qattiq va qattiq gellarga bo'linadi. Bularning har biri gidrofil yoki gidrofob bo'lishi mumkin.

Gel xromatografiyasida ishlatiladigan erituvchilar aralashmaning barcha komponentlarini erita olishi, gel sirtini ho'llaydigan bo'lishi va gelda adsorbilanmasligi kerak. Gel g'ovaklarini va gel donachalari orasidagi, bo'shliqni to'ldiruvchi erituvchilar xromatografiyalanuvchi moddalarning molekulalari bilan bir xilda o'zaro ta'sir etishi kerak. Shunda erigan moddalarning g'ovaklarga kirishi faqat diffuziyalanish tufayli bo'ladi. Erituvchining qovushoqligi ham katta ahamiyatga ega, massa almashinishi tezligi ana shunga bog'liq. Diffuziyalanish koeffitsiyenti kichik bo'lgan yuqori molekular birikmalarning eritmaları uchun erituvchining qovushoqligi ayniqsa kichik bo'lishi kerak. Gel xromatografiyasida erituvchi tanlash qo'llaniluvchi detektorlash sistemasiga ham bog'liq. Gel xromatografiyasi amalda yuqori molekular birikmalar aralashmalarini tarkibiy qismlarga ajratishda qo'llaniladi. Lekin undan quyi molekular birikmalar aralashmalarini tarkibiy qismlarga ajratishda ham ba'zan foydalaniladi, chunki bu usulda aralashmalarni xona haroratida ham ajratish mumkin. Ion almashish xromatografiyasi. Ion almashish xromatografiyasi suyuq harakatchan faza ionlarini qo'zg'almas fazadagi qattiq yoki suyuq moddalarning ionlari bilan qaytar

stexiometrik almashinishiga asoslangan. Almashina oladigan harakatchan ionlari bor bunday moddalar ionitlar yoki ion almashuvchi smolalar deb ataladi. Ular qattiq va suyuq moddalar bo'lishi mumkin. Ion almashinish xromatografiyasida ko'pchilik hollarda qattiq ionitlar ishlatiladi. Almashinuvchi ionlarning zaryadiga qarab ionitlar kationitlar (yoki kation almashuvchilar) va anionitlarga (anion almashinuvchilar) ajratiladi. Amfoter ionitlar ham mavjud bo'lib, ular bir vaqtning o'zida ham kationlarini, ham anionlarini almashtira oladi. Ion almashuvchi smolalarning turlari. Turli tabiiy va sintetik birikmalarning ko'pchiligi ionitlar xossasiga ega. Ulardan eng muhimlari sintetik polimer smolalar, ko'mirlar va ba'zi mineral ionitlardir. Mineral ionitlar tabiiy birikmalar bo'lib, ulardan ionitlar sifatida kation almashina oladigan kristall silikatlar, seolitlar ishlatiladi. Seolitlar ichki tuzilishi mustahkam bo'lgani sababli yaxshi bukilmaydi, ularning ionlari esa kam harakatchandir. Kationlar va katta o'lchamli molekular seolitlar panjarasiga kira olmaydi, shu sababli seolitlar elaksimon xususiyatga ega bo'lib, ion va molekular elaklar sifatida ishlatiladi. Sintetik anorganik ionitlarga suyuqlantirilgan va gelsimon permutitlar, aktivlangan alyuminiy oksidi, titan va sirkoniy asosidagi ionitlar kiradi. Aktivlangan alyuminiy oksidi olinish usuliga qarab kationit ham, anionit ham bo'lishi mumkin. Kationit olish uchun natriy alyumnat eritmasiga mo'l uglerod (IV) oksid yuborib, alyuminiy gidroksid to'la cho'ktiriladi va so'ngra olingan alyuminiy gidroksid qizdiriladi. Bu usulda olingan kationitga $[(A_2O_3)X_2O - 3] Na^+$ formula mos keladi. Unga nitrat kislotaning 2 M eritmasi bilan ishlov berib, $[(A_2O_3)X_2O +] NO_3$ formulali anionit olinadi. Sirkoniy ionlari orasida quyidagi formulaga ega bo'lgan sirkoniy fosfat eng ko'p ishlatiladi: $ZrO_2 \cdot R_2O_5 \cdot 5N_2O$. U uranni parchalanishida hosil bo'luvchi elementlardan ajratish uchun ishlatiladi. Ion almashinish xromatografiyasini elyuent sifatida laktat, sitrat, EDTA va boshqa eritmalaridan foydalanib lantanoidlar aralashmasini tahlil qilish uchun tatbiq etish bu elementlarni ajratishning samarali usulini ishlab chiqish imkonini yaratdi. Olingan ma'lumotlar asosida lantanoidlar rudalarini qayta ishlash texnologik sxemasi taklif qilindi va muvaffaqiyat bilan amalga oshirildi. Izotoplarni bir biridan ajratishning ion almashish usullari ham bor. Ion almashinish usullaridan eritmadagi kation va anionlarning umumiy miqdorini aniqlashda, toza tuzlarni tahlil qilishda ham foydalaniladi. Xromatografiya usulining umumiy xususiyatlari. Xromatografiya ko'p komponentli aralashmalarni tarkibiy qismlarga ajratish va moddalarning fizikkimyoviy xossalarini o'rganish usuli tarzida juda keng qo'llaniladi. Bu usul murakkab tarkibli suyuq va gazsimon aralashmalarni tahlil qilishning samarali usulidir. Bu usulda qattiq moddalar suyuq yoki gazsimon holatga o'tkazilgandan keyin tahlil qilinadi. Xromatografiya usuli faqat kimyoda va biologiyadagina emas, balki fan va texnikaning boshqa ko'pchilik sohalarida ham muvaffaqiyat bilan

qo‘llanilmoqda. Gaz xromatograflari Venera (Zuhra) atmosfera sig‘a tushirilgan asboblarda yaxshi ishladi. Tahlilning xromatografiya usuli ajratish va tekshirish usuli bo‘libgina qolmay, u, shuningdek, ilmiy tadqiqot usuli hamdir.

Moddalarning tuzilishini aniqlashda kimyoviy usullar bilan bir katorda tahlilning fizik–kimyoviy usullaridan keng foydalanilmoqda. Fizik–kimyoviy usullar kimyoviy usullarga qaraganda bir qancha afzalliklarga ega: – Birinchidan fizik–kimyoviy usullar qo‘llanilganda tahlilni juda qisqa vaqtda va kam miqdor moddalar bilan bajarish mumkin. – Ikkinchidan, fizik–kimyoviy usullar yordamida kimyoviy usul bilan erishib bo‘lmaydigan natijalar olish mumkin. Fizik–kimyoviy usulning bu afzaliklari kimyoviy usulni butunlay inkor etadi, deb tushunish noto‘g‘ri, albatta. Aksincha, fizik–kimyoviy usullardan birgalikda foydalanilganda samarali natija olish mumkin. Tahlilning fizik–kimyoviy usullari moddalarning kimyoviy reaksiyalari jarayonida fizikaviy xossalarini o‘rganishga asoslangan. Fizik–kimyoviy tahlil usullarining bir necha xili mavjuddir. Ulardan hozirgi vaqtda sanoat ayniqsa neft va gaz sanoatida neft va gaz mahsulotlarining xossalarini o‘rganishda ulardan olingan organik moddalarni shuningdek ilmiy tekshirish laboratoriyalari ishlarida keng foydalaniladi. Ularning orasida tajribada katta ahamiyatga ega bo‘lganlari quyidagilardir: 1) spektral va boshqa optik usullar; 2) elektrokimyoviy usullar; 3) xromatografik–tahlil usullari; Yuqorida ko‘rsatilgan uchta guruh orasida tahlil usullari sonining ko‘pligi jihatidan va tajribada eng muhim ahamiyatga ega bo‘lgani bu spektral va boshqa optik usullar guruhidir. Spektral va boshqa optik usullar guruhi quyidagi tahlil usullarini o‘z ichiga oladi:

- atom–emission spektrlar;
- atom–absorbsion spektrlar;
- infraqizil spektrlar;
- alangaviy spektrometriya;
- lyuminessensiya va boshqa usullar.

Bu usullar moddaning elektromagnit nurlar bilan o‘zaro ta’siri natijasida hosil bo‘ladigan har xil effektlarini o‘lchashga asoslangan. Elektrokimyoviy tahlil usullari guruhi elektr o‘tkazuvchanlikni, potenciallarni va boshqa xossalarni o‘lchashga asoslangan bo‘lib, potensiometriya, konduktometriya, voltamperometriya va boshqa usullardan iborat. Xromatografik tahlil usullari guruhiga, gaz va gaz–suyuqlik xromatografiyasi, yupqa qatlamli, ion almashinish va boshqa xromatografik usullari kiradi. Bu usullarni keyinchalik alohida ko‘ramiz. Neft va gaz mahsulotlari tarkibidagi organik moddalarni tahlil qilish maqsadlarda fizik va fizik–kimyoviy xossalaridan foydalanish fizik–kimyoviy tahlil usullariga asoslangan. Fizik–kimyoviy tahlil usullari muhim afzalliklarga (yuqori sezgirlikka, natijalarning tez olinishiga) ega va qator ko‘rsatgichlari

bo'yicha klassik usullardan ustunlikka egadir. Fizik–kimyoviy tahlil usullarining yuqori sezgirligi, natijalarning tez olinishi, ularning universalligi, bu usullarni avtomatlashtirish mumkinligi va ko'pgina boshqa afzalliklari, ularni xalq xo'jaligida, fan va texnikaning turli sohalarida qo'llash imkonini beradi. Mahsulot sifatini oshirish va mehnat unumdorligini oshirish kabi muhim masalalarni hal qilishda ham g'oyat muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, bu fizik–kimyoviy usullar kimyo fanining yangi sohasi–kosmik tahliliy kimyoning asosini tashkil etadi. Neft va gaz mahsulotlarini tahlil qilishda hozirgi vaqtda fizik– kimyoviy tahlil usullardan optik usullaridan Fotokolorimetrik, Ultrabinafsha (UB), Infraqizil (IQ), spektroskopiya, yadro magnit rezonansi (YAMR) elektronparamagnit rezonansi (EPR), mass– spektrometriya, rentgenostruktura, shuningdek xromatografiya usullari keng qo'llaniladi.

2-mavzu: Elektromagnit nurlanishli moddalar o'zaro ta'sirlashuvining mohiyati. (2 coam)

R E J A:

1. Elektromagnit nurlanishli moddalar o'zaro ta'sirlashuvining mohiyati
2. Elektromagnit nurlanishning tavsifi.
3. Usulning afzalligi va kamchiliklari. Tahlil ob'ektlari
4. Atom va moleklyar spektroskopiylarning asoslari. Tahlilning asosiy bosqichlari
5. Spektroskopik va spektrofotometrik tahlil usullaridagi namunalarni tayyorlash

2.1. ELEKTROMAGNIT NURLANISHLI MODDALAR O'ZARO TA'SIRLASHUVINING MOHIYATI

Elektromagnit nurlanish — bu elektr va magnit maydonlarining o'zaro perpendikulyar ravishda tarqaladigan to'liqini bo'lib, u vakuumda ham harakatlana oladi. Elektromagnit to'liqlar materiya bilan o'zaro ta'sirlashganda turli fizik hodisalar yuzaga keladi, jumladan: yutilish, tarqalish, sochilish, fotoeffekt, issiqlik effekti, va boshqalar.

Elektromagnit nurlanish va modda o'rtasidagi o'zaro ta'sir – bu zamonaviy fizikaning eng muhim va asosiy hodisalaridan biridir. Tabiatda va texnologiyada elektromagnit to'liqlar deyarli barcha jarayonlarda ishtirok etadi. Ular moddalar bilan turli usullar orqali ta'sirlashadi va bu jarayonlar orqali energiya, impuls va axborot almashinuvi amalga oshadi. Elektromagnit nurlanish — bu elektr va magnit maydonlarning muvozanatli tebranishlari natijasida yuzaga keluvchi to'liqin bo'lib, vakuumda va modda muhitida harakatlana oladi. Ularning chastotasi,

to'liq uzunligi va intensivligiga qarab, moddalar bilan o'zaro ta'sir kuchi va tabiati o'zgaradi.

Modda elektromagnit nurlanish bilan to'qnashganda, ushbu to'liq modda tarkibidagi zarrachalar bilan o'zaro ta'sirga kirishadi. Bu o'zaro ta'sirlar yutilish, qayta nurlanish, sochilish, fotonlarning modda bilan to'qnashuvi yoki elektronlarning chiqarilishi kabi hodisalar orqali ro'y beradi. Elektromagnit to'liqlar moddaning ichki tuzilmasiga kirib, atom va molekulalarni qo'zg'atishi yoki ionlashtirishi mumkin. Bu esa moddaning fizikaviy va kimyoviy xususiyatlariga ta'sir ko'rsatadi. Aynan shu xususiyatlar tufayli elektromagnit nurlanishlar tibbiyotda, kimyo sanoatida, aloqa texnologiyalarida, materialshunoslikda va boshqa ko'plab sohalarda qo'llaniladi.

Elektromagnit nurlanish moddaga yetib borganida, moddaning atom yoki molekulalari ushbu nurlanishning energiyasini o'zlashtiradi. Bu jarayon absorbsiya, ya'ni yutilish deb ataladi. Agar nurlanish chastotasi moddaning ichki energiya darajalari orasidagi farqqa to'g'ri kelsa, foton modda tomonidan yutiladi va u zarrachani yuqori energiya holatiga o'tkazadi. Bunday holat kvant darajasida aniqlanadi va u modda spektrlari orqali o'rganiladi. Shu asosda spektroskopiya fan sohasida keng qo'llaniladi. Yutilgan energiya modda tomonidan yana qayta chiqarilishi mumkin. Bu holat luminesensiya yoki fotonlarning qayta nurlanishi orqali yuz beradi. Agar modda tashqi elektromagnit ta'sir tugaganidan so'ng ham nurlanishda davom etsa, bu jarayon fosforessensiya deb ataladi. Ushbu hodisalar lazerlar va yorug'lik asosidagi texnologiyalarda katta ahamiyatga ega. Ayrim hollarda, elektromagnit nurlanish modda bilan to'qnashib, fotonlarni boshqa yo'nalishga buradi. Bu sochilish hodisasi bo'lib, u Rayleigh, Mie va Raman sochilishi kabi turlarda bo'lishi mumkin. Sochilish jarayoni nurlanishning chastotasiga, moddaning tuzilmasiga va zarracha o'lchamiga bog'liq bo'ladi. Masalan, osmonda osmon moviy ko'rinishi aynan Rayleigh sochilishi natijasidir.

Modda bilan elektromagnit nurlanish o'rtasidagi kuchli ta'sirlardan yana biri — fotoeffekt. Bu jarayonda moddaning sirtiga tushgan foton o'z energiyasini elektronlarga beradi va ularni modda yuzasidan chiqarib yuboradi. Bu hodisani tushuntirib berishda klassik fizika ojiz bo'lgan, va shu sababli Albert Eynshteyn kvant nazariyasiga asoslangan fotoeffekt modelini ishlab chiqqan. Uning ishi elektromagnit nurlanishning zarrachasimon — foton tabiatini isbotlab berdi va fizika fanida yangi davrni boshlab berdi. Elektromagnit nurlanish moddaning harorati orqali ham ta'sirini ko'rsatadi. Infraqizil nurlanish modda ichida molekulalarning harakatini kuchaytiradi va shu tariqa harorat ortadi. Bu prinsip termografiya va issiqlik kameralarida keng qo'llaniladi. Shu bilan birga, modda

yuqori chastotali nurlanish bilan ta'sirlanganda, uni ionlashtirishi mumkin. Ionlashtiruvchi nurlanishlar (masalan, ultrabinafsha, rentgen, gamma) tirik to'qimalarga kuchli zarar yetkazishi mumkin. Shu sababli, bunday nurlanishlardan himoyalaniş choralari muhim ahamiyatga ega. Amaliyotda elektromagnit nurlanish va modda o'rtasidagi o'zaro ta'sirlar keng ko'lamli texnologiyalarning asosini tashkil qiladi. Spektroskopik usullar yordamida moddalarning tarkibi aniqlanadi, tibbiyotda diagnostika vositasi sifatida ishlatiladi, lazerlar yordamida nozik operatsiyalar bajariladi, optik tolalar orqali aloqa tizimlari tashkil etiladi. Bundan tashqari, quyosh panellari elektromagnit nurlanishni elektr energiyasiga aylantiradi — bu esa qayta tiklanuvchi energiya manbalarining muhim yo'nalishidir.

Xulosa qilib aytganda, elektromagnit nurlanish bilan modda o'rtasidagi o'zaro ta'sirlar murakkab, ammo muhim va o'rganishga arzigulik fizik jarayonlardir. Ular orqali moddaning ichki tuzilishi, energetik holati va xossalari haqida to'liq ma'lumot olish mumkin. Shu sababli, ushbu jarayonlar nafaqat nazariy fizika, balki sanoat, tibbiyot, ekologiya va boshqa ko'plab fan sohalarining ajralmas qismiga aylangan.

Ta'sir intensivligi va chastota bog'liqligi

- Har bir modda faqat ma'lum chastotalardagi nurlanishlarni yuta oladi (rezonans).
- Absorbsion spektrlari orqali moddaning strukturasi va tarkibi aniqlanishi mumkin.
- Yuqori chastotali nurlanish (ultrabinafsha, rentgen) kuchliroq ta'sirga ega, ular ionlashtiruvchi xususiyatga ega bo'ladi.

Amaliy qo'llanilishlar

- **Spektroskopiya** — moddalar tarkibini elektromagnit nurlanish orqali aniqlash.
- **Tibbiyot** — rentgen, ultratovush, lazer terapiyalari.
- **Aloqa texnologiyalari** — radio va mikroto'lqinlar.
- **Energetika** — quyosh panellari elektromagnit to'lqinni elektr energiyasiga aylantiradi.

2.2.ELEKTROMAGNIT NURLANISHNING TAVSIFI

Elektromagnit nurlanish — bu tabiatdagi eng muhim fizik hodisalardan biri bo‘lib, u elektr va magnit maydonlarning o‘zaro perpendikulyar ravishda harakat qilib, to‘lqin tarzida tarqalishidir. U har qanday moddiy muhitda yoki vakuumda ham tarqalishi mumkin. Elektromagnit nurlanishni birinchi marta to‘liq nazariy jihatdan Djeyms Klark Maksvell o‘zining to‘lqin nazariyasi orqali tushuntirib bergan. Uning nazariyasiga ko‘ra, o‘zgaruvchan elektr maydoni o‘z navbatida magnit maydonini hosil qiladi va aksincha, shu tariqa ular bir-birini qo‘llab-quvvatlab, to‘lqin sifatida keng fazoda tarqaladi. Elektromagnit nurlanishning asosiy xususiyati uning to‘lqin tabiati bilan belgilanadi. Bu to‘lqinning uzunligi, chastotasi, amplitudasi va tezligi kabi parametrlar uning fizik va biologik ta’sirlarini belgilaydi. To‘lqin uzunligi va chastota o‘zaro teskari proporsionaldir: chastota qancha yuqori bo‘lsa, to‘lqin uzunligi shuncha qisqa bo‘ladi. Elektromagnit nurlanishning tarqalish tezligi vakuumda hamisha bir xil — taxminan 3×10^8 m/s, ya’ni yorug‘lik tezligiga teng.

Elektromagnit nurlanish turlari turli to‘lqin uzunligi va chastotalarga ega bo‘lib, ular keng diapazonni qamrab oladi. Bu diapazonga radio to‘lqinlar, infraqizil nurlanish, ko‘rinadigan yorug‘lik, ultrabinafsha nurlanish, rentgen nurlari va gamma nurlari kiradi. Ular orasidagi farq asosan energiya miqdorida namoyon bo‘ladi: gamma nurlari eng yuqori energiyaga ega bo‘lsa, radio to‘lqinlar eng past energiyaga egadir. Elektromagnit nurlanish tabiatda doimiy ravishda yuzaga keladi. Masalan, Quyosh turli diapazondagi nurlarni tarqatib turadi. Shu nurlar Yer yuzidagi hayot uchun asosiy manba hisoblanadi. Shuningdek, sun’iy manbalar ham mavjud: radiostansiyalar, mikroto‘lqinli pechlar, lazer uskunalari, rentgen apparatlari va boshqalar. Bu nurlanish manbalari turli maqsadlarda foydalaniladi — aloqa, tibbiyot, harbiy, ilmiy tadqiqotlar va kundalik turmushda. Elektromagnit nurlanish energiya tashuvchi hisoblanadi. U to‘g‘ridan-to‘g‘ri modda bilan o‘zaro ta’sirlashish xususiyatiga ega. Masalan, infraqizil nurlanish moddalarni qizdiradi, ko‘rinadigan yorug‘lik ko‘rish hissini ta’minlaydi, ultrabinafsha nurlar kimyoviy reaksiyalarni faollashtiradi, rentgen nurlari esa tana to‘qimalaridan o‘ta oladi. Bu ta’sirlar ularning energiyasiga bog‘liq. Yuqori energiyali nurlanishlar biologik to‘qimalar uchun xavfli bo‘lishi mumkin — ular DNK strukturasi zarur yetkazishi, mutatsiyalarga sabab bo‘lishi mumkin.

Elektromagnit nurlanishning foton tabiati ham alohida e’tiborga loyiq. Kvant nazariyasiga ko‘ra, har bir nurlanish foton deb ataluvchi elementar zarrachalardan iborat bo‘lib, ular muayyan energiya va impulsiga egadir. Bu tushuncha fotoeffekt,

lazer nurlanishi, va nurlanishning atom va molekular bilan o‘zaro ta’sirini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Masalan, fotoeffektda foton elektronga energiya beradi va uni moddadan chiqarib yuborishi mumkin. Har bir modda faqat ma’lum chastota yoki to‘lqin uzunligidagi nurlanishni qabul qila oladi. Bu xususiyat asosida spektroskopiya sohasi rivojlangan bo‘lib, unda moddaning ichki tuzilishi va tarkibi aniqlanadi. Masalan, har bir elementning o‘ziga xos nurlanish va yutuv (absorbsiya) spektri mavjud. Bu spektrlar orqali modda namunasida qanday elementlar borligini bilish mumkin.

Bugungi kunda elektromagnit nurlanish texnologiyaning asosiy elementlaridan biriga aylangan. Radioaloqa, televideniye, internet, tibbiyotdagi tekshiruv va davolash uskunalari, hatto foydalanayotgan mobil qurilmalar ham elektromagnit to‘lqinlardan foydalanadi. Shu bilan birga, xavfsizlik masalalari ham dolzarb bo‘lib qolmoqda. Haddan tashqari kuchli nurlanishlar inson salomatligiga zarar yetkazishi mumkin, shuning uchun nurlanish bilan ishlashda muayyan standart va normalarga rioya etish zarur.

Xulosa qilib aytganda, elektromagnit nurlanish — bu tabiatda va texnologiyada asosiy rol o‘ynaydigan universal hodisadir. Uning tushunilishi va to‘g‘ri qo‘llanilishi fan-texnika taraqqiyotining muhim poydevoridir.

2.3. USULNING AFZALLIGI VA KAMCHILIKLARI. TAHLIL OB’EKTLLARI.

Zamonaviy ilm-fan va texnikaning rivojlanishida elektromagnit nurlanishning o‘rni beqiyosdir. Bu nurlanishlar orqali moddalar bilan murakkab fizik, kimyoviy va biologik jarayonlar amalga oshadi. Elektromagnit nurlanish — bu elektr va magnit maydonlarining tebranishidan hosil bo‘ladigan to‘lqinli hodisadir. U vakuumda ham, muhit orqali ham harakatlana oladi. Uning spektri juda keng: radioto‘lqinlardan tortib, gamma nurlanishlargacha bo‘lgan chastotalarni o‘z ichiga oladi. Har bir turdagi elektromagnit to‘lqin o‘z chastotasi, energiyasi va ta’sir doirasiga ega bo‘lib, modda bilan o‘zaro ta’siri ham turlicha kechadi. Elektromagnit nurlanish modda bilan to‘qnashganda, u turli yo‘llar bilan modda tarkibidagi zarrachalar bilan o‘zaro ta’sirlashadi. Bu o‘zaro ta’sirlar asosan yutilish (absorbsiyalanish), qayta chiqarilish (emissiya), sochilish, fotoeffekt va ionlanish kabi jarayonlar orqali yuzaga chiqadi. Masalan, modda tomonidan yutilgan fotonlar uning atom yoki molekularini qo‘zg‘atadi, bu esa energetik holatlarning o‘zgarishiga olib keladi. Shu asosda spektroskopiya, optik diagnostika va boshqa ko‘plab sohalarda ilmiy-amaliy ishlar bajariladi.

Elektromagnit nurlanish moddaning strukturaviy xususiyatlarini o'rganishda asosiy manba bo'lib xizmat qiladi. Har bir modda ma'lum to'liq uzunliklarida nurlanishni yutadi yoki chiqaradi. Bu hodisa moddaning o'ziga xos "spektral imzosi"ni beradi va bu orqali moddaning kimyoviy tarkibi, fizik holati, harorati yoki zichligi haqida aniq ma'lumot olish mumkin. Ayniqsa, tibbiyotda lazer va rentgen nurlari yordamida to'qimalarni aniqlash, sanoatda materiallarning sifati va strukturasi tekshirishda keng qo'llaniladi. Ushbu o'zaro ta'sir jarayonlarini o'rganishda turli usullar qo'llaniladi. Har bir usulning o'z afzallik va kamchilik tomonlari mavjud. Masalan, tajribaga asoslangan eksperimental usullar real natijalarni beradi, biroq ular ko'p vaqt, maxsus jihoz va xarajatlarni talab qiladi. Nazariy modellashtirish usuli orqali fizik jarayonlar haqida oldindan xulosa chiqarish mumkin, ammo ularning haqiqiylik darajasi har doim ham yuqori bo'lmaydi. Statistik tahlil usuli esa katta hajmdagi ma'lumotlar asosida umumiy xulosalar beradi, lekin individual holatlarni inkor etishi mumkin. Shunday qilib, har bir usulni maqsadga muvofiq, vaziyatga qarab tanlash va kombinatsiyalash zarur. Afzallik jihatdan, zamonaviy usullar yuqori aniqlik, interfaollik, real vaqt rejimidagi tahlil, vizualizatsiya imkoniyati kabi ko'plab qulayliklarni taqdim etadi. Ayniqsa, raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt yordamida amalga oshirilayotgan analizlar vaqt va resurs jihatidan tejamkor, aniq va keng qamrovli bo'lib, inson omiliga bog'liqlikni kamaytiradi. Ammo kamchiliklar ham mavjud: texnik nosozliklar, noto'g'ri kalibrlangan uskunalar, insoniy xatoliklar, yoki modellar orqali noto'g'ri talqinlar natijalarni buzishi mumkin. Tahlil ob'ektlari sifatida turli gazlar, suyuqliklar, qattiq jismlar, organik va noorganik moddalar, biologik to'qimalar, yarim o'tkazgichlar va boshqa turdagi materiallar olinadi. Har bir tahlil ob'ekti o'ziga xos fizikaviy va kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lib, ular elektromagnit nurlanishga bo'lgan javobi bilan farqlanadi. Misol uchun, biologik to'qimalar infraqizil nurlanishni yaxshi yutadi, shu sababli ular termografik usullar orqali aniqlanadi. Yarim o'tkazgichlar esa ko'pincha ultrabinafsha yoki lazer nurlari bilan o'rganiladi, bu esa elektronikani loyihalashda katta ahamiyatga ega.

Bugungi kunda elektromagnit nurlanish va modda o'rtasidagi o'zaro ta'sirga asoslangan usullar turli sohalarda keng qo'llanilmoqda: tibbiy diagnostika, ekologik monitoring, astronomik kuzatuvlar, materialshunoslik, kimyoviy tahlil, nano-texnologiya, aloqa va boshqa ko'plab yo'nalishlarda bu usullar samarali natijalar bermoqda. Shu sababli, bu soha ilmiy izlanishlar va texnologik innovatsiyalar uchun ochiq va istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Elektromagnit nurlanish bilan modda o'rtasidagi o'zaro ta'sir — bu fizikaviy haqiqatni anglash, moddalarning ichki tuzilmasi va ularning xatti-harakatlarini tahlil qilishning muhim vositasidir. To'g'ri tanlangan va ilmiy asoslangan usul

yordamida mazkur ta'sirlarni chuqur o'rganish, tahlil qilish, nazorat qilish va ulardan amaliyotda foydalanish imkoniyati paydo bo'ladi. Har qanday usulni tanlashda uning afzalligi va kamchiliklarini chuqur anglash, tahlil ob'ekti xususiyatlarini hisobga olish ilmiy yondashuvning asosi bo'lib xizmat qiladi.

2.3. Atom va molekulyar spektroskopiyalarning asoslari. Tahlilning asosiy bosqichlari.

Zamonaviy ilm-fanning ko'plab yo'nalishlarida, ayniqsa kimyo, fizika, biologiya, tibbiyot va ekologiya sohalarida atom va molekulyar spektroskopiya muhim analitik vosita sifatida keng qo'llaniladi. Spektroskopiya — bu elektromagnit nurlanishning modda bilan o'zaro ta'siri asosida moddani tahlil qilish usuli bo'lib, unda moddaning spektral xossalari o'rganiladi. Atom va molekulyar spektroskopiya esa moddaning tarkibiy qismlari — atomlar va molekulalarning elektromagnit nurlanishga bo'lgan munosabati orqali ularning xususiyatlarini aniqlashni nazarda tutadi. Atom spektroskopiyasi — bu alohida atomlarning nurlanish yoki yutilish spektrini o'rganadigan fan bo'lib, asosan elementar tarkibni aniqlashda, ya'ni moddaning qaysi kimyoviy elementlardan tashkil topganligini tahlil qilishda qo'llaniladi. Atomlar o'ziga xos energiya darajalariga ega bo'lib, ular faqat aniq to'lqin uzunlikdagi nurlanishni yutadi yoki chiqaradi. Bu hodisa atomning o'ziga xos “spektral imzosi”ni beradi. Shu asosda atom-emissiya, atom-absorbsion yoki lazer-induktsiyalangan spektrlari orqali elementlarning mavjudligi va miqdori aniqlanadi.

Molekulyar spektroskopiya esa molekulalarning o'zaro bog'lanishlari, ularning tebranish, aylanish va elektron o'tishlarini o'rganadi. Molekulalarda energiya o'zgarishlari atomlarga qaraganda murakkabroq bo'lib, ularning spektrlari ham yanada murakkab va kengroq bo'ladi. Molekulyar spektroskopiyaning turli ko'rinishlari mavjud: infraqizil (IR) spektroskopiya — molekulyar tebranishlarni, ultrabinafsha-va ko'rinadigan (UV-Vis) spektroskopiya — elektron o'tishlarni, Raman spektroskopiyasi esa sochilgan nurlar asosida tebranish holatlarini o'rganadi.

Bu usullar yordamida moddada mavjud funksional guruhlar, kimyoviy bog'lar, molekula shakli, va boshqa struktura xususiyatlari aniqlanadi. Ayniqsa, organik kimyoda, farmatsevtikada, biokimyoda molekulyar spektroskopiyaning ahamiyati juda katta. Spektroskopik tahlilning asosiy bosqichlari bir nechta ketma-ket jarayonlardan iborat. Birinchi bosqich — bu tahlil qilinadigan namunani tayyorlash. Bu bosqichda modda qattiq, suyuq yoki gaz holatida bo'lishiga qarab turli metodlar qo'llaniladi. Tozalash, suyultirish yoki eritma holiga keltirish bu bosqichga kiradi.

Ikkinchi bosqich — o‘lchov uchun mos uskunada namunani o‘rnatish va nurlanishga duchor qilishdir. Bu yerda to‘lqin uzunligi, nurlanish manbai, detektor turi va boshqa texnik parametrlar to‘g‘ri tanlanadi. Uchinchi bosqich — bu spektral ma’lumotlarni yig‘ish va qayta ishlashdir. Uskuna yordamida olinadigan spektral chiziqlar moddadagi atom yoki molekulalarning xatti-harakatlarini aks ettiradi. Keyingi bosqich — bu tahlil qilingan spektrni talqin qilish, ya’ni spektral chiziqlar asosida qaysi elementlar yoki funksional guruhlar mavjudligini aniqlashdir. Bu jarayon ilmiy tajriba va maxsus dasturiy vositalar orqali amalga oshiriladi. Oxirgi bosqich esa tahlil natijalarini umumlashtirish, hisobot shaklida taqdim etish va kerakli xulosalar chiqarishdan iborat. Spektroskopiyaning afzalliklaridan biri — bu yuqori sezuvchanlik, tezkorlik va nisbatan nisbatan oz miqdordagi namunada ham chuqur tahlil olib borish imkoniyati. Uskunalarning avtomatlashtirilgani va raqamlashtirilgani sababli, zamonaviy spektroskopik tahlillar ancha ishonchli, takrorlanadigan va universal xususiyatga ega. Biroq, ba’zi kamchiliklar ham mavjud: uskunaning qimmatligi, natijalari talqin qilishdagi murakkabliklar va ayrim holatlarda fon ta’sirining yuqoriligi. Atom va molekulyar spektroskopiya — bu moddalarni chuqur o‘rganish, aniqlash va tahlil qilishda eng zamonaviy va ishonchli usullardan biridir. Ularning fizik-kimyoviy jarayonlar asosida ishlashi, tahlil bosqichlarining aniqligi va keng qo‘llanilish doirasi ularni ilmiy tadqiqotlarning ajralmas vositasiga aylantirgan. Bu yo‘nalishdagi bilimlar, amaliy ko‘nikmalar va to‘g‘ri yondashuvlar har bir mutaxassis uchun zamonaviy ilm-fan talablariga javob beradigan professional kompetensiyalarni shakllantirishga xizmat qiladi.

2.4. Spektroskopik va spektrofotometrik tahlil usullaridagi namunalarni tayyorlash

Spektroskopik va spektrofotometrik tahlil usullari zamonaviy analitik kimyoning asosiy yo‘nalishlaridan hisoblanadi. Ushbu usullar orqali moddalarning tarkibi, tuzilmasi va konsentratsiyasi haqida aniq ma’lumotlar olinadi. Bunday tahlillarni muvaffaqiyatli bajarish uchun eng muhim bosqichlardan biri bu — namunalarni to‘g‘ri tayyorlashdir. Aynan namuna tayyorlash bosqichi tahlil natijalarining aniqligi, ishonchliligi va qayta ishlab chiqariluvchanligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Spektroskopik tahlil deganda moddaning elektromagnit nurlanishni yutishi, chiqarishi yoki sochishi asosida bajariladigan tahlil usullari tushuniladi. Spektrofotometriya esa nurlanishning modda tomonidan qanday darajada yutilayotganini o‘lchash orqali miqdoriy tahlil qilish usulidir. Ikkala usulda ham modda bilan nurlanish o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir asosiy rol o‘ynaydi.

Shuning uchun, namunalar bu nurlanishga imkon beradigan shaklda tayyorlanishi zarur.

Namuna tayyorlash jarayoni moddaning holatiga — ya'ni qattiq, suyuq yoki gaz ko'rinishida bo'lishiga qarab turlicha amalga oshiriladi. Qattiq moddalarda ularni mayda zarrachalarga aylantirish, homogenizatsiya qilish va ba'zida eritish zarur bo'ladi. Suyuqliklar esa ko'pincha filtrlash, suyultirish yoki ekstraksiya qilish orqali tahlilga tayyorlanadi. Gazlar bilan ishlaganda esa ularni maxsus kameralar yoki gaz yutilish quvurlariga joylashtirish talab etiladi. Spektrofotometrik tahlil uchun suyuq eritmalar ko'proq qo'llaniladi. Bunda asosiy e'tibor — eritmaning tiniqligiga, barqarorligiga va ma'lum konsentratsiyaga ega bo'lishiga qaratiladi. Agar eritma ichida suzuvchi zarrachalar bo'lsa, ular nurning o'tishini to'sib, noto'g'ri natijalarga olib keladi. Shu bois, filtratsiya yoki sentrifugalash orqali eritmani tiniqlashtirish muhimdir. Eritmalarni tayyorlashda ishlatiladigan erituvchilar ham spektral faol bo'lmasligi, ya'ni o'zlari nurlanishni yutmasligi lozim. Masalan, UV-spektral hududda tahlil qilinayotgan modda uchun etanol, metanol yoki suv singari “optik jihatdan toza” erituvchilar qo'llaniladi.

Ko'pincha namunani tayyorlashda uning konsentratsiyasini aniqlash va kerakli darajada suyultirish zarur bo'ladi. Juda yuqori yoki juda past konsentratsiyalar noto'g'ri spektral natijalar berishi mumkin. Shuning uchun, konsentratsiya tahlil uskunasing optimal aniqlash diapazoniga mos kelishi shart. Bunday hollarda standart eritmalar va kalibrovka grafigidan foydalaniladi. Spektroskopik tahlilda, ayniqsa atom-emissiya yoki atom-absorbsion usullarda, modda ko'pincha alanga yoki plazmaga yuboriladi. Bunday hollarda esa namunani eritma shaklida tayyorlab, uni nebulizatsiya orqali gazsimon holatga aylantirish zarur. Qattiq moddalarda bu uchun oldin eruvchanlikka qarab, kislotalarda eritish, ashga aylantirish yoki yuqori haroratda parchalanish usullari qo'llaniladi. Shuningdek, zondali yoki lazer yordamidagi tahlillar uchun moddaning sirtini tekis va toza holga keltirish zarur bo'ladi. Molekulyar spektroskopiyada — ayniqsa IR va Raman usullarida — moddaning fizik holati tahlil natijalariga ta'sir ko'rsatadi. Bu usullarda qattiq modda kukun holatida bo'lishi, maxsus bosim ostida tabletkaga aylantirilishi yoki erituvchi bilan suspenziya hosil qilinishi kerak bo'ladi. Ayrim hollarda modda maxsus kapsulalarga solinadi yoki infraqizil o'tkazuvchi oynachalar orasida siqiladi. To'g'ri tayyorlanmagan namunalar fon ta'sirini kuchaytiradi va noto'g'ri chiziqlar paydo bo'lishiga olib keladi.

Shuningdek, namunani tayyorlash jarayonida iflosliklardan holi, reaktivlar bilan kontaminatsiyalanmagan va o'z xossasini yo'qotmagan bo'lishi lozim. Har qanday tashqi omil (masalan, yorug'lik, harorat, pH o'zgarishi) moddaning spektral xatti-

harakatini o'zgartirishi mumkin. Shu sababli namunalar tez va ehtiyotkorlik bilan tayyorlanadi va imkon qadar darhol tahlilga yuboriladi.

3-mavzu: IQ va KS (Raman) spektroskopiya usullarining hususiyatlari. Tadqiqot ob'ektlari, usullarning imkoniyatlari. Yadroviy magnit rezonans hodisasining fizikaviy asoslari. Moddalar tahlilida YaMR usulini qo'llanilishi.

(2 coam)

R E J A:

1. IQ va KS (Raman) spektroskopiya usullarining hususiyatlari.
2. Tadqiqot ob'ektlari, usullarning imkoniyatlari. Yadroviy magnit rezonans hodisasining fizikaviy asoslari.
3. Moddalar tahlilida YaMR usulini qo'llanilishi.

3.1. IQ va KS (Raman) spektroskopiya usullarining hususiyatlari

Infraqizil (IQ) – spektroskopiya tahlil usulida moddalarning tuzilishini o'rganish.

Bu usul moddalarning kimyoviy tuzilishini va tarkibiy qismining qanday funksional guruhlardan tashkil topganligini aniqlashga yordam beradi, bu usulda tahlil uchun juda oz miqdorda modda sarflanishi va tahlilning tez bajarilishi, yaqqolliigi bilan boshqa usullardan afzal turadi. Har qanday birikmaning o'ziga xos infraqizil spektri bo'lgani uchun bu spektr shu birikmaning pasporti ham deyiladi. Har bir molekulada atomlar o'zaro kimyoviy bog'langan va doimiy tebranma harakatda bo'ladi. Masalan, modda x va u atomlardan tuzilgan bo'lsa, ularning tebranishi prujinasimon qisqarish yoki cho'zilish yo'nalishida bo'ladi. Bu atomlarning tebranishi matematik jihatdan Guk qonuniga asosan quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$v = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{f}{\mu}} \quad (1.1)$$

v – to'lqin son (ya'ni 1 sm uzunlikka to'g'ri keladigan to'lqinlar soni);

C – yorug'lik tezligi;

f – bog'lanishlarning konstantasi (doimiysi);

μ – keltirilgan massa.

Keltirilgan massa quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\mu = \frac{m_x \cdot m_y}{m_x + m_y} \quad (1.2)$$

m_x va m_u – x va u atomlarning massasi.

Bunda $f = 4\pi^2 \mu \nu^2$; agar barcha konstantalarning son qiymatlarini qo‘ysak, $f = 0,06\mu\nu^2$ tenglamaga ega bo‘lamiz. Misol tariqasida JCI birikmasi uchun f ni hisoblab chiqaylik. Tekshirish ko‘rsatishicha JCI uchun $\nu = 318 \text{ sm}^{-1}$ μ

$$\mu = \frac{m_x \cdot m_y}{m_x + m_y}$$

ni asosida topamiz:

$$\mu = \frac{127 \cdot 36}{127 + 36} \cong 30 \quad (1.3)$$

So‘ngra $f = 0,06\mu\nu^2$ asosida f ni hisoblaymiz:

$$f = 0,06 \cdot 30 \cdot 384^2 = 2,4 \cdot 10^5 \frac{\text{dUH}}{\text{cm}}$$

Endi SO uchun f ni topaylik. CO uchun $\nu = 2170,2 \text{ sm}^{-1}$

$$\mu = \frac{12 \cdot 16}{12 + 16} = \frac{192}{28} = 6,86 \quad (1.4)$$

$$f = 0,06 \cdot 6,86 \cdot 2170,2^2 = 61,6 \cdot 10^5 \frac{\text{dUH}}{\text{cm}}$$

Binobarin, JCI bog‘lanishi CO bog‘lanishiga qaraganda taxminan o‘ttiz marta bo‘shdir. Moddaga elektromagnit nur ta‘sir ettirilganda modda «hayajonlangan» holatga o‘tishi ma‘lum (chunki, molekulaning energiyasi ortadi) Odatda modda optik spektr sohasiga muvofiq, keladigan energiya yutsa, uning aylanma, tebranma va valent elektronlari energiyasi ortadi. Aylanma energiya molekulaning aylanma harakatidan vujudga keladi. Tebranma energiya molekuladagi atomlarining bir–biriga nisbatan tebranishidan hosil bo‘ladi. Shuni unutmashlik kerakki, molekula va undagi atomlarning aylanma–tebranma harakatlari odatdagi sharoitda ham mavjud bo‘lib, bu aylanma–tebranma harakat odatiy holatdagi harakat, unga mos keladigan energiya normal aylanma va tebranma harakat deyiladi. Molekulaga nur energiyasi berilsa, uning aylanma va tebranma harakati ko‘payadi, muvofiq, ravishda energiyasi ham ortadi. Berilgan energiyaga hamda modda tabiatiga qarab aylanma va tebranma harakat kuchayish kamroq yoki ko‘proq bo‘lishi mumkin. Bunda molekula odatdagi tebranma (yoki aylanma) energiyasi holatdan «hayajonlangan» tebranma (yoki aylanma) energiyasi holatga (yoki pog‘onaga) o‘tadi. Molekulada aylanma va tebranma energiya pog‘onalari bir nechta deb qaraladi. Molekulaning aylanma energiyasini oshirish uchun ancha kichik energiya yetarli (bu rasmdan ko‘rinib turibdi). Bu energiya optik spektrning uzoq infraqizil (ya‘ni to‘lqin uzunligi katta bo‘lgan) nurlar sohasiga muvofiq keladi. Molekulaning aylanma spektrlari uncha ahamiyatli emas. Molekulaning tebranma energiyasini oshirish maqsadida (uni energiyasi ko‘proq bo‘lgan tebranma pog‘onaga o‘tkazish uchun) unga yaqin infraqizil sohada yotuvchi (ya‘ni to‘lqin uzunligi qisqa bo‘lgan) nur tushiriladi. Shuni eslatib

o'tamizki, tebranish natijasida molekulaning dipol momenti davriy o'zgarib tursagina molekula spektrning IQ-sohasida nur yutadi. Valent elektronlarini hayajonlangan, holatga o'tkazish uchun optik spektrning to'lqin uzunligi yana kam kichik bo'lgan ko'zga ko'rinadigan va ultrabinafsha sohasida yotuvchi nurlardan foydalaniladi. Molekulaning tebranishi ikkita katta guruhga ajratiladi: 1. Valent tebranishlar. 2. Deformatsion tebranishlar. Neft va gaz mahsulotlaridan olingan organik moddalar molekulasi spektrining bu qismi juda murakkab bo'lib, bu sohadagi yutilish (yoki yutilmagan qism) maksimumlarini u yoki bu atomlar va atom guruhlariga xos deb xulosa chiqarib bo'lmaydi. Lekin bu soha yaxlit molekulaga xos bo'lgani uchun undan foydalanib, yangi modda ilgari ma'lum bo'lgan biror modda bilan bir xil yoki har xilligini aniqlash mumkin. Buning uchun yangi modda va ma'lum moddaning spektrlari $800\text{--}1500\text{ sm}^{-1}$ sohada bir-biriga taqqoslanadi. Spektrlar aynan bir xil bo'lsa, har ikkala modda ekanligi isbotlangan bo'ladi. Infraqizil spektroskopiyadan foydalanib, neft va gaz mahsulotlari tarkibidagi moddalar tuzilishini aniqlash uchun quyidagilarni amalga oshirish mumkin. Birinchidan: Neftdan yoki gazdan ajratib olingan noma'lum moddaning IQ-spektrini ma'lum modda spektri bilan taqqoslab, ularning bir xilligini isbotlash, agar spektrlar bir xil bo'lmasa-yu, har ikkala moddaning ko'pgina xususiyatlari bir-biriga yaqin bo'lsa, bu yangi modda yetarli darajada tozalanmaganligini ko'rsatadi. Shunday qilib, IQ-spektroskopiya moddalarining tozalik darajasini aniqlashga ham imkon beradi. Ikkinchidan: Turli tip bog'lari bo'lgan izomerlari IQ-spektroskopiyadan foydalanib osongina aniqlash mumkin, Masalan $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ formulaga ikki modda: etil spirt va dimetil efir muvofiq, keladi. Etil spirtida O-H bog', dimetil-efirda esa C-O bor mavjud. Shuningdek spirt spektrida O-H, dimetil efirda esa C-O bog'ning yutilish maksimumi kuzatiladi. Izomerlarni bilib olishga doir yana bir misol keltiramiz. Neftdan olingan aromatik moddalarni aromatik halqalardagi C-H bog'larning yassi bo'lmagan tebranishlari $700\text{--}800\text{ sm}^{-1}$ sohada kuzatiladi. Orto-dialmashigan benzol hosilalarida esa bu soha $735\text{--}770\text{ sm}^{-1}$ ga muvofiq keladi. Meta- va para-dialmashigan hosilalar muvofiq ravishda $750\text{--}810\text{ sm}^{-1}$, $800\text{--}860\text{ sm}^{-1}$ sohalarda maksimumlarga ega. Ko'rinib turibdiki, dialmashilgan benzol hosilasining IQ-spektrini olish bilan uning qaysi izomer ekanligi to'g'risida xulosa chiqarish mumkin. Izomerlarning spektrini etalon namuna bilan taqqoslab ko'rib, aralashmadagi har xil izomerning nisbiy miqdorini, ham aniqlasa bo'ladi. Uchinchidan. Noma'lum modda molekulasida qanday guruhlar borligi yoki biror molekulada reaksiya natijasida qanday bog'lar hosil bo'lgani (yoki yo'qolgani) IQ-spektrda shu bog'larning yutilishi maksimumini kuzatish bilan aniqlanadi. Masalan, N-H guruh metillansa yoki atsetillansa reaksiya mahsuloti spektrida N-H ning yutilish maksimumi yo'qolib, o'rniga N-metil va N-atsetil guruhlarining tavsifiy chastotalari paydo bo'ladi. Bundan

tashqari, IQ-spektrlardan foydalanib, faqat muayyan guruh to'g'risida emas, balki uning yon guruhlari to'g'risida ham ma'lumot olish mumkin. Ayni guruhning maksimumi uni qanday atom va guruhlari o'rab turganligiga qarab bir oz o'zgaradi. Masalan, to'yingan aldehid va ketonlarda karbonil guruh $1705-1725 \text{ cm}^{-1}$ da maksimumga ega bo'lsa, karbonil elektronoakseptor (F, Cl, C=H, > C=O) guruhlari bilan bevosita tutash bo'lgan hollar (α -galoid yog' ketonlar hamda α -dekotonlar)da yutilish nisbatan yuqori chastotali soha (muvofig, ravishda $1725-1745 \text{ cm}^{-1}$, $1710-1730 \text{ cm}^{-1}$) da kuzatiladi. Aksincha, karbonil elektronodonor guruhlari (aromatik halqa yoki qo'shbo'g') bilan bog'langan hollarda esa, yutilish $20-40 \text{ cm}^{-1}$ kam chastotali tomon siljiydi. To'rtinchidan: Qaytar organik reaksiyalarni sifat va miqdoriy jihatdan o'rganishda IQ-spektroskopiyadan foydalaniladi. Buning uchun spektrdagi yutilish jadallikligi alohida komponentlarning yutilish jadallikligi bilan taqqoslanadi. Beshinchidan: IQ-spektroskopiyadan foydalanib, molekulaning konfiguratsiyasi va konformatsiyasi to'g'risida xulosa chiqarish mumkin. Masalan, tebranganda C=C bog'ning uzayishi simmetrik etilen uglevodorodlarda molekulaning dipol momentini o'zgartirmaydi. Shu tufayli trans-izomerining spektrida C-C bog'ning yutilish maksimumi bo'lmaydi, sis-izomerda esa mavjud. Siklogeksanning konformatsiyasini IQ-spektrlardan foydalanib aniqlash mumkin.

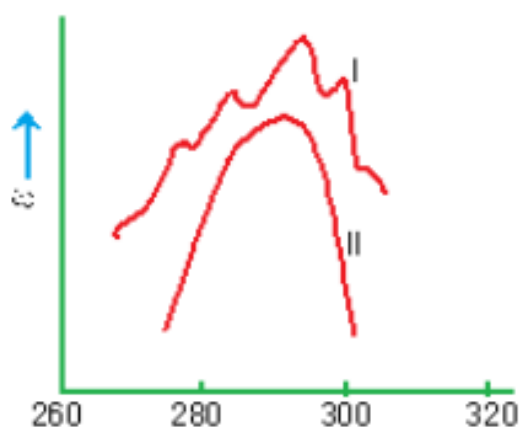
Ekvatorial C-X bog' aksial bog'ga nisbatan $10-50 \text{ cm}^{-1}$ ga katta. Oltinchidan: IQ-spektroskopiya tadqiqiga yana bir misol keltiramiz. Gidroksil guruhning yutilish maksimumi $3500-3650 \text{ cm}^{-1}$ da kuzatiladi. Gidroksil guruh vodorod bog'lanish hosil qilgan hollarda yutilish qisqa chastotali soha tomon siljiydi va yutilish maydoni kengayadi. Vodorod bog'lanishi qancha mustakam bo'lsa, siljish shuncha kuchli bo'ladi. $3500-3650 \text{ cm}^{-1}$ dagi ensiz yutilish maksimumi odatda bog'lanishsiz erkin gidroksil guruh uchun xosdir. Agar vodorod bog'lanish juda mustahkam bo'lsa (masalan, xelat birikmalar) siljish $2500-3200 \text{ cm}^{-1}$ gacha bo'lishi mumkin. Yettinchidan: Bir necha bosqichda boradigan kimyoviy reaksiyalarning yo'nalishini IQ-spektrlari yordamida nazorat qilib turish mumkin.

4. Tadqiqot ob'ektlari, usullarning imkoniyatlari. Yadroviy magnit rezonans hodisasining fizikaviy asoslari.

Ultrabinafsha spektroskopiyani (UB).

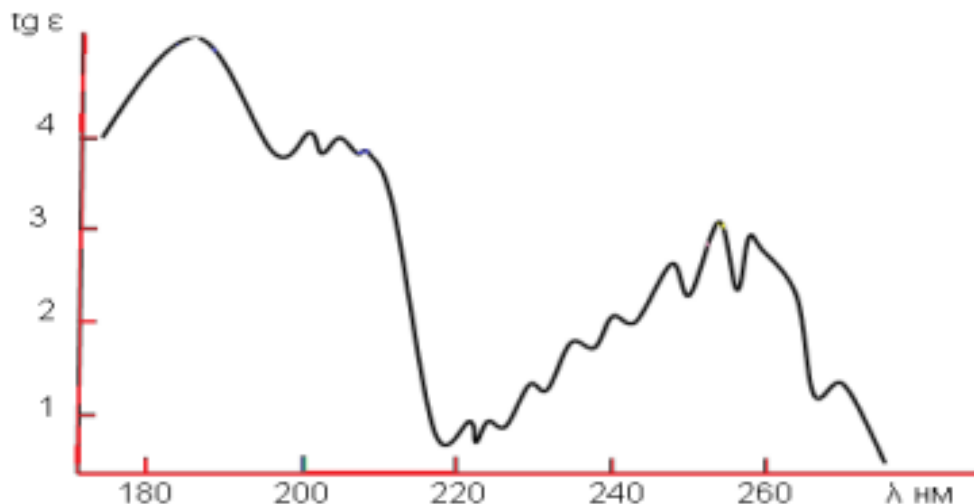
Moddalarni optik spektrining qisqa to'liqlik ko'rinadigan qismiga yondosh sohasini tekshirish bilan shug'ulanadigan spektrosko-piyaga ultrabinafsha spektroskopiyasi deyiladi. Ultrabinafsha spektroskopiyasi elektronlarning bir energiya pog'onasidan boshqa energiya pog'onasiga o'tishiga asoslangan. Shuning uchun bu spektrni ko'p hollarda elektron spektr deb ham ataladi. Molekulaning har

qanday elektron holati shu molekulaning aylanma va tebranma qo'zg'algan holatga o'tkazish uchun kerakli energiya elektronlarni yuqoriroq energetik pog'onaga o'tkazish uchun talab qilinadigan energiyadan kichik bo'lishi ma'lum. Shuning uchun ham molekulaga energiyasi ancha katta bo'lgan ultrabinafsha nurlar tushurilganda uning har uchchala (aylanma, tebranma, elektron) energiyasi o'zgaradi. U holda elektron ultrabinafsha (UB) spektrlar juda murakkab bo'lishi mumkin, chunki spektrda uch xil energiya o'zgarishlariga muvofiq keladigan chiziqlar kuzatiladi. Aylanma va tebranma spektrlar, ba'zan spektrning nozik tuzilishi ham deyiladi. Nozik tuzilishlar UB-spektrlarni interpretatsiya (ya'ni, izoh berish) qilishda juda qiyinlik tug'diradi. Buni bartaraf qilish uchun moddalar spektrlari eritmada olinadi. Erituvchi molekulalari erigan moddaning aylanma-tebranma harakatiga xalaqit bergani uchun spektr eritmada olinganda nozik tuzilishlar bo'lmaydi yoki juda kam kuzatiladi (1-rasm).



1-rasm. Sirka aldegidining UB spektrlari (I) gaz fazada, (II) spirtida.

Ko'p moddalar ultrabinafsha nur qismidan 100 dan 400 nm. gacha nurlanishiga, ba'zi birikmalar esa ko'rinadigan nur qismida 400 dan 800 nm. gacha nurlanishiga ega bo'ladi. Ultrabinafsha spektroskopiya neft va gazdan sintez qilingan organik birikmalarni, shuningdek o'simlik va hayvonlar organizmidan ajratib olingan yangi tabiiy birikmalarning tuzilishini o'rganishda boshqa spektroskocho'qqi usullar kabi katta ahamiyatga ega. Moddaning har qanday shu moddaning ultrabinafsha spektrini olish mumkin. Buning uchun amalda moddalarni erituvchi sifatida 95 % li etil spirt, metil spirt, dietilefir, geksan va heptanlar ishlatiladi. UB-spektroskopiya to'lqin uzunligi 100–800 mmk bo'lgan nurlar ta'sirida valent elektronlarning bir orbitaldan ikkinchisiga o'tishida ular yutadigan nurning to'lqin uzunligi va jadalligini o'lchashga asoslangan.. Benzol uchta yutilish chiziqiga ega: $\lambda_{maks} = 180 \text{ mmk}$; $\epsilon = 50000$; 200 mmk , $\epsilon = 70000$; $230\text{--}260 \text{ mmk}$; $\epsilon = 200$ (2-rasm).



2–rasm. Neftdan olingan benzolning geptandagi UB spektri.

Neft va gazni tarkibini o‘rganishda UB–spektroskopiyadan turli maqsadlarda foydalanish mumkin. Shulardan ba’zilarini ko‘rib chiqamiz. 1. Ma’lum va noma’lum moddalarning UB–spektrini bir xil sharoitda olib, ayni moddalarning bir xil yoki bir xil emasligi isbotlash mumkin. 2. Molekula ichida vodorod bog‘lanishlar bog‘ yoki yo‘qligini aniqlashda UB–spektrlardan foydalaniladi. Agar vodorod bog‘lar mavjud bo‘lsa, batoxrom siljish kuzatiladi. 3. Yangi modda 200–800 nm sohada nur yutsa (tinik, bo‘lmasa), demak u alkan alkanol alifatik amin va efirlar sinfiga mansub bo‘lmaydi. U holda yangi modda boshqa sinf birikmasi bo‘ladi. 4. UB–spektroskopiyadan foydalanib, dialmashingan benzol hosilalaridagi o‘rinbosarlarning joylanish tartibini aniqlash mumkin. 5. Sis–trans–izomerlarni farq qilishda UB–spektrlar yordam beradi. Trans–izomer odatda sis–izomerga nisbatan nurni ko‘prok, yutadi hamda yutilish chiziqsi to‘lqin uzunligi katta soha tomon siljigan. Shunday qilib, UB–spektroskopiya funksional guruhlarining o‘zaro munosabatini, jumladan, $-C=C-C=C-$, $-C\equiv C-C\equiv C-$, $C=C-C=O$, $C=C-Ar$ va boshqa oralatma bog‘lanishlarini o‘rganadi.

Yadro magnit rezonansi (YAMR) usulining nazariy asoslari.

Yadro magnit rezonans usulini 1946 yilda Parsell va Blox bir–biridan xabarsiz holda yaratdilar va shundan so‘ng kimyo fanida qo‘llana boshladi. Ma’lumki, har qaysi yadro spin kvant soni bir bilan tavsiflanadi va bu spinlar $0, 1/2, 1, 3/2, 2, \dots$ qiymatga ega bo‘ladi. Agar yadroda nuklonlar soni juft bo‘lsa – (S_{12} , O_{16}) umumiy spin kvant soni nolga teng bo‘ladi. Agar ularning soni toq bo‘lsa (F_{19} , C_{13}) umumiy spin kvant soni $2I + 1$ yoki $2I - 1$ qiymatga ega bo‘ladi. Umumiy spin kvant soni 0 nolga teng bo‘lgan yadro magnit maydonida bir energetik holatda bo‘ladi ($2I + 1$). Bunday yadrolar YAMR–spektroskopiya uchun

obyekt bo'la olmaydi. Yadroning spini $2 \cdot 1$ (H1, C13, F19, P31) bo'lsa, yadro tashqi magnit maydonida 2 ta energetik holatda turadi. Shunga qarab yadroda musbat zaryad ham turlicha taqsimlanadi. Zaryadli yadro o'z o'qida aylanganda magnit momentiga ega bo'ladi. Bunday yadrolarning xossalarini YAMR usulida tekshirish mumkin. Yadroga radio nurlanish berilganda energiya yutilib, bir magnit–energiya darajadan ikkinchi magnit–energiya darajaga o'tadi. Bor qoidasiga asosan birinchi holatdan ikkinchi holatga o'tish uchun: $\Delta E = h\nu = M \cdot g \cdot H$ (7.6) energiya talab qilinadi. Bu yerda N–maydon kuchlanishi M–Bor magnetoni, g– ajralishning spektroskopik omili. Shunday qilib, moddalarni yadromagnit rezonans usulida tekshirish da tekshiralayotgan moddaga kuchli magnit maydoniga tik ravishda klistron (generator) yordamida ma'lum takrorlikda radio to'lqin beriladi. Yuqoridagi tenglamaga muvofiq,

$$\nu = \frac{M \cdot gH}{h} \quad (1.7)$$

H– ning ma'lum qiymatida tenglamaning o'ng tamoni ν ga teng bo'ladi, ya'ni tenglama sharti bajariladi. Bunda magnitlangan modda tomonidan radioto'lqin (energiya) yutiladi. Bu hol shkalada maksimumlar shaklida namoyon bo'ladi. Shkala τ birligida belgilanib, 1 dan to 10 gacha bo'lingan bo'ladi. Shkalaning uzunligi maydon deb hisoblansa, 1 dan to 5 gacha bo'lgan masofa kuchsiz va 5 dan 10 gacha bo'lgan masofa kuchli maydon deb yuritiladi. Kuchsiz maydonda gidroksil – OH, karboksil – COOH, aldegid R–HCO, benzol C₆H₆, suv H₂O dagi protonlar aks etadi. Kuchli maydonda esa metin – CH, metilen – CH₂ va metil CH₃ protonlari aks etadi. Shu bilan birga protonlarga molekuladagi qo'shni protonlar va boshqa funksional guruhlar ta'sir etadi, natijada shkalada protonlarning ko'rinishi har xil bo'ladi. Masalan ajratilgan metil guruh bo'lsa, uning uchta protoni shkalada bitta cho'qqili uch protonga teng bo'lgan singletga ega bo'ladi. Agar metil guruhning yonidagi uglerodda bitta proton bo'lsa uning ta'sirida ikkita cho'qqili uch protonga uch protonga teng bo'lgan dublet hosil bo'ladi. Shunday qilib, YAMR usuli molekuladagi vodorod atomlarining sonini va qanday holatda joylashganligini yaqqol ko'rsatib, birikmaning tuzilishini aniqlashda katta yordam beradi.



3–rasm. YAMR– spektrometrining umumiy ko‘rinishi.

Lekin ana shu kichik miqdor, energiya (ΔE) moddaning radio chastotali to‘lqin yutishi va uni ko‘zlash uchun kifoya. Pog‘onalar energiyalarining farqi tashqi maydonning kuchlanganligiga to‘g‘ri proporsionaldir.

$$\Delta E = \frac{h \cdot J \cdot H_0}{2 \cdot \pi} \quad (1.8)$$

Bunda: h – Plank doimiysi, J – proporsionallik koeffitsiyenti, H_0 – tashqi maydon kuchlanganligi,

$$h\nu = \frac{h \cdot J \cdot H_0}{2 \cdot \pi} \quad \text{ёку,} \quad \nu = \frac{J \cdot H_0}{2 \cdot h} \quad (1.9)$$

$E = h\nu$ bo‘lgani uchun

(1.9) tenglama yadro magnit rezonansi (YAMR) ning asosiy tenglamasidir. Yadro magnit rezonansini kuzatish uchun modda ampulaga solinib, yuqori kuchlanishli doimiy magnit maydoniga kiritiladi (1.3– rasm). Ampulaga g‘altak o‘ralgan bo‘lib, undan radio chastotali o‘zgaruvchan tok o‘tkaziladi. Tokning chastotasini generatoridan o‘zgartirib turish mumkin. Ampulaga o‘ralgan g‘altakdan o‘tgan tok o‘zgaruvchan magnit maydoni hosil qiladi, Energiya modda tomonidan ana shu maydon ko‘rinishida yutiladi. Generatoridan berilayotgan chastota (ν) ni oshira borib uni shunday qiymatga yetkazish mumkinki, bu qiymat (1.9) tenglamani qanoatlantiradi. Ana shu paytda modda energiya yutadi. Odatda bunda rezonans vujudga keldi deyiladi. Modda energiya yutganda zanjirdagi tok kamayib ketadi. Energiya yutilishi tugagandan keyin, zanjirdagi tok asli holiga qaytadi. Endi chastotaning har qanday o‘zgartirilish moddaga ta’sir qilmaydi. Spekrdagi cho‘qqi (cho‘qqi) signal deyiladi. Chastota (ν) doimiy qoldirilib, magnit maydoni kuchlanganligi (H_0) o‘zgartiriladi. (H_0) qiymati (1.9) tenglamani

bo'lsin. Aytaylik, modda molekulasida o'ziga xos signallar beruvchi funksional guruh ($-C=O-H$, $-COONH$, CH_3-CO-) ga ega. Odatda, guruhlar kuchsiz maydonda signal beradi. Masalan, molekulada metoksi guruh bo'lsa uning qayerda rezonans berishi bizga ma'lum. Shu signalning integral jadallikligi 1,5 katakka teng deylik. U holda integral jadallikligi 9,0 bo'lgan cho'qqiqa 6 ta proton to'g'ri keladi, Boshqa cho'qqilar uchun ham shunday hisoblashlarni bajarish kiyin emas.

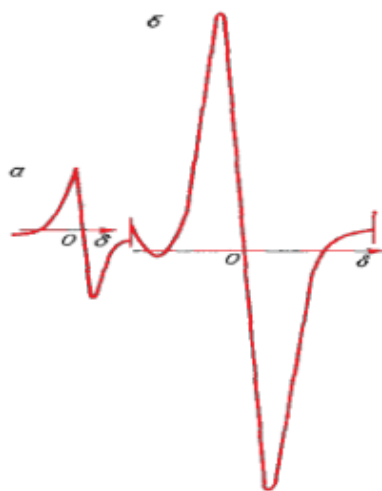
Elektron paramagnit rezonans spektroskopiyasi Elektron paramagnit rezonans (EPR) spektroskopiya usulini 1944 – yilda Rossiya olimi U.K.Zavoyskiy tomonidan kashf etildi. Bu usulda dastlab fiziklarning turli nazariy moddalarini tekshirishga qaratilgan edi. Ammo tez orada shu narsa aniqlandiki, EPR spektri parametrlari rezonans kuzatilayotgan maddaning tarkibi va tuzilishiga bog'liq ravishda o'zgaradi. Bu EPR spektroskopiyasining paramagnit moddalar, ya'ni xutlashmagan (toq spinli) elektron tutgan zarrachalar (erkin radikallar, ion radikallar, oraliq metallarning kompleks birikmalari, triplyot holatdagi molekulalar) tadqiqotiga keng qo'llanishiga sabab bo'ldi. EPR spektroskopiyasi va uning nazariy tadqiqotlarining umumiy kimyo va kordinatsion kimyoda ishlatilishi taxminan 50 – yillar boshida rivojlandi. EPR usuli kompleks birikmalarining eritmaagi tuzilishi, kompleks hosil bo'lish termodinamikasi va kinetikasi, ligandlarning markaziy ionga bog'lanishi, metall – ligand bog'larining tabiati, ularning bir – biriga o'zaro ta'siri magnit xususiyatlari kabi muammolarni tushuntirish uchun juda kerakli sanaladi. Anorganik kimyo va umumiy fizika kursidan ma'lumki yorug'lik ham zarracha, ham to'lqin xususiyatlariga ega.

$C = \lambda v$ yoki $\lambda = G / v$ C – to'lqin tezligi, λ – to'lqin uzunligi, v – to'lqin chastotasi

Yorug'lik va elektromagnit to'lqinlari uchun C – o'zgarmas kattalik (300000 km/s). Demak, $C = \text{Const}$ bo'lsa, (1) tenglamaga muvofiq to'lqin uzunligi va chastotasi o'zaro teskari bog'langan kattaliklardir, ya'ni λ oshsa, v kamayadi. Turli xil elektromagnit to'lqinlar (yoki nurlar) to'lqin uzunliklarining λ ortib borishi tartibida joylashtirilsa, elektromagnit spektros hosil bo'ladi. Elektromagnit spektrdagi har qanday nur maktabiy energiyaga ega bo'ladi va bu kattalik uning chastotasiga proporsionaldir: $E = hv$

h – domiysi, $6,625 \cdot 10^{-34}$ x/Gs Moddaga tushirilgan nur undan o'tib ketishi yoki yutilishi mumkin. Energiya yutilganda modda molekulasiturlari o'zgarishlarga uchraydi. Eng qisqa to'lqinli γ – nurlar (radioaktiv nurlar) yadrolarning energetik holatini o'zgartiradi (gamma rezonans spektroskopiyasi). Gamma – nurlarga nisbatan kattaroq to'lqin uzunligiga ega bo'lgan, rentgen nurlari atomlarning ichki, yadroga yaqin qavatdagi elektronlar energiyasi o'zgartiradi (rentgenospektroskopiyasi). Ul'traqizil va ko'zga ko'rinadigan nurlar ta'siridamolekula va atomlarning valent elektronlari energetik holatlari o'zgaradi

(UB– va elektron spektrlar). Infraqizil nurlar molekuladagi atomlarni tebrantiladi (IQ – yoki tebranish spektrlari). Katta to‘lqin uzunligi va kichik energiyali radioto‘lqinlar yadro (YAMR) va elektron (EPR) spinlarining energetik holatini o‘zgaritadi. Demak, EPR spektroskopiyasi elektronlarning magnit holatini o‘zgartiradigan radioto‘lqinlar yutilishini o‘lchashga asoslangan usuldir. EPR spektrlari kuzatilishining asosiy sharti – o‘rganiladigan modda tarkibida juftlashmagan elektronning bo‘lishi lozim. EPR spektroskopiyasining qo‘llanish sohalari juda ko‘p va xilma – xil: meditsina, biokimyoviy, anorganik, analitik, koordinatsion kimyo, geologik izlanishlar. Demak EPR spektrlari yutilish energiyasi intensivligining katta kichikligi ta’sir etayotgan tashqi magnit maydon kuchlanganligiga to‘g‘ri proporsional deb qarash mumkin. EPR spektri yutilish liniyalari keng polosali va har doim yaxshi ajralgani uchun ularning birinchi hosilasini yozish tajribada qabul qilingan. Bunda maksimum nuqtalari absissa o‘qi bilan kesishgan joyda belgilanadi, spektrining ajralmagan tutash yutilish chiziqlari aohida liniyalar sifatida absissa o‘qi bilan kesishmasdan, uning yuqori va pastki tomonidan qayd etiladi (1.4–rasm), hamda spektrdagi maksimum liniyalarning sonini aniqlash imkonyati tug‘iladi.



4–rasm. Etalon va neftning EPR spektri.

Moddani EPR spektrini olish uchun tekshiriladigan moddaga kuchli magnit maydonga ega bo‘lgan yuqori chastotali generatorda tushiriladi. EPR spetri yakka signalni namoyon qiladi, uning interperetatsiyasi paramagnit markazi soni N_x bilan hisoblanadi. Paramagnit markaz soni quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$N_x = N_{\text{эм. lx}} \Delta H^2_x / (I_{\text{эм.}} \Delta H_{\text{эм.}}^2 m)$$

Singlet signallari qayd etishda spektrometrning ishlash sharoitiga ko‘ra ularning shakli har xil bo‘ladi. Lorens liniyalari shakli Gauss liniyalari shakliga nisbatan o‘tkirroq maksimumga va uzunroq «qanotlar»dek yoziladi. Organik

radikallar odatda Gauss liniyalari shaklida, paramagnit kompleks birikmalar spektrlari Lorens liniyalari shaklida, yozilishi maqsadga muvofiq. EPR spektrlaridagi liniyalar intensivligi ularning biror muayyan xarakteristikasi bo'lmagan, balki shu liniyalar orasidagi masofa relaksatsion jarayonlariga bog'liq ravishda o'zgaruvchan va moddaning elektron, geometrik tuzilishini aniqlaydigan kattaligidir. Standart EPR spektrometrlari asosan X – diapazon ($\lambda = 3 \text{ sm}$, $\nu \cong 9500 \text{ MGs}$, $H_0 \cong 3400 \text{ E}$) va Q diapazon uchun ($\lambda < 1 \text{ sm}$, $\nu \cong 35000 \text{ MGs}$, $H_0 \cong 12000 \text{ E}$) mo'ljallab chiqarildi. Qisqa to'liqlik spektrli qattiq holatdagi moddalar bilan past haroratda ishlashga, kattaroq to'liqlik uzunlikdagi spektrometrlar eritmadagi moddalarni o'rganishga mo'ljallangan.

Mavzuni mustahkamlash uchun nazorat savollar:

1. Fizik–kimyoviy tahlil usullarining necha xili mavjud?
2. Spektral va boshqa optik usullar haqida tushuncha bering?
3. Fotokolorimetrik tahlil usulining mohiyati nimalardan iborat u qaysi sohalarda ishlatiladi?
4. Ultrabinafsha spektroskopiyasi haqida tushuncha bering?
5. Ultrabinafsha spektroskopiyada elektron o'tishlarni tushuntiring?
6. Aromatik birikmalarning tavsifiy chastotalar sohasi
7. IQ spektroskopiyadan orqali, organik moddalar molekularining konfiguratsiyasi va konformatsiyasi to'g'risida xulosa chiqaring?
8. $3500\text{--}3650 \text{ sm}^{-1}$ qaysi guruhning yutilish maksimumida kuzatiladi?
9. Yadro magnit rezonansi (YAMR) haqida tushuncha bering?
10. Neftni tuzilishini o'rganishda YAMR spektroskopiyasi qanday ahamiyatga ega?
11. Mass–spektrometriya tahlil qilish usulini vazifasi nimadan iborat? 10. Mass–spektrometriyada bog'larning uzilishi qanday?
12. Mass–spektrda ko'pincha massasi kasr songa teng bo'lgan ionlar kuzatiladi nima sababdan shunday qilinadi?
13. Organik moddlarning mass–spektri haqida tushuncha bering?
14. Mass–spektroskopiyadan foydalanish imkoniyatlari haqida tushuntirib bering
15. Xromatografik tahlil usuli nimaga asoslangan?
16. Gaz va gazyuqluk xromatografiyalarining mohiyati nimada?
17. Gaz va gaz–suyuqluk xromatografiyasida komponentlarning miqdorini aniqlashda asosiy o'lchash usullarini keltiring.
18. Suyuqluk–suyuqlukda taqsimlanish xromatografiyasi haqida tushuncha bering?
19. Qog'ozda taqsimlanish xromatografiya mohiyati nimadan iborat

20. Gel xromatografiya nimaga asoslangan? 20. Xromatografik tahlili neft va gazni ishlab chiqarishda qanday foydalaniladi?

4-mavzu: Ionizatsiyalash usuli: elektron zarba, fotoionizatsiyalash, kimyoviy ionizatsiyalash. Xromato-mass-spektrometriya haqida tasavvurlar (2 soam)

REJA:

1. Ionizatsiyalash usuli: elektron zarba, fotoionizatsiyalash, kimyoviy ionizatsiyalash.
2. Xromato-mass-spektrometriya haqida tasavvurlar

Таянч иборалар: *Масс-спектроскопия, хромато-масс-спектрометрия, буг ҳоли, кимёвий ионланиш, электродлар, кимёвий датчик.*

4.1.Масс-спектрометрия усули.

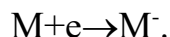
Бу усулда текшириладиган модда буг ҳолига ўтказилади ва ундан ионлар ҳосил қилинади. Ҳосил бўладиган ионлар кўпинча мусбат зарядли бўлади. Ионларни улар массасининг (m) зарядига (z) нисбати бўйича бири-бирдан ажратиш мумкин. Ионнинг заряди бирга тенг бўлса, m/z қиймати унинг массасига тенг бўлади. Ушбу қиймат массанинг углерод бирлигидаги масса сони деб юритилади. Ажратилган ионлар m/z қийматларига кўра ион қабул этгич ёрдамида қайд қилинади, натижада тегишли спектр ҳосил бўлади. Спектрдаги сигналларнинг ўрни m/z қийматга, уларнинг интенсивлиги эса ионнинг частотасига тўғри келади. Бу сигналлар чўққилар деб аталади.

Масс-спектрометрия усули бугсимон ҳолатга ўтадиган барча элемент ва моддаларни анализ қилиш учун ишлатилади. Анорганик бирикмалар ва элементлар анализи, кўпинча, моддалар таркибидаги изотопларни аниқлашга, органик моддалар анализи эса моддаларни идентификатсиялаш ва уларнинг структурасини аниқлашга қаратилади.

Текшириладиган модда молекулалари (ёки атомлари) тезлаштирилган электронлар дастаси билан бомбардимон қилинганда, улардан битта ёки иккита электрон уриб чиқарилади:



ёки уларга электрон бирикади:



Бунинг натижасида молекуляр ионлар деб аталадиган ионлар ҳосил бўлади. Кўпинча, бомбардимон натижасида битта электрон уриб чиқарилади. Иккита электроннинг уриб чиқарилиш ҳоллари ҳам, оз бўлса-да, учрайди, лекин манфий зарядланган ионларнинг ҳосил бўлиши жуда кам (~0,1 %) кузатилади. Кейинги йилларда манфий зарядланган ионларни аниқлаш учун электронни ушлаш масс-спектрометрия усули яратилди.

Масс – спектрометрия¹

Масс-спектрометрия услуги деганда, ионлар массасининг электр зарядига нисбатини аниқлаш орқали моддани текшириш усули тушинилади. Масс-спектроскопияни спектроскопик усулларнинг бири деб қаралади, аммо бундай қараш қисман хато ҳисобланади. Оптик спектроскопияда нурланишдан кейин модда молекуласи бошланғич ҳолатга ўзгармасдан қайтади, аммо масс-спектроскопияда қўзғалади, ионланади ва молекуляр ион парчаланаяди ва бу парчаланган ионлардан бошланғич бўлишга сабабчи бўлган бир қанча ҳодисаларнинг йиғиндисини молекуланинг бир қанча ҳодисаларнинг йиғиндисини молекуланинг бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиш ҳодисаси деб қараш нотўғри ҳисобланади.

Моддаларнинг масс-спектрини олиш учун намуна ионланиш ва диссоцияланиш ҳодисалари электрондар зарбаси, фотонлар ва кучли электр майдони таъсирида рўй беради.

Ионланиш. Масс-спектрометрда бўлакли ионларнинг ҳосил бўлиш жараёни молекулани электронлар билан таъсирланишидан бошланади, бунда энергия 100 эВ га тенг бўлса, тезлиги $5.9 \cdot 10^6$ м/сек бўлади.

Органик моддалар ионланишининг бир қанча умумий усуллари бор.

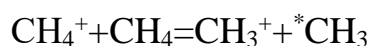
Фотонлар таъсирида ионланиш. Кўпинча органик моддаларнинг ионланиш потенциали 13 эВ дан кичик қийматда бўлгани учун ионланишни олиб бориш учун қисқа тўлқин узунликдаги нурланишдан фойдаланиш мумкин. Фотонларнинг қулай манбаи сифатида нурланиш энергияси 21 эВ га тенг бўлган гелийли асбобдан фойдаланиш мумкин

Кимёвий ионланиш². Молекула ва ионлар тўқнашганда янги зарядланган заррачаларни ҳосил бўлиш реакцияларини кузатиш мумкин.

¹ G.D. Christian, Analytical chemistry University of Washington, USA, 2009.c.592-594.

² G.D. Christian, Analytical chemistry University of Washington, USA, 2009.§20.10, c.594-595.

Масалан, метаннинг молекуляр иони нейтрал молекуласи билан реакцияга киришиб мустаҳкам метил CH_3^+ ион ҳосил қилиши мумкин:



Ўрганиладиган моддаларни масс спектрометрда киритишнинг бир қанча усулари мавжуд:

Совуқ ҳолда киритиш. Бу усул газлар учун, ҳамда уй температурасида ва 10^{-2} мм.см.ус. босимида осон учадиган моддалар учун ишлатилади.

Иссиқ ҳолда киритиш. Органик моддаларни буғ ҳолатига келиши учун масс спектрометр системасини 300°C гача қиздиради.

Тўғридан тўғри киритиш. Масс-спектр олиш учун системада чуқур вакуум ҳосил қилиш (10^{-6} мм.см.устунига яқин) билан бирга қиздирилса, кўп бирикмалар осон боғланади. Бу усул билан молекула оғирлиги 2000 гача бўлган бирикмаларнинг Масс-спектрини олиш мумкин.

Хроматографдан киритиш. Газ хроматограф устунидан урганиладиган модданинг ва газ - ташувчининг аралашмаси чиқади. Газ - ташувчи оқимнинг тезлиги одатда 50 мл.мин. ташкил этади, аммо бундай газ хажмини ион манбасига киритиш мумкин эмас, шунинг учун урганиладиган модданинг микдорини камайтирмасдан газ-ташувчини ажратиш олиш керак.

Хромато-масс-спектрометрия.

Кўп ҳолларда органик бирикмалар аралашмасини идентификацияси ва микдорий аниқланиши олинган масс-спектрнинг мураккаблиги туфайли чегараланган. Шунинг учун масс-спектрни олишдан олдин компонентларни ажратиш зарур. Шу мақсадда масс-спектрометрия билан хроматографиянинг турли турларини ва копилляр зонали электрофорезни хромато-масс-спектрометрия билан боғлаган ҳолда (сочетаниясидан) олиб борилади. §Хроматографиянинг ажратиш имконияти ва масс-спектрометриянинг идентификациялаш имконияти уларнинг бевосита сочетаниясида мураккаб аралашма компонентларини аниқлаш ва идентификациясининг уникал имкониятларини беради.

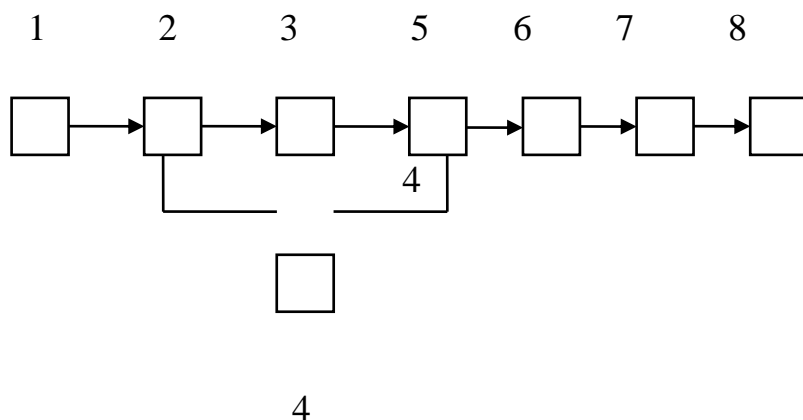
Ҳозирги замон Хромато-масс-спектрометрик системалари хроматографик колонкадан чиқаётган элюатни масс-спектрлари билан узлуксиз (сканирование қилиш) қайд қилиш орқали натижалар оладилар. Бунда колонкадан чиқаётган аралашманинг ҳар бир компонентини белгиланган ҳолда йиғинди ион токи ўзгаришининг вақтга боғлиқлиги хроматограммасини олиш мумкин. Бундай хроматограммада колонкадан

элюирланган барча компонентлар чўққиларга эга бўлади, аммо масс-спектрометрик информацияга эга бўлмайди.

Масс-хроматограмма тузиш учун ҳар бир ёзилган масс-спектрдан бир неча ионларнинг чўққилари интенсивликлари олинади ва бу интенсивликларнинг у ёки бу компонентнинг ушлаб қолувчи вақтига тўғри келадиган масс-спектрининг номерига боғлиқлиги графиги тузилади. Агар характеристик ионлар тўғри танланган бўлса, масс-хроматограммалар идентификациялаш учун жуда эффективдир. Микдорий аниқлаш учун кўпинча ўрганилаётган модда ва стандартнинг чўққилари майдонини солиштириш орқали ички стандарт методидан фойдаланилади. Хромато-масс-спектрик методда аниқланадиган бирикманинг нишонланган (меченные) аналоглари энг яхши стандартлар ҳисобланади. Хромато-масс-спектрометрик методнинг афзаллиги мураккаб аралашмалардаги алоҳида бирикмаларни ёки маълум синф бирикмаларини аниқлашнинг юқори селективлиги ва қуйи аниқлаш чегарасининг жуда кичиклиги (10^{-12} - 10^{-10} г).дир.

5.2. Масс-спектрометрларнинг ишлаш принципи.

Масс-спектрометр³. Масс-спектрометрнинг тузилиш схемаси:

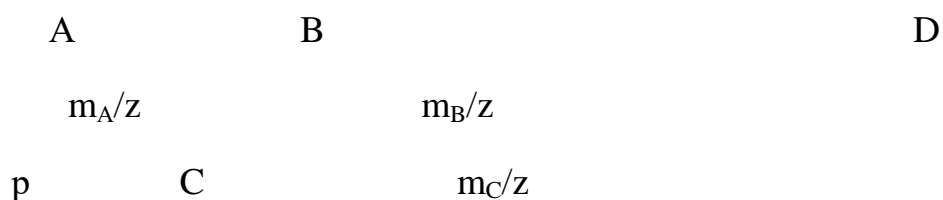
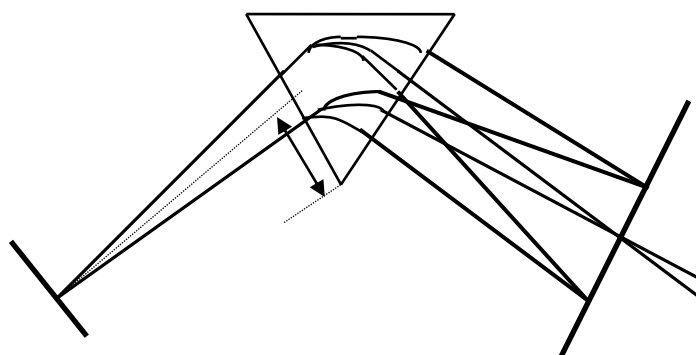


1 – намуна киритиш қурилмаси; 2 – ионлаштириш қурилмаси; 3 – тезлаштириш ва ионларни фокуслаш қурилмаси; 4 – вакуум тизими; 5 – масс-анализатор; 6 – детектор; 7 – кучайтиргич; 8 – ЭХМ.

Текшириладиган модда газ ҳолида бўлса, у (1) камерага бевосита киритилади. Бу қурилмага шунча микдор намуна киритиш керакки, ионлаштиргичда унинг босими $2 \cdot 10^{-4}$ – $1,33 \cdot 10^{-2}$ Па атрофида бўлсин.

³ G.D. Christian, Analytical chemistry University of Washington, USA, 2009. §20.10, с.596-597.

Юқори босим ҳосил қиладиган моддалар (суюқликлар, енгил учадиган каттик моддалар), аввало, киритиш баллонда буғлатилади, сўнгра зарурий босимда ионлаштиргичга (2) юборилади. Баллондаги босим ҳарорат ва намуна миқдорини ўзгартириш асосида бошқарилади. Қийин учадиган моддаларнинг зарурий босими 10^{-4} – 1 Па га тўғри келгани учун уларни бевосита ионлаштиргичга юбориш мумкин. Ионлаштиргичда буғланиш тезлиги ва босим намуна киритиш найини иситиш ёки совутиш ҳисобига бошқарилиши мумкин. Ҳозирги вақтда масс-спектрометрга намуна хроматографдан юбориладиган гибрид: **хромато-масс-спектрометрия** усули мавжуд.



3-Расм. Магнит майдонли масс-анализаторнинг схемаси

Ионлаштиргичда (2) қаттик киздирилган катоддан чиққан электронлар дастаси анодга томон ҳаракат қилади, бу ҳаракат давомида у текшириладиган модда молекулаларига урилиб, уларни ионлаштиради. Кўпинча, масс-спектрометр 70 эВ энергияда (оптимал қиймат) ишлайди. Электронлар дастаси билан бомбардимон қилиш асосида ишлайдиган ионлаштиргичдан ташқари фотоионлаштиргич, учқунли, лазерли, кимёвий, ионли ва бошқа ионлаштиргичлар ҳам мавжуд. Ионлашган модда ионлаштиргичдан чиқиб,

манфий зарядли электр майдонига эга бўлган диафрагмадан (z) ўтишда тезлаштирилади. Фокусловчи қурилма ионлар дастаси йўналишини масс-анализаторнинг киритиш диафрагмасига (s) тўғрилайди, нейтрал молекулалар эса вакуум–насос ёрдамида чиқариб юборилади. Асбобнинг барча қисмлари зарурий вакуум остида бўлиб, уни вакуум насос таъминлаб туради. Тезлаштирилган ионлар масс-анализаторга (3-Расм) тушади.

Масс–анализаторда моддалар молекуляр массаларига кўра ажратилади. Кўпчилик масс-анализаторларда молекуляр ионларни ажратиш учун магнит майдонидан фойдаланилади. Магнит куч майдони ионлар дастаси траекториясига перпендикуляр қилиб ўрнатилади. Ионларнинг траекторияси масс-анализаторнинг тузилишига боғлиқ. D диафрагмадан берилган магнит майдони индукцияси (B) ва тезлаштириш кучланиши (U) қийматларида

$$r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{z}}$$

формулага жавоб берган m/z қийматга эга ионларгина (m_B/z) ўтади (r – масс-анализатор ёйининг радиуси).

Магнит майдони индукцияси (B) қийматини ўзгартириб, исталган ион учун зарурий траекторияни ҳосил қилиш мумкин. Шунингдек, U қийматни ҳам кетма-кет ўзгартириб, ҳамма ионларни детекторга тушириш мумкин. Детекторда ионлар дастасига мос электр токи ҳосил бўлади, у (7) да кучайтирилади, сўнгра қайд қилинади. Анализ натижаси ЭХМ ёрдамида ишланиб, тақдим этилиши учун унга ЭХМ уланиши мумкин.

Хромато-масс-спектрометрия⁴.

Кўпчилик ҳолларда органик бирикмалар аралашмасини идентификацияси ва миқдорий аниқланиши олинadиган масс-спектрнинг мураккаблиги туфайли чегараланган. Шунинг учун масс-спектрни олишдан олдин компонентларни ажратиш зарур. Шу мақсадда масс-спектрометрия билан хроматографиянинг турли турларини ва копилляр зонали электрофорезни хромато-масс-спектрометрия билан боғлаган ҳолда (сочетаниясидан) олиб борилади. Хроматографиянинг ажратиш имконияти ва масс-спектрометриянинг идентификациялаш имконияти уларнинг бевосита сочетаниясида мураккаб аралашма компонентларини аниқлаш ва

⁴ G.D. Christian, Analytical chemistry University of Washington, USA, 2009. §20.10, с.599-602.

идентификациясининг уникал имкониятларини беради. Масс-спектрометрия билан капиллярли газ суюқлик хроматографияси сочетанияси варианты кенг тарқалган. Газ ташувчи сифатида ионизация энергияси (25 эВ) юқори бўлган гелий қўлланилади. Хромато-масс-спектрометрнинг бу методида фақат учувчан моддаларни ўрганиш мумкин, акс ҳолда хроматографга намуна киритишдан олдин дастлабки пиролиз ёки фотолиздан фойдаланишга тўғри келади. Дастлабки пиролиз космик аппаратларда “Викинг” серияларида Марсда органик ҳаётни аниқлаш мақсадида Хромато-масс-спектрометрик методи ёрдамида тупроқ намунаси анализида амалга оширилган эди.

Ҳозирги замон Хромато-масс-спектрометрик системалари хроматографик колонкадан чиқаётган элюатни масс-спектрлари билан узлуксиз (сканирование қилиш) қайд қилиш орқали натижалар оладилар. Бунда колонкадан чиқаётган аралашманинг ҳар бир компонентини белгиланган ҳолда йиғинди ион токи ўзгаришининг вақтга боғлиқлиги хроматограммасини олиш мумкин. Бундай хроматограммада колонкадан элюирланган барча компонентлар чўққиларга эга бўлади, аммо масс-спектрометрик информацияга эга бўлмайди.

Масс-хроматограмма тузиш учун ҳар бир ёзилган масс-спектрдан бир неча ионларнинг чўққилари интенсивликлари олинади ва бу интенсивликларнинг у ёки бу компонентнинг ушлаб қолувчи вақтига тўғри келадиган масс-спектрининг номерига боғлиқлиги графиги тузилади. Агар характеристик ионлар тўғри танланган бўлса, масс-хроматограммалар идентификациялаш учун жуда эффективдир. Масс-хроматограммада аниқ берилган массадаги ва конкрет брикма учун маълум ушлаб қолувчи вақтга эга бўлган чўққининг бўлиши намунада шу компонентнинг борлигининг исботидир.

Микдорий аниқлаш учун кўпинча ўрганилаётган модда ва стандартнинг чўққилари майдонини солиштириш орқали ички стандарт методидан фойдаланилади. Хромато-масс-спектрик методда аниқланадиган бирикманинг нишонланган (меченные) аналоглари энг яхши стандартлар ҳисобланади.

Хромато-масс-спектрометрик методнинг афзаллиги мураккаб аралашмалардаги алоҳида бирикмаларни ёки маълум синф бирикмаларини аниқлашнинг юқори селективлиги ва қуйи аниқлаш чегарасининг жуда кичиклиги (10^{-12} - 10^{-10} г) дир.

Айрим ҳолларда хромато-масс-спектрометрия бирдан-бир мумкин бўлган аниқлаш методи бўлиб қолади. Бу биринчи навбатда юқори хавфли токсикантлар гуруҳи полихлорланган дибензо-п-диоксинлар (ПХДД) ва полихлорланган дибензофуранлар (ПХДФ)га тегишли.

Атроф-муҳит объектларига тушишининг энг асосий манбаи кимё ва металлургия ишлаб чиқариш саноати, уй-рўзғор ва саноат чиқиндиларини ёқиш қурилмалари (установкалари) ва ҳок. Бу супертоксикантларни ва хусусий ҳолда, улардан энг заҳарли бўлгани 2,3,7,8-тетрахлор-п-дибензодиоксинни $10^{-10}\%$ ва ундан ҳам кам миқдорларини аниқлаш зарур. Бошқа томондан ПХДДнинг тетрахлор ҳосиласининг 22 та изомери мавжуд, улар орасидан , масалан битта моддани ажратиш, идентификацилаш ва аниқлаш керак бўлади. Бундай иккита мураккаб масаланинг соҳетаниясини ечимини топишни фақат хромато-масс-спектрометрик методи амалга ошира олади. ПХДД ваПХДФни миқдорий аниқлашнинг энг ишончли методи капилляр суюқлик хроматографияси билан изотопли нишонланган стандартлар қўлланиладиган юқори имкониятли масс-спектрометриянинг соҳетаниясига асосланган. Агар масс-спектрометрларнинг қуйи имконият (квадруполли масс-анализатор, “ионная ловушка” ва бошқа)лари қўлланилганда асосий эътиборни намуна тайёрлашга ва концентрлашга қаратиш лозим бўлади.

Газ хроматографияси ва масс-спектрометриянинг соҳетанияси натижаларни компьютерда қайта ишлашни талаб этадиган жуда катта информация беради. Хромато-масс-спектрометриянинг компьютерли дастури ажратиш, сақлаш ва катта сондаги тажриба натижалари анализи учун, шунингдек аниқланадиган аралашма компоненти масс-спектрини маълумотнома каталогидаги масс- спектрлари билан солиштириш учун хизмат қилади.

Mass-spektrometriya.

1. Mass-spektrometriyani boshqa fizimetodlar qatoridagi o‘rni (elektromagnit to‘lqinlari spektri to‘g‘risida).
2. Mass-spektrometriya usulini tavsifi (elektron zarba→molekulyar ion→parchalanish).
3. Tarix: Dj. Tomson , 1910 yilda birinchi tajriba o‘tkazdi; 1918 yilda A.Dempster birinchi mass-spektrometr yasagan; 1940 yilda A.Nir birinchi marta uskuna ishlab chiqarishni yo‘lga soldi; 1959 yilda birinchi xromatomass-spektrometr: mass-spektrometrni GPEX ga ulangan (uchuvchan moddalar uchun); 1983 yilda mass-

spektrometрни suyuqlik xromatograf bilan ulandi (uchmaydigan moddalar uchun)-murakkab aralashmalarni analiz qilish imkoniyati;

4. Mass-spektrometriya imkoniyatlari;

4.1. Moddani molekulyar massasini aniqlash. Elektronlar to‘plamini energiyasi 10 ЭВ. $1\text{ЭВ}=23\text{ ккал/моль}$.

Molekulyar ionga shartlar:

1. Spekrda eng katta massaga ega bo‘ladi, u qolganlari parchalanish natijasi.

2. M^+ da elektronlar soni toq bo‘lishi kerak. U uchun R-to‘yinmaganlik darajasi-butun son bo‘lishi kerak; $R=x-1/2y+1/2z +1$. Bu formulada x,y,z – molekulyar formuladagi indekslar: C va Si учун IV га, N ва P-I га, O ва S-II га, H va Hal- I га teng bo‘lishi kerak.

3. M^+ dan keyingi ionlar M^+ (5 dan 13 гача) bo‘lmasligi kerak: M^+-15 , M^+-29 bo‘lishi mumkin.

Elektromagnit nurlanishning tabiati.

Elektromagnit nurlari ikki xil tabiatga ega:

1. Ayrim sharoitda elektromagnit nurlari to‘lqin tabiatga ega bo‘lib, uzluksiz xossaga ega fizik maydon sifatida o‘zini ko‘rsatadi.

2. Boshqa sharoitda elektromagnit nurlari “korpuskulyar” xossaga ega bo‘lib, diskret zarrachalar, ya’ni fotonlar sifatida o‘zini bildiradi.

Agar elektromagnit nurlari yo‘nalishida modda yoki qandaydir material uchrasa bir qancha fizikadan sizlarga ma’lum bo‘lgan hodisalar ro‘y beradi: interferensiya, difraksiya, nurlarni qaytarilishi, yo‘nalishni o‘zgarishi, nurlarning yoyilishi. Bu hodisalarni elektromagnit nurlarini to‘lqin tabiatiga asoslanib tushuntirish mumkin.

Ayrim boshqa hodisalar esa: tortish hisobidagi nurlarning yo‘nalishini o‘zgarishi, atom va molekulalar tomonidan elektromagnit nurlarini yutish yoki ajratib chiqarish –elektromagnit nurlarining korpuskulyar tabiati asosida yaxshi tushuntiriladi.

Elektromagnit nurlarining to‘lqin tabiati to‘g‘risida.

x-to‘lqin yo‘nalishi

λ -to‘lqin uzunligi

E-to‘lqinning elektrik qismi

n-elektromagnit qismi

a-amplituda (tebranish kengligi)

xy-polyarizatsiya maydoni:

elektrik maydon tebrangan

maydon

Elektromagnit nurlanish spektri.

Oldin o'lchov birliklarini aniqlab olaylik: λ -to'lqin uzunligi o'lchanadi. Birliqi: m, sm, mkm(mikrometr, ilgari mikron deyilardi, 10^{-6} m), nm(nanometr, ilgari millimikron deyilardi, 10^{-9} m), Å(angstrom, 10^{-10} m).

ν (nyu) birlik Гц (gers), ν –to'lqin soni, o'lchov birligi sm^{-1} : bir sm dagi to'lqinlar soni.

Elektromagnit nurlarining barcha chastotalari (yoki to'lqin uzunliklari) to'plami elektromagnit spektrlari deyiladi.

Spektr qaysi sohalarga bo'linishini batafsil ko'rib chiqamiz:

1. γ -nurlari λ 10^{-4} - 10^{-12} m oralig'ida $\epsilon=10^7$ эВ. Bu sohani "γ-rezonans spektroskopiyasi" o'rganadi. Bu sohadagi nurlar yutilish yoki ajrab chiqish jarayonida yadrolarning energetik holati o'zgaradi.

2. Rentgen nurlari (yoki x-nurlar) λ 10^{-12} - 10^{-8} m, $\epsilon=10^5$ эВ. Bu sohada ishlaydigan ham maxsus priborlar mavjud. Bu soha nurlari bilan o'zaro ta'sirlanish natijasida atomlarning ichki qatlam elektronlarining energetik holati o'zgaradi.

3. Vakuu ultrabinafsha (UB) sohasi:

λ 10^{-8} - 10^{-7} m (10-100 нм), $\epsilon=10^1$ эВ.

4. Uzoq ultrabinafsha sohasi: 10^{-7} - $2 \cdot 10^{-7}$ m (100-200 нм), $\epsilon=10^{+1}$ эВ.

5. Yaqin ultrabinafsha sohasi- $2 \cdot 10^{-7}$ - $4 \cdot 10^{-7}$ m (200-400 нм), $\epsilon=10^{+1}$ эВ. УБ spektroskopiya o'rganadi.

6. Ko'zga ko'rinadigan soha: $4 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ m (400-1000 нм), $\epsilon=10^1$ эВ.

3-6 sohalar bir-biriga juda yaqin (10^{-8} - 10^{-6} gacha yoki 10 nm dan 1000 nm gacha) bo'lib, energiyasi ham bir xil: 10 el-volt. Bu soha nurlari bilan o'zaro ta'sirlanish natijasida atomlarning tashqi qatlam elektronlarining energetik holati o'zgaradi. Elektron spektroskopiya o'rganadi.

7. Yaqin IQ-soha: $1 \cdot 10^{-6}$ - $2,5 \cdot 10^{-6}$ m (1 mkm- 2,5 mkm yoki 1000 nm-2500 nm gacha) $\epsilon=10^{-1}$ ev.

8. O'rta IQ-soha: $2,5 \cdot 10^{-6}$ m- $2 \cdot 10^{-5}$ m (2,5 mkm dan 20 mkm gacha yoki 4000 sm^{-1} dan 500 sm^{-1} gacha), $\epsilon=10^{-1}$ ev. Infraqizil spektroskopiya o'rganadi.

9. Uzoq IQ-soha: $2 \cdot 10^{-5}$ m- $1 \cdot 10^{-3}$ m (20-1000 mkm), $\epsilon=10^{-1}$ ev.

7-9 sohalar ($1 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-3}$ m)hammasi bir energiyaga (10-1 ev) ega. Elektromagnit nurlari modda bilan o'zaro ta'sirlanish natijasida molekuladagi atomlar tebranish hisobiga vujudga kelgan energiya priborlarda yoziladi va tebranish spektroskopiya deyiladi.

10. Mikroto'lqinli nurlanish: 10^{-3} m- 10^{-2} m (1 mm dan-1sm gacha). Bu sohada "molekulyar aylanishlar" vujudga keladi, ya'ni atomlarning kristallik panjaradagi tebranishlar elektromagnit nurlanishning shu sohasida o'rganiladi. Energiyasi past

mikroto‘lqinli spektroskopiya yoki EPR (Elektron paramagnit rezonans spektroskopiya) shu sohada qo‘llaniladi.

11. Radioto‘lqinlar: 1 sm dan bir qancha km gacha . Bu sohada yadro-spin o‘tishlar o‘rganiladi.Sohani YAMR (yadro magnit rezonans) spektroskopiya usulida o‘rganadilar.

Yuqorida ko‘rib chiqilgan elektromagnit nurlanish sohalari (spektri) qisqa spektr turida yozilishi mumkin:

γ nurlar	x nurlar	Vakuum UB	Uzoq UB	Yaqin UB	Ko‘zga ko‘r. soha	IQ Spek- ya sohasi	Mikro To‘lqin Sp-ya sohasi	YAMR sohasi		
10-14- 10-12 m	10-12- 10-8 m	10-8- 10-7 m	1.10- 7- 2.10- 7	2.10- 7- 4.10- 7	4.10-7- 1.10-6					

UB ni qo‘llanilishi.

1. Xromofor guruhlarini tuzilishini o‘rganish.
2. Moddaning tozalik darajasini aniqlash (additivlik hisobida qo‘shimcha moddalar spektrda chiqib qoladi).
3. Funksional guruhlar to‘g‘risida umumiy ma’lumot olish. Masalan, agar spektrda 200 nm dan yuqorida yutilish kuzatilmasa, bu moddada konyugatsiyalangan xromoforlar (S=S-S=S), aldegid (R-CHO), keton (R-C-R), benzol (Ph-R), brom, yod guruhlar yo‘q deyishimiz mumkin. Lekin, bu moddada bo‘lishi mumkin. F, Cl, alohida S=S, karboksil R-SOON, sian S≡N, gidroksil R-ON, merkaptan R-SN va aminogruppa (-NH₂) .

4. Konyugatsiya tabiati va darajasi.

SN₃(SN=SN)8SN₃ $\lambda_{max}=420$ nm-hamma vaqt.

SN₃(SN=SN)9SN₃ $\lambda_{max}=440$ nm

} qo‘shbog‘lar trans konfiguratsiyasi

SN₃(SN=SN)10SN₃ $\lambda_{max}=472$ nm

Uchala modda ko‘zga ko‘rinar sohada yutishadi, shuning uchun rangli.

Tozaligini aniqlashga misol.

Etil spirtni tozaligini aniqlash: absolyutlash benzol bilan bo‘ladi, keyin u yo‘qotiladi. UB kontroli: $\lambda_{max}=260$ nm ($\epsilon=230$ ev). Bu sohada spirt yutmaydi 100 l spirtida 1 g benzoli bor eritmani optik zichligini aniqlash. $D=\epsilon \ell c$ $D=230 \cdot 1 \cdot s$ $\ell=1$ sm. $s=1,28 \cdot 10^{-4}$ mol/l; $D=0,295$.

UB spektroskopiyaning amalda qo‘llanilishi.

Nitrarinni va uning degidrogenlash reaksiyalarini hosilalarini tuzilishini isbotlash haqida gapirib berildi.

IQ-spektroskopiyadan foydalanish:

Demak, atomlar to'plamini yoki funksional guruhni aniqlash sifat analiz asosida yotadi.

Asosiy funksional guruhlar:

$>N-H \rightarrow 3300-3500 \text{ cm}^{-1}$

}

$-O-H \quad 3600-3000 \text{ cm}^{-1}$

$>C-H \quad \text{тўйинган } 2800-3000 \text{ cm}^{-1}$

O

$R-C \quad 1600-1760 \text{ cm}^{-1}$

$R-C-N < \quad 1610-1660 \text{ cm}^{-1}$

Ketonlar $1650-1710 \text{ cm}^{-1}$

Konyugatsiyalangan aldegid $1680 \text{ cm}^{-1} (>C=C-CH=O)$

Murakkab efirlar 1740 cm^{-1} $S=C, C=N$ qo'shbog'lar $1450-1630 \text{ cm}^{-1}$

Orto almashingan olingan benzol 760 cm^{-1}

$-C-O \quad -\text{oddiy efirlar } 950-1200 \text{ cm}^{-1}$

$COO- \quad 1600, 1400 \text{ cm}^{-1}$

$SOON \quad 1710-1760 \text{ cm}^{-1}$

$-NH_3 \quad 3070,$

$-NH_2 \quad 3300-3500 \text{ cm}^{-1}$

IQ-spektroskopiya yordamida ko'pchilik aminokislotalar "ichki tuz" shaklida bo'lishi aniqlangan.



Haqiqatdan, glitsinda neytral muhitda ikki signal ($1600-1400 \text{ cm}^{-1}$) kuzatiladi; ular $-COO-$ guruhga xarakteristik polosalar hisoblanadi.

Agar DSI kislota qo'shiladigan bo'lsa, tuzilish qisman amalga oshadi va IQ spektrda $1600, 1400$ o'rniga 1710 cm^{-1} polosa paydo bo'ladi. Lekin $-NH_3$ o'zgarmaydi. Uning polosasi 3070 cm^{-1} da kuzatiladi. Asos (ishqor) qo'shilganda karboksil guruh qayta anionga o'tib, yana 1710 o'rniga ikkita ($1600, 1400$) polosa paydo bo'ladi. 3070 ni o'rniga esa NN_2 ga xos $3300-3500 \text{ cm}^{-1}$.

No-tashqari maydonni kuchi.

$\Delta Y E$ - yadro atrof tabiatiga bog'liq bo'lib, modda tuzilishi to'g'risida axborot beradi.

Oqsil va aminokislotalarning aminokislota ketma-ketligini aniqlash uchun kimyoviy, fermentli va fiziko-kimyoviy usullar birgalikda qo'llanadi.

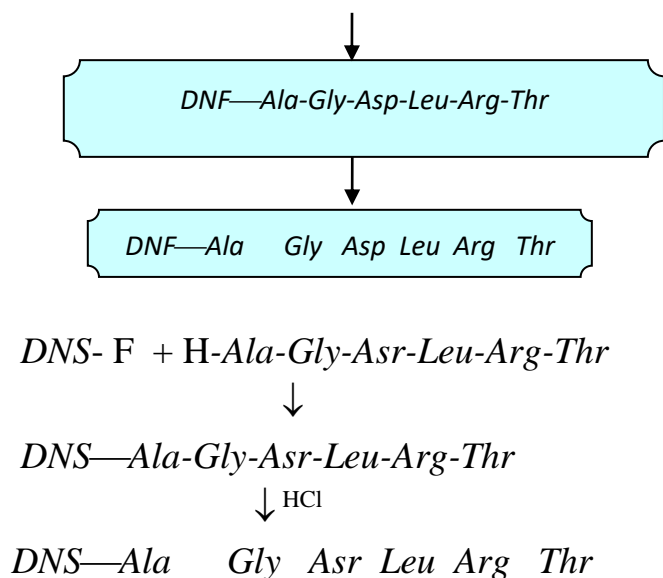
Oqsil va peptidlarning aminokislota tarkibini aniqlash uchun tekshirilayotgan manba 5.7n xlorid kislotada gidroliz qilinadi va gidrolizatdagi barcha aminokislotalarni miqdori aniqlanadi. Namuna gidrolizi vakuumda kavsharlangan ampulada 1100S 24 soat davomida amalga oshiriladi. Bunda triptofan to'liq; serin, treonin, sistin va sistein qisman parchalanadilar, glutamin va asparagin esa tegishli asparagin va glutamin kislotalargacha to'liq parchalanadi. Shu bilan birga tarmoqlangan yon zanjirli aminokislotalardan (Val,Ile,Leu) hosil bo'lgan peptid bog'lari fazoviy to'sqinliklar natijasida qisman gidrolizlanadi. Ayniqsa Val-Val, Ile-Ile, Val-Ile va Ile-Val bog'lari barqarordir. Oqsilni aminokislota tarkibini juda to'g'ri aniqlash uchun 24, 48, 72 va 96 soat davomida parallel ravishda gidroliz amalga oshiriladi va barcha namunalar tekshiriladi. Oqsildagi triptofan miqdorini aniqlash uchun gidrolizda xlorid kislotasi o'rniga 4n metansulfokislota olinadi.

Triptofanni spektrofotometrik yoki rangli reaksiyalar yordamida aniqlash mumkin. Odatda oqsilni aminokislota tarkibini aniqlashda glutamin va glutamin kislotasi, asparagin va asparagin kislotani umumiy miqdori aniqlanib, ularni differentsiatsiyasi birlamchi tuzilishni aniqlash jarayonida amalga oshiriladi. Oqsil gidrolizatidagi aminokislotalarni miqdoriy aniqlash aminokislota analizatori qurilmasi orqali amalga oshiriladi. Analizator 1958 yilda S.Moore va W.Stein tomonidan yaratilgan. Aminokislotalar aralashmasi sulfirlangan polistirol smolasi bilan to'ldirilgan kolonkada ionalmashinish xromatografiyasi orqali amalga oshiriladi. Kolonka bufer eritmalarini bilan asta-sekin ularni pH va konsentratsiyasini oshirilib yuviladi. Har bir aminokislota ushlanish vaqti aniqlangan bo'lib, uni ionlanish darajasiga bog'liqdir. Kolonkadan chiqayotgan eleyuat ningidrin eritmasi bilan aralastiriladi va maxsus bo'lmachada 1000S gacha qizdiriladi. Aminokislota ningidrin bilan ta'sirlashib, ammiak, karbonat angidrid va aldegid hosil qiladi. Hosil bo'lgan ammiak ningidrinni boshqa molekulasini bilan ta'sirlashib, 570nm da yutilish maksimumiga ega binafsha rangli hosila hosil qiladi. Prolin ningidrin bilan ta'sirlashib, 440nm da maksimumga ega sariq rangli mahsulot hosil qiladi. Reaksiya natijasida hosil bo'layotgan mahsulotlar intensivligi tekshirilayotgan gidrolizatdagi aminokislotalar miqdoriga proporsional bo'lib, spektrofotometr yordamida aniqlanadi. Zamonaviy aminokislota analizatorlarida 1 nanomol aminokislota ishonchli aniqlanadi, tekshirish vaqti 1.5-2 soatni tashkil etib, barcha jarayon avtomatlashtirilgan. Ba'zi analizatorlarda

sezgirlikni oshirish uchun aminokislotalar bilan ta'sirlashayotganda fluoressirlovchi birikmalar hosil qiluvchi fluoresskamin yoki o-ftal anhidrid qo'llanadi. Bunday holatlarda maxsus detektor qo'llab 10-50 pikamol aminokislotalarni aniqlash mumkin.

N-oxirgi aminokislotalarni tarkibini aniqlash. Oqsildagi polipeptid zanjirida bir tomondan erkin (-aminoguruhga ega (amino yoki N-oxirgi), ikkinchi tomondan erkin (-karboksil (karboksil yoki C-oxirgi) guruhga ega aminokislotalar qoldig'i mavjud. Oxirgi aminokislotalar qoldiqlarini aniqlash oqsil aminokislotalar ketma-ketligini aniqlash jaryonida muhim ahamiyatga egadir. Izlanishning birinchi bosqichida bu oqsil molekulasini tashkil etuvchi polipeptid zanjirlari sonini va tekshirilayotgan namunani gomogen darajasini aniqlashga imkon beradi. Keyingi bosqichlarda N-oxirgi aminokislotalarni tekshirish orqali peptid fragmentlarini bo'linish darajasini nazorat qilishga imkon beradi.

N-oxirgi aminokislotalar qoldiqlarini aniqlashni birinchilardan bo'lib, 1945 yilda F.Sanger tomonidan tavsiya etilgan edi. Oqsil yoki peptidni 2,4-dinitroftorbenzol bilan ta'siri natijasida sariq rangga bo'yalgan dinitrofenil (DNF) hosila hosil bo'ladi. Kislotali gidroliz (5.7n HCl) natijasida hosilani polipeptid zanjir bilan bog'lab turgan peptid bog'lari uzilib, N-oxirgi aminokislotalarni DNF-hosilasi hosil bo'ladi. DNF-aminokislotalar efir bilan ekstraksiya qilinadi va standartlar ishtirokida yupqa qatlamli xromatografiya usuli bilan qiyoslanib, o'xshashligi aniqlanadi. Jarayon umumiy holatda quyidagicha tasvirlanadi:

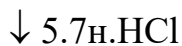
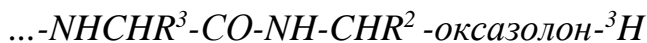


DNC-aminokislotalarni aniqlash uchun eng istiqbolli usullardan biri yuqorisamarali qaytarfazali suyuqlik xromatografiyasi hisoblanadi. Fluorescent detektordan foydalanish natijasida dansil usulini sezgirliги 10 pikamolgacha oshiriladi. Shu bilan bir qatorda N-oxirgi aminokislotalarni Edman va aminopeptidazalar bilan fermentli gidroliz usullari bilan aniqlash mumkin.

C-oxirgi amiokislota tarkibini aniqlash. C-oxirgi aminokislota qoldiqlarini aniqlash uchun gidrazinoliz va oksazalon usullari keng qo'llaniladi. Gidrazinoliz usuli S.Akabori tomonidan tavsiya etilgan bo(lib, peptid yoki oqsil suvsiz gidrazin bilan 100-1200S da qizdirilganda peptid bog'lari gidrolizlanib aminokislota gidrazidlarini hosil qiladi. C-oxirgi aminokislota erkin aminokislota holida qolib, reaksiyon aralashmadan ajratilib aniqlanishi mumkin.



Usulni bir necha kamchiliklari bor. Girazinoliz natijasida glutamin, asparagin, istein va sistin parchalanadilar; arginin guanidin guruhini yo(qotib ornitin hosil qiladi. Serin, treonin va glitsin gidrazidlari o(zgaruvchan bo(lib osongina erkin aminokislotalarga aylanadilar. Oksazalon usuli V.Matsuo tomonidan birinchi marta tavsiya etilgan. Oksazalon usuli odatda tritiy nishonli usuli deb atalib, C-oxirgi aminokislotani sirka ангидриди ta'sirida halqalanib oksazalon hosil qilishiga asoslangandir. Ishqoriy muhitda oksazalon halqadagi 4 holatdagi vodorod atomlarini harakatchanligi keskin ravishda ortadi. Tritiylangan oqsil yoki peptidni gidrolizlanishi natijasida hosil bo(ladigan mahsulotlar o(z tarkibida radioaktiv nishonlangan C-oxirgi aminokislotaga ega bo(ladi. Gidrolizatni xromatografiya qilish va radioaktivlikni o(lchash orqali oqsil yoki aminokislotani C-oxirgi aminokislotasi qiyoslanib, o(xshashligi aniqlanadi.



AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

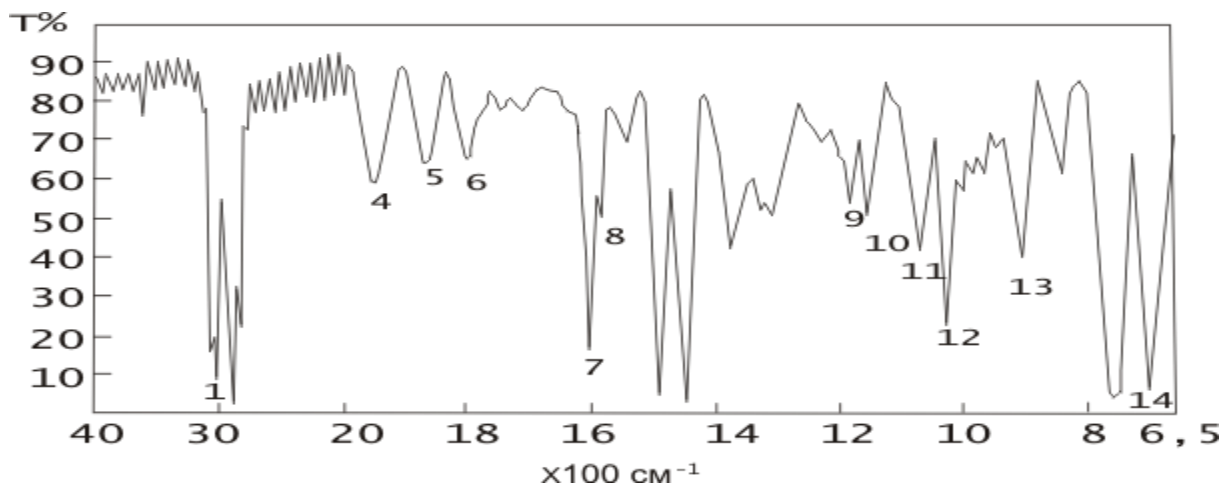
1 – Амалий машғулот: Spektroskopik va spektrofotometrik tahlil usullaridagi namunalarni tayyorlash

Тебраниш спектроскопияси бўйича амалий ишлар ИКС-29 спектрофотометрни тўлқин сони бўйича даражалаш

Ишдан мақсад:

Спектрофотометрларни тўлқин сони бўйича даражалаш учун, ютилиш полосаларининг максимумлари юқори аниқликда ўлчанган баъзи моддаларнинг спектрларидан фойдаланиш жуда қулай. Модданинг спектрини эталон сифатида ишлатиш учун у жуда кўп ингичка ютилиш полосаларига эга бўлиши керак. Баъзи оддий моддаларнинг (HCl , HBr , CO , H_2O , NH_3) тебраниш-айланиш спектрининг полосалари бундай талабга жавоб беради. Бу спектрлар ютилиш полосаларининг максимумлари $0,01 \text{ cm}^{-1}$ аниқликкача ўлчанган. Баъзи бир суюқликларнинг ва қаттиқ пленкаларнинг спектрларини ҳам эталон сифатида ишлатиш мумкин.

Спектрнинг $700 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ оралиғида ишловчи спектрофотометрларни даражалашда қалинлиги 25 mkm бўлган полистирол плёнкаси ишлатилади. Полистирол, спектрнинг $2800 - 3100 \text{ cm}^{-1}$ ва $700 - 2000 \text{ cm}^{-1}$ оралиқларида жуда характерли ютилиш полосаларига эга (3.4 - расм). Қалинлиги 10 cm ва босими 200 mm с.у. бўлган газ ҳолатидаги аммиак спектрнинг $3100 - 3500 \text{ cm}^{-1}$ ва $700 - 1250 \text{ cm}^{-1}$ оралиқларида, HCl буғлари $2600 - 3100 \text{ cm}^{-1}$, HBr буғлари $2400 - 2600 \text{ cm}^{-1}$ ва CO нинг буғлари $2000 - 2200 \text{ cm}^{-1}$ оралиқларда ингичка ютилиш полосаларига эга.



1-расм. Полистирол плёнкасининг инфрақизил ютилиш спектри

Ишни бажариш тартиби:

1. Спектрофотометрнинг тегишли ёруғлик йўлига қалинлиги 25 мкм бўлган полистирол плёнкасини ўрнатинг.
2. Полистирол спектрини ёзинг ва унинг ютилиш полосаларини максимумига тўғри келувчи тўлқин сонларини ўлчанг ($\nu_{\text{ўлчанган}}$).
3. Олинган спектрни эталон спектр билан солиштириб, ўхшаш полосаларни топинг. Полистиролнинг ИҚ спектрига тегишли маълумотлар илованинг 6.5. бўлимида берилган.
4. Эталон спектр полосасининг ҳақиқий қиймати ($\nu_{\text{эталон}}$) билан асбоб ўлчаган (кўрсатган) қийматлари ($\nu_{\text{ўлчанган}}$) орасидаги боғланишни ифодаловчи даражалаш графигини чизинг.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Мавзу: Spektroskopik va spektrofotometrik tahlil usullaridagi namunalarni tayyorlash

Yo‘nalish: Oliy ta’lim muassasalari o‘qituvchilari uchun malaka oshirish kursi

Mashg‘ulot turi: Amaliy

Mashg‘ulot vaqti: 2 soat

Ma’lumot darajasi: Oliy malakali o‘qituvchilar

Maqsad: Tinglovchilarda spektroskopik va spektrofotometrik tahlillarda namunalarni tayyorlash bo‘yicha amaliy ko‘nikma va tajriba hosil qilish

1. O‘quv maqsadlari

Tinglovchilar:

- spektroskopik va spektrofotometrik usullarda foydalaniladigan namunalarni tayyorlash usullarini amaliyotda qo‘llay oladi;
- eritmalarini to‘g‘ri konsentratsiyada tayyorlaydi va ularga nisbatan optik tiniqlik talablari haqida bilimga ega bo‘ladi;
- namunalarni filtratsiya, sentrifugalash, suyultirish, aralashtirish kabi laboratoriya texnikalarini bajarishni egallaydi;

- namunani tayyorlashda uchraydigan xatolar va ularning spektral tahlilga ta'sirini tahlil qila oladi.

2. Kerakli vositalar va jihozlar

- Spektrofotometr (UV-Vis)
- Infraqizil spektrometr (FTIR) yoki Raman spektrometri (agar mavjud bo'lsa)
- Standart erituvchilar (distillangan suv, metanol, etanol)
- Kimyoviy moddalar: kaliy permanganat, salitsil kislotasi, aspirin, natriy xlorid va h.k.
- Kuydirilgan probirkalar, kuvetkalar (kvarst va plastmassa)
- Filtr qog'ozi, sentrifuga, pipetkalar, byuretkalar
- Analitik tarozi, o'lchov silindrlari

3. Amaliy topshiriqlar

Topshiriq 1: Suyuq namunani tayyorlash (spektrofotometriya uchun)

- Kaliy permanganatning 0.01 M konsentratsiyali eritmasini tayyorlang.
- Uni 5:1, 10:1 va 20:1 nisbatlarda distillangan suvda suyultiring.
- Har bir namunani filtrlab, kuvetkaga quyding.
- UV-Vis spektrofotometrda 525 nm to'lqin uzunligida yutilishni (A) o'lchang.
- Natijalarni jadvalda yozing va yutilishning konsentratsiyaga bog'liqligini kuzating.

Topshiriq 2: Qattiq modda uchun IR spektroskopiyaga tayyorgarlik

- Salitsil kislotasidan taxminan 5 mg oling.
- Uni KBr bilan aralashtirib, maxsus pressda tabletkaga aylantiring (agar uskunalari mavjud bo'lsa).
- Tabletkani IR spektrometrga joylashtiring va spektrni yozib oling.
- Spektrdagi asosiy tebranish chiziqlarini aniqlang.

Topshiriq 3: Namuna iflosliklarini aniqlash va spektrga ta'sirini tahlil qilish

- Aspirinning eritmasini tayyorlang va uni ikki xil shaklda: filtrlangan va filtrlanmagan holatda tayyorlang.

- Har ikki namunani spektral tahlil qilib, ularning spektrlari o'rtasidagi farqni aniqlang.
- Tahlil qiling: qaysi holatda yutilish aniqroq bo'ldi? Nega?

4. Tahlil va muhokama

- Tinglovchilar o'z guruhi bilan tajriba natijalarini taqqoslaydi.
- Har bir guruh qisqacha xulosa tayyorlab, og'zaki taqdimot qiladi.
- Muallim tomonidan tahlil sifati, metodik yondashuv va natijalarni talqin qilish qobiliyati baholanadi.

5. Mustahkamlovchi savollar

1. Spektrofotometrik tahlilda erituvchining qanday xossalari muhim hisoblanadi?
2. IR spektroskopiyada moddaning qaysi holatlari uchun KBr tabletkasi ishlatiladi?
3. Namuna konsentratsiyasining ortishi spektral chiziqlarga qanday ta'sir qiladi?
4. Qanday holatlarda spektral fon paydo bo'ladi va uni qanday kamaytirish mumkin?
5. Eritma tiniqligi yutilish qiymatiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

6. Yakuniy topshiriq (Uyga vazifa yoki kurs bo'yicha hisobot topshirish)

Tinglovchi quyidagi struktura bo'yicha amaliy mashg'ulot bo'yicha hisobot tayyorlaydi:

- Kirish (mavzuga qisqacha sharh)
- Asbob-uskunalar ro'yxati
- Topshiriqlar bajarilishi (har bir bosqich tafsilotlari bilan)
- Spektral natijalar
- Tahlil va xulosa
- Ehtimoliy xatolar va takliflar

Назорат саволлари:

1. Спектр нима?
2. Спектрофотометрлар қайси соҳада ишлайди?
3. ИК-спектр соҳасини
4. Атом-абсорбцион усулда фоннинг нурланиши ва ютиши нима? Улар анализга қандай аъсир кўрсатади? Бу таъсир қандай ҳисобга олинади?
5. Сифатий спектрал анализни қайси усул билан ўтказиш маъқул
6. Спектрофотометрик анализ нимага асосланган?
7. Рентгеноскопик анализ усуллари нимага асосланган? Хос рентген нурлари сустлаштирувчи нурлардан нимаси билан фарқланади? Уларнинг қандай имкониятлари бор?
8. Спектрал буферлар, қўлланилиш соҳалари.
9. Спектрофотометр асосий схемасини нима ташкил этади?
10. Сифат ва миқдорий рентгеноспектрал анализ қандай бажарилади? Спектрофотометрик ва фотометрик анализ методлари.

2 – Амалий машғулот:

Суюқликларнинг ва эритмаларнинг инфрақизил ютилиш спектрларини ўлчаш

Ишдан мақсад: Маълумки, ҳозирги вақтда инфрақизил спектроскопия усуллари суюқ, қаттиқ ва газ ҳолатдаги моддаларнинг спектрини олиш имконини беради. Лекин амалиётда, кўпинча суюқликлар ёки эритмаларнинг спектрлари билан иш кўришга тўғри келади.

Суюқликлар ва эритмаларнинг ИҚ спектрларини олишда икки хил кювета – қалинлиги доимий бўлган ва йиғиладиган кюветалар ишлатилади.

Бу ишда тоза суюқлик ва эритманинг ИҚ ютилиш спектрларини ўлчаш тавсия этилади.

Ишни бажариш тартиби:

А. Тоза суюқликнинг ИҚ спектрини ўлчаш.

1. Полистирол плёнкаси ёрдамида спектрофотометрни тўлқин сони бўйича даражаланг.
2. Тадқиқ қилинаётган суюқликнинг бир томчисини йиғма кюветанинг ойналари орасига жойлаштириб, уларни ушлагич орқали маҳкамланг ва уни спектрофотометрнинг намуна қўйиладиган йўлига ўрнатинг.
3. Худди шундай ойналардан бирини ушлагичга маҳкамлаб, спектрофотометрнинг эритувчи (стандарт) қўйиладиган йўлига ўрнатинг.

4. Тадқиқ қилинаётган суюқликнинг спектрини, кенг оралиқда ($400 - 4000 \text{ см}^{-1}$) ёзинг.

Б. Эритманинг ИҚ спектрини ўлчаш.

1. Полистирол плёнкаси ёрдамида спектрофотометрни даражаланг.

2. Кенг оралиқда ИҚ спектрга эга бўлган бирор органик моддани инерт эритувчида эритиб, (масалан, CCl_4 да) концентрацияси 0.06 моль/л бўлган эритмасини тайёрланг.

3. Қалинлиги ўзгармас бўлган иккита бир хил кювета танлаб, бирига эритмани, иккинчисига эритувчини қўйинг ва уларни спектрофотометрнинг тегишли ёруғлик йўлларига ўрнатинг.

4. Эритманинг ИҚ спектрини ёзиб олинг.

5. Агар эритманинг оптик зичлиги, спектр ёзиш учун танланган оптимал шартларни қаноатлантирмаса, эритманинг концентрациясини ўзгартириб (кўпайтириб ёки камайтириб) 4 банддаги амални такрорланг.

6. Китобнинг илова қисмидаги тегишли жадвалда келтирилган маълумотлардан фойдаланиб, спектрдаги интенсив полосаларни қайси гуруҳларга тегишли эканлигини топинг.

Назорат саволлари:

1. Эритмани тайёрлаш усуллари.

2. Оптик зичлигини ўлчов бирлиги нима?

3. Концентрацияларни аниқлаш усуллари?

4. Моляр сўндириш коэффициенти нима?

5. Қўшимчалар методини афзаллиги.

6. Спектрал халақит омиллари нималарга боғлиқ?

7. Физик-кимёвий халақит омиллари қандай намоён бўлади ва уларни йўқотишнинг қандай чоралари бор?

8. Сезувчанлик шкаласи нима ва у қандай маълумот беради?

9. Атом-абсорбцион анализ усули нимага асосланган?

10. Атом-эмиссион ва атом-абсорбцион усуллар нима билан фарқланади?

11. Атом-абсорбцион усулнинг атомлаш манбасида қандай физикавий ва кимёвий ҳодисалар содир бўлади?

12. Атом-абсорбцион усулда ютиш қатламини қандай қилиб олиш мумкин? Бу қатламдаги заррачаларга қандай талаблар қўйилади?

13. Атом-абсорбцион усулда аланга ва электротермик атомизаторлар нима билан фарқ қилади? Уларнинг қандай афзаллик ва камчиликлари бор?

14. Атом-абсорбцион усулда қандай нурланиш манбаси ишлатилади? Унинг қандай хусусиятлари бор?

15. Атом-абсорбцион усулнинг сезувчанлиги, селективлиги ва аниқлигини атом эмиссион усул билан таққосланг.

3 – Амалий машғулот:

Қаттиқ моддаларнинг ИҚ спектрларини ўлчаш

Ишдан мақсад: Қаттиқ моддаларнинг ИҚ спектрларини ўлчаш учун бир қанча усуллар мавжуд. Уларнинг орасида кенг тарқалганларидан бири паста усулидир. Бу усул, нисбатан оддий ва етарли даражада ишончли бўлиб, уни исталган қаттиқ модданинг ИҚ спектрини олиш учун қўллаш мумкин.

Паста усулида модданинг минерал ёғдаги суспензияси тайёрланади. Табиийки, минерал ёғнинг ўзи тадқиқ қилинаётган ИҚ соҳада ютилиш полосаларига эга бўлмаслиги керак. Суспензия тайёрлаш учун одатда, вазелин ёғи ишлатилади. Вазелин ёғи спектрнинг катта соҳасида ($3100 - 5000 \text{ см}^{-1}$, $1500 - 2700 \text{ см}^{-1}$, $700 - 1300 \text{ см}^{-1}$) ИҚ нурлар учун тиниқдир.

Ишни бажариш тартиби:

1. Спектрофотометрни полистирол плёнкаси орқали даражалаб олинг.
2. Суспензия тайёрланг (тадқиқ қилинаётган модданинг 50 граммини майдалаб, 5 томчи вазелин ёғи билан яхшилаб аралаштиринг).

3. Йиғма кювета ойналаридан бирининг юзасига юпқа суспензия қатламини суртинг ва устига иккинчи ойнани қўйиб, ушлагичга маҳкамлаб, уни спектрофотометрнинг ишчи каналига ўрнатинг.

4. Йиғма кювета ойналари орасига бир неча томчи вазелин ёғи томизиб, уни таққослаш каналига ўрнатинг.

5. Тадқиқ қилинаётган намунанинг ИҚ спектрини кенг оралиқда ёзинг.

6. Китобнинг илова қисмидаги тегишли жадвалда келтирилган маълумотлардан фойдаланиб, интенсив ютилиш полосаларининг қайси гуруҳларга тегишли эканлигини аниқланг.

Инфрақизил ютилиш спектрларини ўлчайдиган асбоблар.

ИКС-29 инфрақизил спектрофотометрнинг тўзилиши ва ишлаш принципи.

ИКС-29 инфрақизил спектрофотометри турли моддаларнинг ютилиш спектрларини қайд қилишга ва уларнинг ўтказиш коэффициентини спектрнинг 4200 дан 400 см⁻¹ оралиқда ўлчашга мўлжалланган. Спектр, ўтказиш коэффициенти фоизларда, тўлқин узунлиги см⁻¹ ларда даражаланган махсус қоғозга перо орқали қайд қилинади.

Спектрофотометрнинг баъзи техник катталиклари.

Қайд қилинадиган спектр оралиғи, см⁻¹ ----- 4200 дан 400 гача.

Монохроматори бир нурли автоколлимацион схема асосида қурилган.

нисбий тирқиши ----- 1:6,28

Коллиматор - параболоид шаклидаги ойна

қорачиғи, мм ----- 43x50

фокус масофаси, мм ----- 278

Дисперсияловчи элементлари 1 мм да 150 та ўйиқ (штрих) (спектрнинг 4200 - 1200 см⁻¹ оралиғи учун) ва 1 мм да 50 та ўйиқ бўлган (91400 - 400 см⁻¹ оралиқ учун) иккита дифракцион панжара.

Спектрга ёйиш тўлқин сонлари бўйича текис амалга оширилади. Тўлқин сони 1200 см⁻¹ бўлганда панжаралар алмашади.

Спектрофотометрнинг спектрнинг 1000 см^{-1} атрофида тўлқин сонлари шкаласи бўйича қўядиган хатоси, см^{-1} ----- ± 1

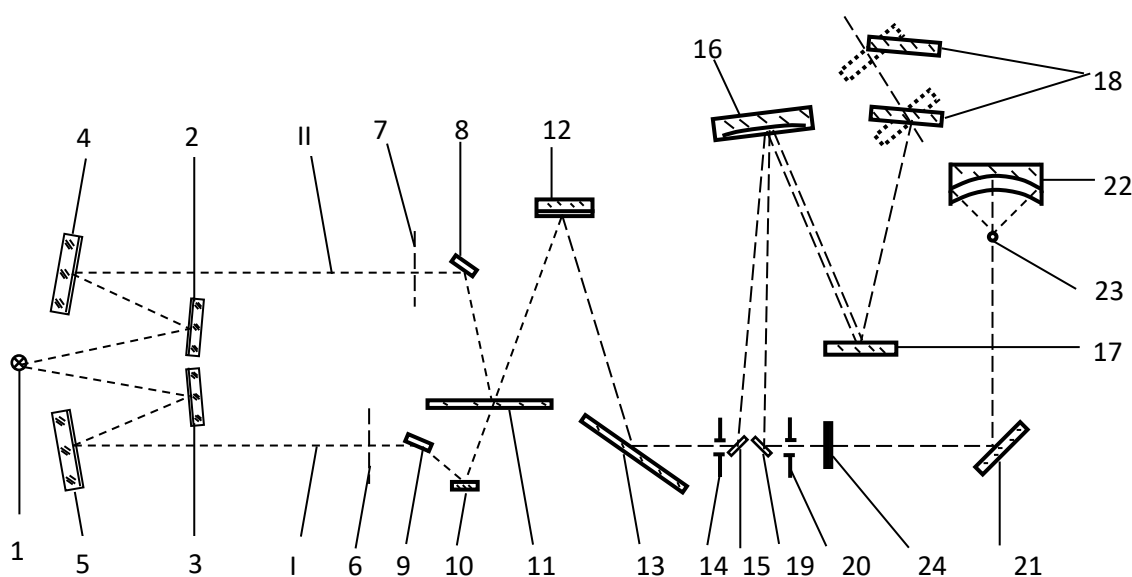
Ўтказиш коэффициенти шкаласи бўйича 10 - 100% оралиқда

қўядиган хатоси, % ----- ± 1

Спектрофотометрнинг спектрнинг 1122 см^{-1} қисмидаги ажратиб кўрсата олиш қобилияти ----- 850 дан кам эмас.

Инфрақизил нурлар манбаи ----- карбид кремнийли глобар

Инфрақизил нурларни қабул қилгич ----- висмутли болометр



Расм. ИКС-29 инфрақизил спектрофотометрнинг оптик схемаси. 1 - инфрақизил нурлар манбаи-глобар; 2, 3, 4 ва 5 – ёруғлик йўлини ўзгартирувчи сферик кўзгулар; 6 - компенсацияловчи фотометрик пона; 7 - фотометрик пона; 8, 9, 10, 13, 15, 17, 19 ва 21 - бурувчи ясси кўзгулар; 11 - модулятор; 12 - сферик кўзгу; 14 - кириш ва 20 - чиқиш тирқишлари; 16 - коллиматор ва камеранинг объективи; 18 - дифракцион панжаралар; 22 - эллипс шаклидаги кўзгу; 23 - болометр; 24 - интерференцион филтрлар. I ва II ёруғлик оқимлари

Спектрофотометрнинг икки нурли схема бўйича ишлаши оптик ноль усулига асосланган. Ёруғлик манбаидан чиқаётган нурлар кўзгулар орқали иккита даста шаклида асбобнинг кювета бўлмасига йўналтирилади. Дасталардан бирининг йўлига тадқиқ қилинаётган намуна солинган кювета, иккинчисининг йўлига фотометрик пона ва солиштириладиган намуна (эритувчи) тўлдирилган кювета ўрнатилади. Иккала ёруғлик дастаси ҳам бир хил фотометрик хоссага эга. Иккала даста ҳам кўзгули модуляторга йўналтирилади. Модулятор дасталарни навбат билан монохроматорга ўтказди.

Спектрофотометрнинг оптик схемаси расмда кўрсатилган. Намуналар томонидан иккала дастанинг нурлари ҳам ютилмаганда болометрга бир хил интенсивликка эга бўлган ёруғлик оқимлари тушади ва сигнал бўлмайди. Нурлардан бири ютилаётган бўлса, болометрга ҳар хил интенсивликка эга бўлган ёруғлик оқимлари келиб тушади. Бунинг натижасида эса частотаси модуляторнинг айланиш частотасига (12,5 Гц) тенг бўлган ўзгарувчан сигнал ҳосил бўлади. Бу сигнал кучайтирилиб, қайта ўзгартирилгандан сўнг электродвигателнинг чулғамига узатилади. У эса, ўз навбатида, ёруғлик оқимларининг интенсивликлари орасида ҳосил бўлган фарқни то ногача камайтириш учун фотометрик понани силжитилади. Оптик ноль усулининг номи ҳам шундан келиб чиққан.

Фотометрик пона перо билан боғланган. Шунинг учун пона силжиганда перо ҳам унга мос ҳаракат қилиб махсус қоғозга намунанинг спектрини ёзади.

Нурланиш манбаи 1 дан келаётган ёруғлик 2, 3, 4, 5 сферик кўзгулар ёрдамида I ва II дасталарга ажратилади. Компенсацияловчи 6 ва 7 фотометрик поналар ўрнатилган текисликка ёруғлик манбаининг 1,85 марта катталаштирилган тасвири туширилади. 8, 9, 10 кўзгулардан ва 11 модуляторнинг ойналанган юзасидан қайтган ёруғлик 12 сферик кўзгуга йўналтирилади.

Навбат билан олди тўсиладиган ёруғлик дасталари 12 ва 13 кўзгулар орқали 14 кириш тирқишига йўналтирилиб, унинг текислигига фокусланади. Сферик 12 ва 13 ясси кўзгулар ёруғлик манбаининг 1,42 марта катталаштирилган тасвирини монохроматорнинг кириш тирқишига туширади. Ёруғлик 14 кириш тирқишидан ўтгандан кейин 15 ясси кўзгу орқали парабола шаклидаги 16 объективга йўналтирилади. Бу объективнинг фокал текислигига кириш ва чиқиш тирқишлари ўрнатилган. Объективдан қайтган нурлар параллел даста шаклида 17 ясси кўзгуга тушади. Кўзгу эса бу

нурларни тўлқин узунликлари бўйича спектрга ёйиш учун 18 дифракцион панжараларнинг бирига йўналтиради.

Дифракцияланган нур яна 17 ясси кўзгуга ва ундан қайтиб 19 кўзгу ёрдамида кириш тирқишининг тасвирини 20 чиқиш тирқишининг текислигига туширувчи 16 объективга тушади. Чиқиш тирқишидан ўтган нур 21 ясси кўзгу орқали эллипс шаклидаги 22 кўзгуга тушади, у эса ўз навбатида чиқиш тирқишининг тасвирини 0,125 марта кичрайтириб нурни 23 болометрнинг ёруғлик қабул қилувчи юзасига туширади.

Спектрофотометрда ҳар хил доимийликка эга бўлган иккита дифракцион панжара (нухаси) ишлатилади. Биринчи панжара (1 мм да 150 та ўйиқ бор) 4200 дан 1200 см⁻¹ гача бўлган оралиқда ишлайди ва 2800 см⁻¹ тўлқин сонидан энергиянинг максимал концентрациясига эга. Иккинчи панжара (1 мм да 50 та ўйиқ бор) 1400 дан то 400 см⁻¹ гача бўлган оралиқда ишлайди ва 800 см⁻¹ да энергиянинг максимал концентрациясига эга.

Биринчи тартибли спектрнинг устига тушадиган юқори тартибли спектрларни кесиб қолиш, чиқиш тирқишининг орқа томонига ўрнатилган бешта 24 интерференцион филтрлар томонидан амалга оширилади.

Интерференцион филтрларнинг ишлаш оралиғи жадвалда келтирилган.

Жадвал. Интерференцион филтрларни ишлаш оралиғи

Филтрнинг номери	Ишлаш оралиғи, см ⁻¹
1	4200 - 3000
2	3000 - 1880
3	1880 - 1060
4	1060 - 640
5	640 - 400

Халақит берувчи ёруғликни камайтириш учун спектрофотометрнинг 13 кўзгуси алмашадиган қилинган; 4200 дан 1136 см⁻¹ оралиқда юзаси алюминий билан қопланган, 1136 дан то 635 см⁻¹ гача бўлган оралиқда ялтирамайдиган хира кўзгулар, 635 дан то 400 см⁻¹ оралиқдаги нурлар учун литий фтордан тайёрланган пластинка ишлатилади.

Дифракцион панжараларни, қайтарувчи ва интерференцион филтрларни спектрнинг белгиланган нуқталарида алмаштириш автоматик равишда амалга оширилади.

Монохроматорнинг кириш ва чиқиш тирқишлари симметрик бўлиб бир вақтда бир хил кенгликда 0.01 дан 4 мм гача очилади.

Спектрофотометрда тўлқин сонлари ёзилган шкалани экранга туширувчи қурилма бор.

Назорат саволлари:

1. Яримқудрий спектрал анализ.
2. Спектрограф ва стилоскоплар, уларнинг ишлаш принципи.
3. Спектрал чизиқлар интенсивлиги, уларга таъсир этувчи омиллар.
4. Аланга фотометрияси, методнинг имконияти, афзаллик ва камчиликлари.
5. Электр ёйининг қузғатувчи манба сифатида ишлатилиши.
6. Атом – спектроскопик анализда уч эталонлар методи.
7. Эмиссион спектрал анализнинг имкониятлари ва унинг қўлланилиш соҳалари.
8. Атом-абсорбцион анализ. Методнинг моҳияти, қўлланилиш соҳалари.
9. Алангасиз атомизаторлар, уларнинг ишлаш принциплари ва афзалликлари.

4-Амалий машғулот:

Атомларнинг чиқариш спектрлари бўйича сифат анализи ўтказиш

Ишдан мақсад: Чиқариш спектрига қараб намунанинг таркибида қандай элементлар борлигини сифатий таҳлил қилиш учун спектрда бу элементга тегишли чизиқларнинг бор-йўқлигини аниқлаш етарлидир. Бошқача қилиб айтганда, спектр чизиқларининг тўлқин узунлигини ўлчаш шарт эмас. Бу иш намунанинг спектрини спектр чизиқларининг тўлқин узунлиги маълум бўлган бирор элемент спектри билан таққослаш орқали амалга оширилади.

Сифатий таҳлилнинг муваффақияти кўп жиҳатдан спектрнинг қандай олинганлигига боғлиқ. Бунда ёруғлик манбаини танлаш, намунани ёруғлик манбаига киритиш усули, спектр олувчи асбобни ва таҳлил қилиш учун тегишли спектр чизиқларини танлаш муҳим аҳамиятга эга. Намунанинг таркибини аниқлашда қуйидаги ақидани назарда тутмоқ керак. Бирор элементга тегишли спектр чизиқнинг намунанинг спектрида бўлмаслиги, унинг мутлақо йўқлигидан эмас, балки унинг намунадаги миқдори усулнинг сезгирлик даражасидан паст эканлигидан далолат беради. Шунинг учун, сифатий таҳлилда талабга жавоб берадиган усулни танлаш керак. Танланган усулнинг сезгирлигини таркиби аниқ бўлган намуналарни таҳлил қилиш орқали аниқлаш мумкин.

Спектрларни «ўқиш» (спектр чизиқларнинг тўлқин узунлигини топиш ва уларнинг қайси элементга тегишлилигини аниқлаш) усули

Сифат таҳлилидаги энг қийин иш намунанинг спектрини «ўқиш» дир. Бу ишни спектропроектор ёрдамида амалга ошириш жуда қулай. Спектрни

«ўқиш»нинг асосий усуллари тўлқин узунликларининг шкаласи сифатида хизмат қиладиган темир спектри билан намуна спектрини таққослашга асослангандир, чунки темирнинг чиқариш спектри жуда яхши ўрганилган. Бунинг учун, битта фотографик пластинкага Гартман диафрагмаси ёрдамида ўрганилаётган намунанинг ва темирнинг спектрлари остин-устун қилиб туширилади. Фотографик пластинкадаги ва атласдаги темир спектрларининг ўхшашлигини топиш қуйидагича амалга оширилади. Олдин номаълум спектрнинг ўрганилаётган қисмига яқин бўлган темир спектридаги характерли гуруҳлар ахтарилади. Кейин, шу гуруҳ чизикларининг сурати туширилган атласнинг варағи (темир спектри маълум қисмининг сурати туширилган фотографик қоғоз) топилади. Фотопластинкага туширилган темир спектрининг спектропроектор экрандаги тасвири устига атлас варағидаги спектр қўйилади. Темирнинг экрандаги ва варақдаги спектрлари устма-уст тушгунча варақ силжитиб тўғриланади.

Шунинг учун ҳам, темир спектрини яхши билиш ва ундаги чизикларни чаққон, тез ва аниқ топишни ўрганиш керак. Бу масалани осонлаштириш учун темир спектрининг турли қисмларида жойлашган баъзи характерли, ажралиб турадиган чизиклар гуруҳини эслаб қолиш фойдалидир.

Темир спектрининг характерли чизикларини ўз ичига олган гуруҳларини жадвалдан топиш мумкин.

Жадвал. Темир спектридаги ажралиб турадиган, характерли чизикларнинг гуруҳлари

№	Атлас варағининг рақами	Спектрнинг қисми А ларда	Изоҳ
1	5 - 6	2259,3 - 2260,9	уч чизикдан иборат гуруҳ.
2	7	2343,5 - 2344,3	учта интенсив чизикдан иборат
3	8	2410,5; 2411,1	гуруҳ.
4	10	2562,5; 2563,5	интенсивлиги тенг бўлган иккита
5	11	2598,4; 2599,6	чизик.
			иккита интенсив чизик.
6	13	2866,6 - 2869,3	интенсивлиги тахминан тенг
7	15	3016,2 - 3021,1	бўлган иккита сезгир
8	15	3057,5 - 3100,7	(концентрацияга) чизик.
			тўртта чизикдан иборат гуруҳ.
9	16	3219,9 - 3225,8	тўртта чизикдан иборат гуруҳ.
10	17	3366,8 - 3384,0	олтитасининг орасидаги масофа бир-бирига тенг бўлган еттита
11	20	4045,8 - 4071,8	интенсив чизикдан иборат гуруҳ.
12	21	4873,0 - 4959,0	учта интенсив чизик.
13	23	6393,5 - 6430,9	ўртача интенсивликдаги учтадан чизикқа эга бўлган икки гуруҳ.

			учта интенсив чизик. тўртта интенсив чизик. бир-бирдан тенг масофада жойлашган бешта ч-к
--	--	--	---

Номаълум модданинг таркибини унинг чиқариш спектри орқали аниқлаш

Номаълум моддада қайси элементлар борлигини аниқлаш учун, унинг спектридаги чизикларнинг тўлқин узунлигини топиш керак. Бу иш, спектрал атлас орқали амалга оширилади. Намунанинг аниқланаётган чизиги билан атласнинг устма-уст тушган чизиги топилади ва шу чизикнинг тўлқин узунлиги ҳамда қайси элементга тегишли эканлиги ёзиб олинади.

Ишнинг бу босқичида номаълум модданинг спектридаги чизик атласдаги устма-уст тушган чизикни чиқараётган кимёвий элементга тегишли эканлигига тўлиқ ишониб бўлмайди. Чунки, атласда чизигининг интенсивлиги катта бўлган элементлар белгиланган холос. Шунинг учун, атласда белгиланган чизик устига бошқа кимёвий элементнинг интенсивлиги паст бўлган (шунинг учун атласда белгиланмаган) спектр чизигининг устма-уст тушиб қолиш эҳтимолияти йўқ эмас. Юқорида баён қилинган номаълум спектрни «ўқиш»нинг биринчи босқичи спектр чизикнинг тўлқин узунлигини топишни (спектрографнинг чизикли дисперсиясига боғлиқ бўлган аниқликда) ва у чизик атласда кўрсатилган кимёвий элементга тегишли бўлиши мумкинлигини (эҳтимол, шу элементга тегишли) кўрсатади. Энди спектрни «ўқиш»нинг энг қийин ва масъулиятли қисми бошланади, яъни шу чизик қайси элементга тегишли эканлигини аниқ топиш керак. Бунинг учун атласда кўрсатилган элементдан ташқари қайси элементларнинг тўлқин узунликлари яқин бўлган чизиклари борлигини ва уларнинг устма-уст тушиш эҳтимолиятини тадқиқ қилиш керак. Буни аниқ тадқиқ қилиш учун, спектр чизикларнинг жадвалига мурожаат қилмоқ керак. Жадвалдан тўлқин узунлиги аниқланаётган чизикқа мос тушувчи ёки яқин бўлган ҳамма кимёвий элементларни ёзиб олиш керак. Жадвалдан шу нарса кўринадики, тўлқин узунликларининг ихтиёрий олинган кичкина оралиғида ҳар хил элементларнинг тўлқин узунликлари бир-бирига жуда яқин бўлган кўп чизиклари ётади. Бу спектр чизикларнинг тўлқин узунликлари ангстремнинг ўндан бир, ҳатто юздан бир улушича фарқ қилади, холос. Одатда таҳлил учун қўлланиладиган спектрал асбоблар бу чизикларни алоҳида-алоҳида ажратиб кўриш имкониятини бермайди. Жадвалдан элементларнинг номини ёзиб олишда аниқланаётган чизик атрофидаги тўлқин узунликларининг қандай оралиғини қамраб олиш керак деган савол туғилади. Бу саволга жавоб бериш учун спектрларнинг сурати туширилган асбобнинг ажратиб кўрсата олиш қобилиятини билиш керак. Бунинг учун, темир спектридаги интенсивлиги паст бўлган ва бир-бирига жуда яқин турган (орасидаги масофа бундан кам бўлса уларни ажратиш қийин бўлсин) иккита чизик олинади. Бу чизиклар тўлқин узунлиги аниқланаётган чизикқа яқин жойда жойлашган бўлиши керак. Бу ҳолда уларнинг тўлқин узунликлари орасидаги $\Delta\lambda$ фарқ

спектрнинг шу қисми учун спектрал асбобнинг ажратиб кўрсата олиш кучини характерлайди.

Демак, жадвалдан тўлқин узунликлари ўрганилаётган чизиқнинг иккала томонида $\pm \Delta\lambda$ ораликда жойлашган элементларнинг номларини ёзиб олиш керак. Энди бу рўйхатдан, спектр олишда ишлатилган ёруғлик манбаида кўзгалмайдиган элементларни ҳамда, намуна таркибида бўлиш эҳтимолияти кам бўлган (масалан, нодир ва кам учрайдиган металлар) элементларни рўйхатдан ўчириш керак.

Тўлқин узунлиги аниқланаётган спектр чизиқнинг маълум элементга тегишлилигини айтиш учун қуйидагича фикр юритилади. Агар, шу чизиқ рўйхатдаги элементлардан бирига тегишли бўлса, спектрда шу элементнинг, интенсивлиги бундан каттароқ бўлган бошқа чизиқлари, ҳеч бўлмаганда эса унинг «охирги» чизиқлари албатта бўлади ҳамда улар интенсивликларининг нисбати жадвалда кўрсатилганидай бўлиши керак.

Шуни назарда тутмоқ керакки, бу элементларнинг спектр чизиқлари ичида, албатта, унинг «охирги» чизиқлари бўлмоғи керак. Ҳатто шу аниқланаётган чизиқ «охирги» чизиқлардан бири бўлганда ҳам спектрда, албатта, интенсивлиги бундан кам бўлмаган бошқа «охирги» чизиқлар бўлади.

Бундан кўриниб турибдики, қўйилган масалани ечиш учун, спектр чизиқлар жадвалидан намунада борлиги гумон қилинаётган элементнинг ишлатилган ёруғлик манбаида уйғонадиган 2 - 3 та «охирги» чизиқнинг тўлқин узунлигини ёзиб олиш ва уларни шу спектрдан ахтариб топишга ҳаракат қилиш керак.

Тўлқин узунлиги аниқланаётган чизиқ тегишлилиги гумон қилинаётган элементларнинг қайси бирини (ёки қайсиларини) «охирги» чизиқлари спектрда бўлса, ўшасига (ёки ўшаларига) тегишли бўлади.

Ишни бажариш тартиби:

1. Лаборантдан темир ва намунанинг чиқариш спектрлари туширилган спектрал пластинка ва темир спектрининг атласини олинг.

2. Пластинканинг спектр туширилган томонини юқорига қаратиб спектропроекторнинг тегишли рамкасига ўрнатинг ва экранга спектрнинг тасвирини тушинг. Агар, спектрнинг экрандаги тасвирида чизиқларнинг тўлқин узунлиги чапдан ўнгга қараб ортиб борса пластинка тўғри ўрнатилган бўлади (бу ишнинг қандай амалга оширилиши спектропроекторнинг китобчасида батафсил ёзилган).

3. Темир спектрининг 1-жадвалда кўрсатилган характерли гуруҳларини экрандаги тасвир ва атласдаги суратларни таққослаш асосида ўрганиб чиқинг.

4. Намунанинг спектридан тўлқин узунлиги аниқланиши керак бўлган чизиқлар жойлашган қисмини белгиланг.

5. Шу қисмнинг остидаги темир спектрининг тасвири туширилган атлас варағини топинг.

6. Атлас варағини экран остига шундай жойлаштирингки, темир спектридаги ва варақдаги бир хил тўлқин узунликка эга бўлган спектр чизиқлар устма-уст тушсин.

7. Намунанинг аниқланаётган чизиғи билан устма-уст тушган атласнинг чизиғини топинг ва шу чизиқнинг тўлқин узунлигини ҳамда қайси элементга тегишли эканлигини ёзиб олинг.

8. Спектрнинг аниқланаётган чизиқ жойлашган қисми учун спектр олинган асбобнинг $\Delta\lambda$ ажратиб кўрсата олиш қобилиятини аниқланг.

9. Аниқланаётган чизиқдан $\pm\Delta\lambda/2$ масофада жойлашган спектр чизиқларининг тўлқин узунликларини, элементнинг номини, атомлаштириш усулини ва нисбий интенсивлигини жадвалдан ёзиб олинг.

10. Юқорида келтирилган мисоллардан фойдаланиб шу чизиқ қайси элементга тегишли эканлигини аниқланг.

11. Шу йўл билан намуна спектрининг турли қисмларида жойлашган 20 - 25 та спектр чизиқнинг тўлқин узунлигини аниқланг.

Назорат саволлари:

1. Охирги (аналитик) спектрал чизиқлар нима ва улар қандай танланади?

2. Спектрал атласлар қандай тузилган?

3. Эмиссион спектрлар интенсивлиги билан атомлар сони орасида қандай боғлиқлик бор?

4. Ломакин–Шайбе тенгламасининг моҳияти нимада? У қандай мақсадларда қўлланилади?

5. Спектроскопик буферлар нима ва улар қандай мақсадларда қўлланилади?

6. Сифатий эмиссион спектрал анализ қандай амалга оширилади? Спектрал чизиқлар қандай идентификация қилинади?

7. Миқдорий эмиссион анализни амалга ошириш усуллари нинг моҳияти нимада?

8. Аланга фотометрияси усулининг моҳияти, қўлланилиши ва имкониятларини айтиб беринг.

9. Аланга фотометрияси усули қандай элементларни аниқлашда қулай ҳисобланади? Бу усулда қандай ёнилғилар ишлатилади ва улар қандай ҳароратгача қиздира олади?

10. Электр ёйи ва электр учқуни асосидаги атомизаторларлар қандай элементларни аниқлаш учун ишлатилади?

11. Атом-эмиссион анализда аниқлашларга халақит берадиган қандай омиллар мавжуд, бериладиган халақит нималарга олиб келади ва уларнинг олди қандай олиниши мумкин?

VII.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.	Complex 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
X-ray diffraction	Rentgen nurlarining difraksiyasi – rentgen nurlanishdagi to‘lqin uzunligini qo‘llagan holda difraksion rasm orqali kristall qattiq jismlarning tuzilishini aniqlash usuli.	X-ray diffraction 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 propertes of super conductivity have appeared
Critical magnet field	Kritik magnet maydon – kritik temperaturadagi magnet	Critical magnet field is magnet field at critical

	maydonining qiymati	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 molekuli v zaryajenniye chastitsi pod deystviyem razlichnix 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 molekulasi. Uglerod nanotrubkasining (CNT) tuzilishi va kimyoviy bog'lari unga noyob qattqlik, elektrik va termik xususiyatlarni beradi	Carbon molecule with a cylindrical shape. The structure and chemical bonds of CNTs result in unique strength, electrical, and thermal properties.

Colloid	Bir muhitda nano- yoki mikrozarrahalarining cho'kmaga tushmagan holatda bo'lishi; kolloidlarga gel, aerazol 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 razlichnix 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'z-o'zidan parchalanish hodisasiga 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 namuna yuzasining xususiyatlaridan kelib chiqqan holda	A scientific instrument that can generate images of nanoscale details on a physical surface by

	yaqinlashish yoki sekin-asta uzoqlashish orqali fizik yuzadanano o'Ichamdagi qismlarni (detallarni) suratga olib bera oladigan va og'ishlarni lazer yordamida ko'rish mumkin bo'lgan ilmiy qurilma	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.

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

6. O'zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O'zbekiston, 2018.
7. O'zbekiston Respublikasining “Ta'lim to'g'risida”gi Qonuni.
8. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyundagi “Oliy ta'lim muasasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida” gi PF-4732-sonli Farmoni.
9. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida”gi 4947-sonli Farmoni.
10. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi 2017 yil 20 apreldagi PQ-2909-sonli Qarori.
11. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining “2019-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini innovatsion rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida”gi 2018 yil 21 sentabrdagi PF-5544-sonli Farmoni.
12. 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.

13.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 17 iyundagi “2019-2023 yillarda Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetida talab yuqori bo‘lgan malakali kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish va ilmiy salohiyatini rivojlantiri chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4358-sonli Qarori.

14.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.

15. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 avgustdagi 8 oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmoni.

16. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 24 maydagidagi“Qadimiyyozma manbalarni saqlash, tadqiq va targ‘ib qilish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-2995-sonli Qarori.

17.O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 19 dekabrda “Moddiy madaniy meros obyektlarini muhofaza qilish sohasidagi faoliyatni tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4068-sonli Qarori.

Maxsus adabiyotlar

18. Akbarov X.I. Fizikaviy kimyo kursidan uslubiy qo‘llanma. Toshkent. 2016, 66 b.

20. Asekretov O.K., Borisov B.A., Bugakova N.Y. i dr. Sovremenniye obrazovatelniye texnologii: pedagogika i psixologiya: monografiya. – Novosibirsk: Izdatelstvo SRNS, 2015. – 318 s. <http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>.

21. Belogurov A.Y. Modernizatsiya protsessa podgotovki pedagoga v kontekste innovatsionnogo razvitiya obshestva: Monografiya. – M.: MAKS Press, 2016. – 116 s. ISBN 978-5-317-05412-0.
22. Gulobod Qudratullo. Qizi, R.Ishmuhamedov, M.Normuhammedova. An'anaviy va noan'anaviy ta'lim. – Samarqand: "Imom Buxoriy xalqaro ilmiy-tadqiqot markazi" nashriyoti, 2019. 312 b.
23. Muslimov N.A va boshqalar. Innovatsion ta'lim texnologiyalari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: "Sano-standart", 2015. – 208 b.
24. Stromberg A.G., Semchenko D.P. Fizicheskaya ximiya. M.: «Visshaya shkola». 2019.
25. Oliy ta'lim tizimini ra.amli avlodga moslashtirish konsepsiyasi. Yevropa Ittifoqi Erasmus+ dasturining ko'magida. <https://hiedtec.ecs.uni-ruse.bg/pimages/34/3. UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf>.
26. Tomina YE.V. Modulnaya texnologiya obucheniya ximii v sovremennom obrazovatelnom protsesse: Uchebno-metodicheskoye posobiye 2018. <http://bookzz.org/>
27. Tojimuxammedov .Q.S. Zamonaviy organik kimyo. Malaka oshirish kursi tinglovchilari uchun o'quv qo'llanma. Toshkent, "Mumtoz so'z", 2019 y.
28. Tojimuxammedov .Q. S. Organik barikmalarning tuzilishi va reaksiyaga kirishish qobiliyati. Toshkent, "Mumtoz so'z", 2019 y.
29. Tojimuxammedov .Q. S. Nitrozofenollarning sintezi va xossalari. Monografiya. Toshkent, "Mumtoz so'z", 2020 y.
30. Turabov N.T., Smanova Z.A., Kutlimuratova N.X. Analitik kimyo. // Toshkent 2019 y. 247 b.
31. 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 y. 120 bet.
32. Ibrayimov A.YE. Masofaviy o'qitishning didaktik tizimi. Metodik qo'llanma/tuzuvchi. A.YE. Ibrayimov. – Toshkent: "Lesson press", 2020. 112 bet.

33. Ishmuhamedov R.J., M.Mirsoliyeva. O‘quv jarayonida innovatsion ta’lim texnologiyalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 b.
34. Ignatova N. Y. Obrazovaniye v sifrovuyu epoxu: monografiya. M-vo obrazovaniya i nauki RF. – Nijniy Tagil: NTI (filial) UrFU, 2017. – 128 s. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf
35. Zolotov Y.A. Analiticheskaya ximiya. Uchebnik dlya vuzov. Kn. 1,2. -M.: Visshaya shkola. 2018. 615 s.
36. Shoxidoyatov .Q.M., Xo‘janiyozov .Q. O‘., Tojimuxammedov .Q.S. Organik kimyo. Universitetlar uchun darslik. Toshkent, “Fan va texnologiya ”. 2014 yil .
37. 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)
38. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.
39. David Spencer “Gateway”, Students book, Macmillan 2012.
40. Ckoog D.M. West. Fundamentals of Analytical Chemistry Brouks/Cole/ Cengage learning USA, 2014.
41. Mitchell H.Q., Marileni Malkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publiciations. 2015. 191.
42. Mitchell H.Q. “Traveller” B1, B2, MM Publiciations. 2015. 183.
43. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.
44. English for Specific Purposes. All Oxford editions. 2010, 204.
45. Wolfgang Scharte. Basic Physical chemistry. Germany, 2014.
46. Christian G.D., Analytical chemictry University of Washington, USA, 2009.

IV. Интернет сайтлар

47. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
48. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси .онун .ужжатлари маълумотлари миллий базаси

49. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
50. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet
51. <http://natlib.uz> – Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси
52. www.chemnet.ru – химическая информационная сеть (Россия).
53. www.anchem.ru – Аналитическая химия и химический анализ. Портал химиков-аналитиков.
54. <http://www.chemspider.com/> – Химических соединений и смесей, принадлежащая королевскому химическому обществу Великобритании.