

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ
ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

**2301.01 “Analitik kimya” ixtisası üzrə fəlsəfə doktoru
proqramı əsasında doktoranturaya qəbul üçün**

P R O Q R A M

BAKİ- 2026

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ
ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

**2301.01 “Analitik kimya” ixtisası üzrə fəlsəfə doktoru
proqramı əsasında doktoranturaya qəbul üçün**

P R O Q R A M

**BDU Kimya fakültəsinin Elmi Şurasının 02.04.2026-cı il
tarixli iclasının qərarı ilə təsdiq olunmuşdur,
protokol № 09**

BAKİ-2026

**Tərtib edənlər: «Analitik kimya» kafedrasının müdiri,
prof. F.M.Çıraqov**

**«Kimyanın tədrisi metodikası»
kafedrasının müdiri, prof. X.C.Nağıyev**

**«Analitik kimya» kafedrasının dosenti
G.R.Muğalova**

**Elmi redaktor: «Analitik kimya» kafedrasının müdiri,
prof. F.M.Çıraqov**

**Rəy verənlər: «Analitik kimya» kafedrasının dosenti
P.R.Məmmədov**

**«Analitik kimya» kafedrasının müəllimi
k.ü.f..d. F.N.Bəhmənova**

GİRİŞ

Müasir ali təhsil sistemində doktorantura səviyyəsində elmi-pedaqoji kadr hazırlığının keyfiyyətinin yüksəldilməsi prioritet istiqamətlərdən biri kimi müəyyən edilmişdir. Xüsusilə kimya elmi sahəsi üzrə, o cümlədən praktiki əhəmiyyətinə görə kimyanın digər bölmələri arasında xüsusi yer tutan analitik kimya ixtisası üzrə elmi əsaslara söykənən, metodoloji cəhətdən yetkin və innovativ yanaşmalara malik tədqiqatçıların hazırlanması mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

2301.01 “Analitik kimya” ixtisası üzrə fəlsəfə doktoru proqramı əsasında doktoranturaya qəbul üçün hazırlanmış bu proqram namizədlərin nəzəri-praktiki hazırlıq səviyyəsini, məntiqi düşünmə qabiliyyətini və analitik kimyanın aktual problemlərinə elmi yanaşma bacarığını müəyyənləşdirmək məqsədini daşıyır. Proqramın məzmunu analitik kimya fənninin nəzəri əsaslarını, analitik metodların mahiyyətini, tətbiq imkanlarını, analiz nəticələrinin riyazi statistik metodlarla qiymətləndirməsi və dövrün tələbinə uyğun olaraq yeni analiz metodlarının işlənilməsi və hazırlanmasını sistemli şəkildə əhatə edir.

Sənədin hazırlanmasında müasir təhsil konsepsiyaları, kompetensiyayönümlü model, nəticəyönümlü qiymətləndirmə, elmi-tədqiqat mədəniyyətinin formalaşdırılması, rəqəmsal və innovativ texnologiyaların təlimə inteqrasiyası prinsipləri əsas götürülmüşdür. Proqram namizədlərin yalnız reproduktiv biliklərini deyil, analitik düşünmə, elmi problem qoymaq və əsaslandırılmış nəticə çıxarma bacarıqlarını da qiymətləndirməyə yönəlmişdir.

Beləliklə, təqdim olunan proqram doktoranturaya qəbul prosesinin obyektiv və şəffaf şəkildə həyata keçirilməsinə, namizədlərin elmi-metodoloji hazırlıq səviyyəsinin müəyyənləşdirilməsinə və gələcək elmi fəaliyyət üçün zəruri baza kompetensiyalarının yoxlanılmasına xidmət edir.

1. ANALİTİK KİMYANIN NƏZƏRİ ƏSASLAR

Analitik kimyanın predmeti, maddələrin analizi. Analitik kimyanın məqsədi və vəzifələri. Analitik xidmət. Analitik

kimyanın digər elmlərlə əlaqəsi, texnika və xalq təsərrüfatında əhəmiyyəti və rolu.

Analitik kimyanın əsas məsələsi: maddələrin vəsfi və miqdarı təyini, analitik siqnal, maddələrin identifikasiyası.

Analizin növləri: izotop, element, quruluş-qrup, molekulyar və faza analizi. Üzvi və qeyri-üzvi maddələrin vəsfi və miqdarı təyini. Analiz metodu və metodikası. Analiz metodlarının təsnifatı. Analiz metodları: kimyəvi, fiziki-kimyəvi və fiziki metodlar. Instrumental analiz metodları. Təyinat, identifikasiya, ayrılma və qatılaşıdırma metodları; hibrid və kombinə olunmuş metodlar. Birbaşa və dolaylı metodlar. Analiz metodlarının təsnifatının şərtliyi.

Təyinat metodlarının əsas xarakteristikaları. Həssaslıq, ifadə vasitələri, təyinatın aşağı sərhəddi, maddənin təyin olunan qatılıq intervalı, həssaslığın artırılması üsulları. Seçicilik, seçiciliyin artırılması üsulları. Analitik təyinatlarda istifadə olunan reaktivlər: xüsusi, selektiv və qrup reaktivləri. Qrup reaktivlərinə verilən tələbatlar. Dəqiqlik, düzgünlük və təkrarlıq. Metod və metodika anlayışları. Ekspresslik, iqtisadi əlverişlilik və analiz metodlarının cihaz təminatı.

Kimyəvi analizin növləri: izotop analizi, atom, struktur-qrup (funksional) və molekulyar analiz, faza analizi. Makro-, yarımmikro- mikro- və ultramikroanaliz metodları. Lokal, destruktiv, məsafədən və fasiləsiz analiz. Analizə nəzarət, onun spesifikliyi.

Homogen və heterogen sistemlər. Faza anlayışı. Dönər və dönməyən reaksiyalar. Reaksiyanın sürəti. Kütlələrin təsiri qanunu. Sürət sabiti. Kimyəvi tarazlıq. Maddələrin ümumi və tarazlıq qatılıqları. Dinamiki tarazlıq və tarazlıq sabiti. Reaksiyanın istiqaməti. İdeal və real sistemlər. Aktivlik və aktivlik əmsalı. İon qüvvəsi. Məhlulun ion qüvvəsinin yüksək qiymətlərində aktivlik əmsalı. Debay-Hükkel və Devis tənlikləri. Termodinamiki, qatılıq və şərti tarazlıq sabitləri və onların arasındakı əlaqə.

Su və digər həlledicilərin xassələri. Həlledici ilə həll olan maddə arasında qarşılıqlı təsir. Məhlul və həlledicilər. İonların

xassələri və məhlullarda ion proseslərinin ümumi xarakteristikası.

Analitik kimyada tətbiq olunan əsas reaksiya tipləri (turşu-əsas, oksidləşmə-reduksiya, kompleksmələgəlmə və çökmə reaksiyaları)

1.1. Turşu-əsas reaksiyaları

Turşu və əsaslar haqqında müasir nəzəriyyələr. Arrenius nəzəriyyəsi, çatışmayan cəhətləri. Luis nəzəriyyəsi. Brensted-Lauri nəzəriyyəsi. Protolitlər və protolitik qarşılıqlı təsir. Qoşulmuş turşu-əsas cütləri. İonlaşma və dissosiasiya.

Turşuluq və əsaslıq sabiti. Həllədicilərin turşu və əsas xassələri. Avtoprotoliz sabiti. Maddələrin turşu və əsaslıq xassəsinin təzahür etməsində həllədicinin rolu. Həllədicilərin təsnifatı. Həllədicinin bərabərləşdirici və differensiallaşdırıcı effekti. Turşu və əsasların gücünə təsir edən faktorlar: daxili faktorlar - induksiya effekti, qoşulma effekti, molekul daxili hidrogen rabitəsi; xarici faktorlar - həllədicinin dielektrik sabiti, temperatur, ion qüvvəsi.

Mühitin turşuluğu. pH anlayışı. Turşu və əsas qarışığı məhlullarının pH-ının hesablanması. Bufer məhlullar və onların xassələri. Bufer məhlulların pH-ının hesablanması. Bufer tutumu.

1.2. Çökmə reaksiyaları

Heterogen sistemlər. Çöküntülərin həllolması. Çökmə-həllolma dinamik tarazlığı. Həllolma hasili. Qatılıq, termodinamik və şərti həllolma hasilləri və onların arasındakı əlaqə. Həllolma. Həllolmaya görə həllolmanın, həllolmaya görə həllolma hasilinin hesablanması. Həllolma hasili qaydası, çöküntünün alınması. Bir necə ionun bir çökdürücü ilə çökmə ardıcılığı.

Çöküntülərin həllomasına eyni və müxtəlif adlı ionların təsiri. Duz effekti. Suda həll olmayan əsaslar və zəif turşuların duzlarının həllolmasına mühitin turşuluğunun təsiri. Çökmə və tam çökmə pH-ının hesablanması. Bir çöküntünün digərinə çevrilməsi.

1.3. Kompleksəmələgəlmə reaksiyaları

Kompleks birləşmələr, koordinasiya nəzəriyyəsi. Kompleksəmələgətirici və liqandlar. Koordinasiya ədədi, xarakteristik və maksimal koordinasiya ədədləri. Liqandın dentatlığı, monodentat və polidentat liqandlar. Kompleks birləşmələrin daxili və xarici koordinasiya sferaları. Xelat komplekslər.

Kompleks birləşmələrin vacib analitik xassələri: davamlılıq, həllolma, rəng və uçuculuq. Kompleks birləşmələrin metal-liqand qarşılıqlı təsirinin xarakterinə, liqand və kompleksəmələgətiricinin eynicinsliliyinə görə təsnifatı: daxili sferalı və xarici sferalı komplekslər, eyniliqanlı və müxtəlifliqanlı komplekslər.

Məhlulda mərhələli kompleks əmələ gəlmə reaksiyaları. Kompleks əmələ gəlmə reaksiyalarının miqdarı xarakteristikası, mərhələli və ümumi davamlılıq sabitləri. Qatılıq, termodinamiki və şərti davamlılıq sabitləri, şərti davamlılıq sabitinin hesablanması. Kompleks əmələ gəlmə funksiyası.

Komponentlərin təyini, ayrılması, qatılaştırılması və pərdələnməsində kompleks birləşmələrdən istifadə. Metal ionlarının üzvi və qeyri-üzvi liqandlarla kompleks birləşmələri və onların analizdə tətbiqi.

1.4. Oksidləşmə-reduksiya reaksiyaları

Oksidləşmə-reduksiya reaksiyaları. Oksidləşdirici və reduksiyaedici, oksidləşmə və reduksiya prosesləri. Elektrod potensialının yaranması. Redoks (reduksiyaedici-oksidləşdirici) cütləri. Qalvanik element. Qalvanik elementin elektodları. Duz körpüsü. Daniel qalvanik elementi. Zink və mis elektodları. Qalvanik elementdə baş verən proseslər. Qalvanik elementin yazılışı. Nernst tənliyi. Standart və real elektrod potensialları. Standart hidrogen elektrodu. Standart elektrod potensialının təyini. Elektrod potensialı hidrogen ionunun və kompleksəmələgətirici birləşmələrin qatılığının, məhlulun ion

qüvvəsinin funksiyası kimi. Tarazlıq sabiti ilə standart elektrod potensialı arasında əlaqə. Oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarının istiqamətinə təsir göstərən faktorlar.

1.5. Miqdari analiz. Analizin nəticələrinin işlənməsi

Miqdari analizin məqsədi. Analizin aparılma etapları. Orta qiymət və median. Təkrarlıq və düzgünlük anlayışları. Təkrarlığın qiymətləndirilməsi. Düzgünlüyün xarakteristikaları, mütləq və nisbi səhvlər. Mənbəyinə görə səhvlərin təsnifatı. Sistematik səhvlər: individual, instrumental və metodiki səhvlər, onların aradan qaldırılması. Standart nümunələr üsulu, "kor təcrübə". Təsadüfi səhvlər. Səhvlərin nisbi paylanma əyrisi. Təsadüfi səhvlərin qiymətləndirilməsi. Standart kənaraçıxma. Dispersiya Nisbi standart kənaraçıxma. Təyinatın etibarlıq intervalı, Styudent əmsalı.

2. KİMYƏVİ ANALİZ METODLARI

2.1. Qravimetrik analiz metodları

Qravimetrik analizin mahiyyəti, təsnifatı. Ayrılma, qovma və çökmə metodları. Çökmə metodu ilə komponentlərin təyini. Çökmə və çəki formaları, onlara verilən təlabatlar. Çökdürücünün seçilməsi. Çöküntünün alınması. İnduksiya vaxtı. Kristal və amorf çöküntülər. Nisbi ifrat doyma. Kristal və amorf çöküntülərin alınması. Kolloid məhlullar. Kolloid hissəciklərin koagulyasiyası. Çöküntülərin çirklənmə səbəbləri. Qoşaçökmə. Qoşaçökmənin növləri: adsorbsiya, okkuluziya, izomorfizm. Panet-Fayans-Qana qaydası. Çöküntünün süzülməsi və yuyulması. Yuyucu məhlullar. Çökmə formasının çəki formasına keçirilməsi. Homogen çökmə metodu. Üzvi və qeyri-üzvi çökdürücülər. Üzvi çökdürücülərin üstünlükləri. Qravimetrik analiz metodunda hesablamalar. Qravimetrik faktor.

2.2. Titrimetrik analiz metodları

Titrimetrik analiz metodlarının mahiyyəti və təsnifatı. Standart maddə və standart məhlullar, onlara verilən

tələbatlar. Birinci və ikinci növ standart maddələr. Titrlemə prosesi. Titrlemənin növləri: birbaşa və əks titrləmə. Titrlemə ayrıləri. Ekvivalent nöqtəsi və titrləmənin son nöqtəsi. Ekvivalent nöqtəsinin təyini üsulları. İndikatorlar. Titrimetrik analizdə hesablamalar, ekvivalentlər qanunu. Müxtəlif tip reaksiyalarda maddələrin ekvivalentlər kütlələrinin hesablanması.

2.2.1. Turşu-əsas titrləməsi

Turşu-əsas titrləmə metodları, təsnifatı. Turşu-əsas indiqaatorları, onlara verilən tələbatlar. İndikatorların rəng dəyişmə səbəbləri. Ostvaldın ion nəzəriyyəsi. İndiqaator göstəricisi. İndiqaatorların rəng dəyişmə intervalı. Titrlemənin son nöqtəsi. İndiqaatorların titrləmə göstəricisi. Xromofor nəzəriyyə. Xromofor və auksoxrom qruplar. Titrimetrik analizdə indiqaatorların seçilmə prinsipi. Turşu-əsas titrləmə ayrılərinin qurulması. Zəif turşu və əsasların sulu mühitdə titrləmə imkanları. İndiqaator səhvləri, hesablanması. Hidrogen, hidroksid, turşu və əsas səhvləri. Qeyri-sulu mühitdə titrləmə.

2.2.2. Oksidləşmə-reduksiya titrləməsi

Oksidləşmə-reduksiya titrləmə metodları, mahiyyəti və təsnifatı. Permaqanatometriya, metodun standart məhlulu. Permaqanatometrik metodla maddələrin təyini prinsipləri, ekvivalent nöqtəsini təyini və metodun imkanları. Yodometriya. Yod və natrium-tiosulfat standart məhlulları. Yodometrik metodla oksidləşdirici və reduksiyaedicilərin təyini. Bixromatometriya, metodun standart məhlulları, üstünlükləri və çatışmayan cəhətləri. Oksidləşmə-reduksiya titrləmə metodlarında titrləmənin ekvivalent nöqtəsinin təyini. Redoks indiqaatorları. Oksidləşmə-reduksiya titrləmə metodlarında titrləmə ayrılərinin qurulması. Titrlemə ayrısının ekvivalent hissəsinin ölçüsünə təsir edən faktorlar.

2.2.3. Kompleksonometrik titrləmə

Kompleksonometrik titrləmə metodu ilə metal ionlarının təyini. Monodentat və polidentat liqandların standart

məhlullarından istifadə. Kompleksonlar. Kompleksometrik və kompleksometrik titrləmə. Kompleksonatlar. EDTA və Trilon B. EDTA ilə metal ionlarının kompleksometrik təyininin xüsusiyyətləri və təyini imkanları. Kompleksonometrik metodda titrləmənin ekvivalent nöqtəsinin təyini. Metalxrom indikatorları. Titrləmə əyrilərinin qurulması. Titrləmə əyrisinin ekvivalent hissəsinin ölçüsünün kompleksin davamlılığından və məhlulun qatılığından asılılığı. Kompleksonometrik titrləmə metodları: birbaşa, əks, əvəzetmə və turşu-əsas metodları.

2.2.4. Çökmə titrləməsi

Həcmi çökmə metodunda istifadə edilən reaksiyalara verilən tələbatlar. Metodun standart məhlulları, təsnifatı. Xloridlərin gümüş-xloridlə titrlənməsi misalında titrləmə əyrilərinin qurulması. Argentometriya, təsnifatı. Mor metodu, metodun indikatoru, məhdudiyyətləri. Folqard metodu, metodun indikatoru, tətbiq imkanları. Fayans metodu. Adsorbsion indikatorlar.

3. FİZİKİ-KİMYƏVİ ANALİZ METODLARI

Fiziki-kimyəvi analiz metodları, mahiyyəti, təsnifatı, kimyəvi analiz metodları ilə müqayisəsi və üstünlükləri. Fiziki-kimyəvi analiz metodlarının əsas xarakteristikaları: həssaslığı, seçiciliyi, dəqiqliyi, ekspressliyi. Fiziki-kimyəvi analiz metodlarında analitik signal, "tərkib-xassə" qrafiki asılılıqları. Birbaşa və dolaylı titrləməyə əsaslanan fiziki-kimyəvi analiz metodları.

3.1. Spektral analiz metodları

Spektral analiz metodları. Absorbsiya və emissiya. Atom və molekulyar spektral analiz metodları. Elektromaqnit şüalarının təsnifatı, dalğa və hissəcik təbiəti. Elektromaqnit şüalarının əsas xarakteristikaları: dalğa uzunluğu, tezlik, dalğa ədədi, enerjisi.

Maddələrin elektromaqnit şüaları ilə qarşılıqlı təsiri. Atom və molekularda enerji keçidləri. Əsas və həyacanlanmış enerji səviyyələri. Monoxromatik və polixromatik şüalar. Atom və

molekul spektrləri. Seçmə qaydası. İcazə verilmiş və qadağan olunmuş keçidlər. Elektromaqnit şüalarının monoxromatikləşməsi. Molekulun tam enerjisinin elektron, fırlanma və rəqsi enerjilərin cəmi kimi qəbul edilməsi. Analitik kimyada molekul spektrlərindən istifadə olunması.

3.1.1. Molekulyar absorpsion spektral analiz metodları

Absorpsion analiz metodları, mahiyyəti, təsnifatı və cihazların sxemi. Şüa mənbəyi, şüa selektoru, küvetlər, detektor və qalvonometr. İşıq filtrləri və monoxromatorlar, onların xarakteristikaları.

Molekulyar absorpsion analiz metodları. Fotometrik analiz. Spektrofotometrik və kalorimetrik analiz metodları. Fotometrik təyinatın mərhələləri. Birbaşa və dolayı fotometrik analiz. Molekul spektrləri, onların əsas xarakteristikaları. Kontraslıq. İşıq udmanın əsas qanunları, Buger-Lambert və Buger-Lambert-Ber qanunları. Optiki sıxlıq və molyar udma əmsalı. Ber qanunundan kənar çıxmanın fiziki və kimyəvi səbəbləri. Fotometrik təyinatın optimal şəraiti: pH_{opt} , λ_{max} , küvetin qalınlığı, Ber qanununun ödənilmə qatılığı intervalı. Fotometrik təyinat metodları: Müqayisə, əlavə etmə, dərəcəli qrafik və molyar udma əmsalı metodları ilə qatılığın təyini.

3.1.2. Molekulyar emission spektral analiz metodları

Molekulların özündən şüa buraxması. Lüminisensiya hadisəsi. Molekullarda enerji keçidləri. Rəqsi relaksasiya, daxili konversiya, interkombinasion konversiya, flüosensiya və fosforesensiya. Lüminisensiyanın təsnifatı, həyəcanlandırıcı mənbələr. Lüminisent analiz metodu, flüorimetriya və fosforimetriya. Molekulyar lüminisensiyanın əsas qanunauyğunluqları. Stok-Lommel qanunu. Üdma və lüminisensiya spektrləri. Lüminisensiya spektrinin simmetrikliliyi qaydası. Levşinin simmetriya qaydası. Vavilov qanunu. Lüminisensiyanın əsas xarakteristikaları: kvant və enerji

çıxımları. Lüminisent analizdə miqdarı təyinatlar. Lüminisent analiz metodunun üstün və çatışmayan cəhətləri. Lüminisensiyanın sönməsi.

Lüminisent analiz metodunun təcrübi tətbiqinə aid misallar. Komponentlərin təyini üçün istifadə olunan lüminisent reaktivlər. Qeyri-üzvi maddələrin lüminisensiyası və onların nadir elementlərin təyini üçün tətbiqi. Üzvi birləşmələrin təyini.

3.1.3. Atom absorpsion spektral analiz metodları

Atom spektral analiz metodları, mahiyyəti və təsnifatı. Atom və valent elektronları. Atom spektrləri, əsas xarakteristikaları. Alov və nümunənin alovda atomlaşdırılması. Alovda baş verən proseslər: desolvatlaşma, buxarlanma və atomlaşma. Atom spektral analiz metodlarında maneələr: buxarın əmələ gəlməsi zamanı yaranan maneələr, spektral maneələr və ionlaşma hesabına yaranan maneələr.

Atom-absorpsion analiz metodu, mahiyyəti. Atom-absorpsion analiz metodunda istifadə edilən cihazın sxemi. Şüa mənbəyi və alov. Rezonans tezlikli şüalar. Katod lampaları və qrafit küvet. İstifadə olunan qaz qarışıqları. Atom-absorpsion analiz metodunda miqdarı təyinatlar. Dərəcəli qrafik və əlavə etmə metodları.

3.1.4. Atom emission spektral analiz metodları

Atom-emission spektral analiz metodları. Atomlaşdırıcı və həyəcanlandırıcı mənbələr. Yüksək temperaturlu alov. Elektrik qığılcımı və elektrik qövsü həyəcanlandırıcı mənbələr kimi. İnduktiv əlaqəli plazma. Əmələ gələn plazmanın temperaturu. Plazmada maddələrin halı və kimyəvi reaksiyalar. Müxtəlif aqreğat halda olan nümunənin atomlaşdırıcıya daxil edilməsi üsulları. Mikronümunələrin analizi və lokal analiz. Lazerin tətbiqi. Çoxelementli analiz: kvantometrlər. Plazmatron, plazma.

Alov fotometriyası və digər atom-emission analiz metodları. Alov və alova verilən tələbatlar. Alov fotometriyasında miqdarı təyinatlar. Dərəcəli qrafik metodu,

"öz-özünə" udulma hadisəsi. Alov fotometriyasında analizin dəqiqliyinə təsir edən faktorlar.

Atom emission spektral analiz metodlarının təcrübi tətbiqinə aid misallar. Alovda Na, K, Ca, Sr, Ba və B-un ayrılıqda və birinin digəri iştirakında təyini. Qeyri-üzvi obyektlərin analizi. Ətraf mühitin mühafizəsində atom-emission analizin tətbiqi.

3.2. Elektrokimyəvi analiz metodları

Elektrokimyəvi analiz metodları və sistemin elektrik parametrləri. Elektrokimyəvi analiz metodlarının təsnifatı. Kimyəvi və elektrokimyəvi reaksiyalar. Elektrokimyəvi elementlər. Qalvanik element və elektrolitik dövrə. Daniel qalvanik elementi. Qalvanik elementdə baş verən proseslər. Elektrod potensialı, maye diffuziya potensialı. Duz körpüsü. Qalvanik elementin elektrokimyəvi simvollarla yazılışı. Elektrokimyəvi elementin qalvanik element və elektrolitik dövrə kimi işləmə qanunauyğunluqları. Standart elektrod potensialının təyini, standart hidrogen elektrodu. Elektrod potensialının ölçülməsi. Standart hidrogen elektrodu. Nernst tənliyi. Standart elektrod potensialının təyini və işarəsi. Elektrokimyəvi analiz metodlarının həssaslığı və seçiciliyi.

3.2.1. Potensiometrik analiz metodu

Potensiometrik analiz metodunun mahiyyəti və təsnifatı. Birbaşa potensiometriya. Elektrod proseslərinin mexanizmi. Elektrodların təsnifatı və əsas xarakteristikaları. İndiqator və müqayisə elektrodları. Metal indiqator elektrodları, membranlı elektrodlar. Kalomel və gümüş-xlorid müqayisə elektrodları. Potensialın ölçülməsi. Veston elementi. Birbaşa potensiometriyada maddələrin qatılığının təyini üsulları: elektrodların dərəcələnməsi, dərəcəli qrafik və əlavəetmə üsulları. Metodun üstünlükləri və məhdudiyyətləri.

İon-selektiv elektrodların təsnifatı. Maye və bərk membranlı elektrodlar. Şüşə elektrodu və onun quruluşu. Şüşə elektrodun potensial nəzəriyyəsi. Şüşə elektrodu vasitəsilə pH-

ın təyini. Qələvi metalların, halogenid ionlarının aktivliyinin təyini.

Potensiometrik titrləmə. Titrlemə prosesində elektrod potensialının dəyişməsi. Titrlemənin son nöqtəsinin təyini üsulları. Turşu-əsas, çökmə, kompleks əmələ gəlmə və oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarından istifadə. Ekvivalent nöqtəsinə qədər və ekvivalent nöqtəsindən sonra elektrod reaksiyaları.

3.2.2. Voltamperimetrik analiz metodları

Voltamperimetrik analiz metodlarının mahiyyəti və təsnifatı. Polyaroqrafik analiz metodu. Metodun indiqator və müqayisə elektrodları. Civə elektrodunun üstün və çatışmayan cəhətləri. Bərk elektrodların tətbiqi. Volt-ampere ayrısının alınması, əsas xarakteristikaları. Qalıq, miqrasiya və diffuziya cərəyanları. İlkoviç tənliyi. Yarımdalğa potensialı. Yarımdalğa potensialının qiymətinə təsir edən faktorlar. Yarımdalğa potensialının kompleks birləşmənin davamlılıq sabitindən asılılığı. Voltamperimetrik analizin müasir metodları: birbaşa və inversion voltamperimetriya, ossilloqrafiya. Bu metodların klassik polyaroqrafiya ilə müqayisədə üstünlükləri.

Amperimetrik titrləmə. Metodun mahiyyəti. İndiqator elektrodları. İndiqator elektrodunun potensialı. Bir və ya iki polyarlaşmış indiqator elektrodu ilə amperimetrik titrləmə. Çökmə, kompleks əmələ gəlmə və oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarından istifadə. Voltamperimetrik metodun və amperimetrik titrləmənin təcrübi tətbiqinə aid misallar.

3.2.3. Konduktometrik analiz metodu

Konduktometrik analiz metodunun mahiyyəti, məhlulların elektrik keçiriciliyi. Xüsusi və ekvivalent elektrik keçiricilikləri, ionların mütəhərrikliliyi. Birbaşa konduktometriya, elektrik keçiriciliyinin ölçülməsi. Məhlulun aktiv müqaviməti, Uiston körpüsü. Konduktometrik titrləmə. Konduktometrik titrləmədə istifadə olunan reaksiyalar: turşu-əsas, kompleks

əmələ gəlmə və çökmə reaksiyaları. Konduktometrik analizlə təbii. Xronokonduktometrik analiz metodu.

3.2.4. Elektroqravimetrik analiz metodu

Elektroqravimetrik analiz metodu ilə maddələrin təyini. Metodun elektrodları, onlara verilən tələbatlar. Elektroqravimetrik analizdə istifadə olunan çöküntü-lərə verilən tələbatlar. Elektroqravimetrik analizlə digər elektrokimyəvi analiz metodları ilə müqayisəsi. Elektrik cərəyanının keçməsi zamanı elektrokimyəvi elementdə baş verən proseslər. Elektrodlarda baş verən proseslər, potensialın Omik düşməsi və əlavə gərginliyin yaranması. Faradey qanunları. Parçalanma gərginliyi. Sabit cərəyanda elektroqravimetriya, sabit potensialda elektroqravimetriya və daxili elektroliz metodları.

3.2.5. Kulonometrik analiz metodu

Kulonometrik analiz metodunun mahiyyəti və üstünlükləri. Elektrik yükünün ölçülməsi. Kulonometrik analizdə təyinatlar verilən tələbatlar. Sabit potensialda kulonometriya. Kulonometrlər. Gümüş, mis və hidrogen-oksigen kulonometrləri. Sabit cərəyanda kulonometriya. Birbaşa kulonometriya və kulonometrik titrləmə metodları. Turşu-əsas, çökmə, kompleksometrik və oksidləşmə-reduksiya kulonometrik titrləmə metodları.

3.3. Digər fiziki-kimyəvi analiz metodları

Termiki analiz metodları, mahiyyəti və təsnifatı. Termoqravimetrik analiz metodu. Termoqravimetriya və differensial termoqravimetriya. Maddələrin və maddələr qarışığının termoqravimetrik analizi. Termiki və differensial termiki analiz metodları. Endotermik və ekzotermik proseslər. Differensial termiki analiz əyrisinə əsasən vəsfi və miqdari təyinatlar.

Kütlə spektroskopiyası, izotop analizi. Kütlə spektroskopiyasının əsas xarakteristikaları. Kütlə spektrləri. Sirkə turşusunun kütlə spektri. Kütlə spektroskopiyasında

təyinatın mərhələləri. Molekulların ionlaşma üsulları. Kütlə spektrometri, prinsipial sxemi. Maqnit kütlə spektrometri. Kvadrupol kütlə-spektrometri. Elektron zərbəsi üsulu ilə üzvi maddə molekullarının ionlaşması. Molekulyar ionlar, əsas ionlar və fraqment ionlar. Kütlə spektroskopiyası ilə maddələrin element analizi.

Rentgen spektral analiz metodu. Elektron zəndu. Rentgen fluoresent analiz. Radiokimyəvi analiz metodu. Radioaktivasion analiz, neytron, yüklü hissəcik və qamma kvantlardan istifadə olunması.

4. Nanoanalitika

Nanoanalitika elminin yaranması və konsepsiyası. Nanoelm və nanotexnologiyanın əsas anlayışları, nanoobyektlərin (nanohissəciklər, nanotellər, nanokompozitlər və s.) fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri. Nanoölçülü sistemlərdə baş verən kvant effektləri – səthi plazmon rezonansı (SPR və LSPR) və onun analitik tətbiqləri, gücləndirilmiş səthi Raman saçılması (SERS), kvant nöqtələrinin floresans xüsusiyyətləri və analitik imkanları. Superparamaqnetizm hadisəsi, maqnit nanohissəciklərin istifadəsi. Nanoobyektlərin təsnifatı, morfologiyası və analitik tətbiq istiqamətləri.

ƏDƏBİYYAT

ƏSAS

1. Əliyeva R.Ə., Çıraqov F.M., Nağıyev X.C., Muğalova G.R. Elektrokimyəvi analiz metodları. Bakı.: Elm. 2013. 232s.
2. Harvey David. Modern analytical chemistry. Copyright © 2000 by The McGraw-Hill Companies, Inc. All. 816 p.
3. Qarayev E.A, Qarayev E.E. Spektroskopik analiz üsulları. Bakı. 2018. 491s.
4. Rasulev B., Leszczynski J. Nanomaterials for Analytical Chemistry: Methods and Applications. Elsevier, 2023. 325 p.

5. Zolotov Yu. A. Analitik kimyanın əsasları. Kitab 1. Bakı. 2005. 436 s. (Tərcümə edənlər: Əliyeva R.Ə., Çıraqov F.M., Həmidov S.Z.)
6. Zolotov Yu. A. Analitik kimyanın əsasları. Kitab 2. Bakı. 2007. 574 s. (Tərcümə edən: Əliyeva R.Ə.)
7. Васильев В.П. Аналитическая химия. М.: Высшая школа. Т.1. 1989. 320 с.
8. Васильев В.П. Аналитическая химия. М.: Высшая школа. Т.2. 1989. 384 с.
9. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. М.: Высшая школа, 1991. 255 с.
10. Ищенко А.А. Аналитическая химия. В 3 т. Т.2. Инструментальные методы анализа, часть 1. Москва: Физматлит, 2019. 470 с.
11. Ищенко А.А. Аналитическая химия. В 3 т. Т.3. Инструментальные методы анализа, часть 2. М.: Физматлит, 2020. 504 с.
12. Кельнер Р., Мерме Ж.М., Отто М., Видмер Г.М. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Том 1. «Мир» «Аст». Москва, 2004. 608 с.
13. Кельнер Р., Мерме Ж.М., Отто М., Видмер Г.М. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Том 2. «Мир» «Аст». Москва, 2004. 726 с.
14. Крук Б.И., Журавлева О.Б. Основы спектрального анализа. Учебное издание. 2013. 148 с.
15. Латышенко К.П. Электрохимические методы анализа. М.: Юрайт, 2026. 161 с.
16. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии. М.: Бином, 2003. 493 с.
17. Лобанов А.В., Кузнецов В.В. Нанообъекты и нанотехнологии в аналитической химии. М.: Химия, 2017. 172 с.
18. Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г. Химическое разделение и измерение. М.: Химия. Т.1. 1978. 476 с.

19. Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г. Химическое разделение и измерение. М.: Химия. Т.2. 1978. 477–816 с.
20. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. М.: Химия. Т.1. 1990. 480 с.
21. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. М.: Химия. Т.2. 1990. 481–846 с.
22. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. М.: Мир. Т.1. 1979. 480 с.
23. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. М.: Мир. Т.2. 1979. 438 с.
24. Хазанов В.М. Аналитическая химия наносистем. М.: Бинوم, 2018. 185 с.

ӘЛАҒА

1. Douglas A. Skoog et al., Skoog and West's Fundamentals of Analytical Chemistry, 10th Edition, Cengage Learning, 2022, 1072 p.
2. Daniel C. Harris, Charles A. Lucy. Quantitative Chemical Analysis. W. H. Freeman (Macmillan Learning), 2020, 960p.
3. Большова Т. А. и др. Основы аналитической химии. В 3 т. Т. 1: Общие вопросы. Методы разделения (под ред. Ю. А. Золотова) изд. Лаб.знаний, 2023, 504.С
4. Большова Т. А. и др. Основы аналитической химии. В 3 т. Т. 2: Методы химического анализа (под ред. Ю.А. Золотова) изд. Лаб.знаний, 2023, 408 С
5. Большова Т. А. и др. Основы аналитической химии. В 3 т. Т. 3: Физико-химические (инструментальные) методы анализа (под ред. Ю А. Золотова) изд. Лаб.знаний, 2023, 568 С
6. Кузнецов Н. Т., Новотроцев В. М., Жабрев, В. А., Марголин В. Н., Основы нанотехнологии: учебник / М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2014. — 397 с.
7. Москвин Л. Н., Родинков О. В., Аналитическая химия. Химические методы анализа. Изд. Лань, 2023 , 332с.

8. Москвин Л. Н., Инструментальные методы анализа . Изд. Лань, 2021, 708 с.
9. Улахович Н. В., Кутырева М. П., Бабкина С. С. Аналитическая химия. Объекты анализа и методы разделения. Изд. Лань, 2024, 392с.