

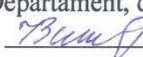
**UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
FACULTATEA CHIMIE ȘI TEHNOLOGIE CHIMICĂ
DEPARTAMENTUL CHIMIE**

CURRICULUM
la unitatea de curs

Metode instrumentale de analiză

**Ciclul I, Licență, anul III
Specialitatea - 0114.5 Chimie**

AUTOR:
dr., conf. univ.
Petru Bulmaga

APROBAT
la ședința Departamentului
din „29” august 2024
proces verbal nr. 1
Șef Departament, dr., conf. univ.
 I. Bulimestru

APROBAT
la ședința Consiliului Facultății
din „29” august 2024
proces verbal nr. 1
Decan, dr., prof. univ.
 V. Gladchi



CHIȘINĂU 2024

PRELIMINARII

Prezentarea general a unității de curs - Cursul **Metode Instrumentale de analiză** are ca scop formarea concepției generale despre metodele instrumentale de analiză, metodologia realizării lor, rolul, importanța practică și avantajele acestora. Actualmente metodelor instrumentale de analiză le revin mai mult de 70% din tot lotul de analize chimice. Aceste metode se folosesc în cazul efectuării analizei sistemelor policomponente, care conțin micro-componenți la nivel de urme, însă informația despre conținutul acestora este importantă, deoarece ei poartă deseori caracter nociv sau influențează esențial proprietățile sistemelor respective.

Locul și rolul unității de curs în formarea rezultatelor învățării programului – Pentru a alege și a efectua analiza unui obiect necunoscut este nevoie de o pregătire teoretică serioasă și posedarea tehnicilor specifice folosite în metodele instrumentale de analiză. Astfel obiectivul cursului constă în tratarea aprofundată a bazelor teoretice ale metodelor instrumentale și aplicarea acestora în analiza chimică și înarmarea beneficiarilor cu abilități practice din domeniul acestor metode.

Obiectivul cursului constă în familiarizarea studenților cu cunoștințe teoretice de bază și înarmarea cu abilități practice din domeniul metodelor instrumentale de analiză chimică aplicate în controlul calității.

Limba de predare – limba română.

Beneficiari - Cursul **Metode instrumentale de analiză** face parte din cursurile normative și este destinat studenților anului III_L de la Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică, specialitatea 0114.5 Chimie, sem. V.

I. ADMINISTRAREA DISCIPLINEI

Forma de învățământ	Codul disciplinei	Denumirea unității de curs	Responsabil de disciplină	Semestrul	Ore total:				Evaluarea	Nr. de credite	
					Total	inclusiv					
						C	S	L			LI
Cu frecvență	S05 A 45	Metode instrumentale de analiză	Bulmaga Petru	V	180	30	-	60	90	Ex.	6

II. TEMATICA ȘI REPARTIZAREA ORIENTATIVĂ A ORELOR

Nr. d/o	Unități de conținut	Ore		
		Curs	Laborator	Lucrul individual
1.	Metode instrumentale de analiză. Generalități. Clasificarea metodelor instrumentale de analiză.	2	-	4
2.	Metode optice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor optice de analiză.	2	-	6
3	Spectrometria de absorbție moleculară în UV-VIS. Noțiuni de baza. Legile absorbției radiațiilor..	4	30	10
4.	Spectrometria de absorbție atomică.	2	-	8
5.	Metode electrochimice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor electrochimice de analiză	2	-	6
6.	Metode electrochimice la curent nul. Potențiometrie. Titrarea potențimetrică.	6	18	18
7.	Metode electrochimice cu electroliză. Coulombmetria. Titrarea coulombmetrică.	4	12	12
8	Metode voltamperometrice. Clasificarea. Semnalul analitic în voltamperometrie.	2	-	8
9	Metode cromatografice. Generalități. Clasificarea metodelor cromatografice.	2	-	8

10	Cromatografia plană. Cromatografia pe coloană. Cromatografia gaz-lichid. Cromatografia de lichide de înaltă performanță.	4	-	10
Total ore		30	60	90

III. COMPETENȚIE GENERALE, PROFESIONALE ȘI REZULTATELE STUDIULUI

COMPETENȚE GENERALE (GG)	REZULTATELE ÎNVĂȚĂRII (RI) Absolventul/candidatul la atribuirea calificării poate:
CG 2. Evaluarea rezultatelor experimentale prin analiză statistică și control.	RI.5. determina exactitatea, precizia și calitatea rezultatelor experimentale; RI.13. evalua caracteristicile calitative și cantitative ale proceselor realizate și ale produșilor obținuți; RI.19. formula concluzii științifice argumentate referitoare la metodele și tehnicile de analiză optime pentru rezolvarea sarcinilor/problemelor concrete; RI.20. aplica metode, utilaje și instrumente tipice în analiza și controlul compușilor chimici.
COMPETENȚE PROFESIONALE	
CP 5. Selectarea metodelor și instrumentelor eficiente de determinare a compoziției, structurii și proprietăților specifice ale substanțelor/produselor chimice.	RI.18. identifica și analiza metode, instrumente, procedee eficiente, raționale și adecvate pentru studiul substanțelor/produselor chimice concrete;
CP 6. Realizarea analizelor chimice/fizico-chimice folosind metode optime.	RI.20. aplica metode, utilaje și instrumente tipice în analiza și controlul compușilor chimici. RI.26. aplica metodici standard în analiza chimică, fizică și fizico-chimică a produșilor chimici.
CP 7. Adaptarea metodelor, instrumentelor și utilajului de analiză și control a produselor chimice pentru activități concrete.	RI.24. identifica avantajele/dezavantajele/limitele metodelor și instrumentelor fundamentale aplicate în analiza și controlul compușilor chimici. RI.25. dezvoltă/adaptă metodele, instrumentele și utilajele standard de determinare a compoziției calitative și cantitative, structurii și proprietăților compușilor chimici la sarcinile specifice ale activității concrete.
CP 8. Elaborarea rapoartelor de analiză chimică, fizică și fizico-chimică a unor produși chimici.	RI.28. elaborează rapoarte de analiză corespunzător sarcinilor/problemelor specifice, în contexte bine definite, asociate unor produși chimici.

VI. UNITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

Tema 1. Metode instrumentale de analiză. Generalități. Clasificarea metodelor instrumentale de analiză. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI.4, RI.13, RI.19, RI.20 .		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: metode instrumentale de analiză, semnal analitic, limita de detecție, exactitatea metodei, sensibilitatea și selectivitatea metodei de analiză. Unități de conținut: Clasificarea metodelor de analiză	Studentul: - definește noțiunea de metodă de analiză chimică; - definește noțiunea de metodă instrumentală de analiză și redă clasificarea acestora; - explică esența și specificul metodelor instrumentale de	Absolventul în mod autonom investighează/ cercetează obiectiv date teoretice și/sau experimentale și informații referitoare la compoziția, structura și

chimică. Cerințele înaintate față de metodele de analiză cantitativă. Caracteristica generală, clasificarea și avantajele metodelor instrumentale de analiză. Semnalele analitice înregistrate în metodele instrumentale de analiză.	analiză; - interpretează caracteristicile cantitative evidențiind avantajele metodelor instrumentale de analiză; - relatează despre modalitățile de exprimare a concentrațiilor soluțiilor;	proprietățile compușilor chimici și a proceselor fizico-chimice.
--	---	--

Tema 2 Metode optice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor optice de analiză. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: **RI.4, RI 13, RI.19, RI.20, RI.24.**

<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: radiație electromagnetică, lungime de undă, spectrul radiației electromagnetice, absorbția și emisia radiației electromagnetice de către substanțele chimice, clasificarea metodelor optice de analiză. Unități de conținut: • Esența și principiul de bază al metodelor optice de analiză și clasificarea lor. • Radiația electromagnetică și caracteristicile ei. • Spectrul radiației electromagnetice. • Interacțiunea substanțelor chimice cu radiația electromagnetică. • Emisia și absorbția radiației electromagnetice de către substanțele chimice.	Studentul: - descrie esența și principiul de bază al metodelor optice de analiză - definește noțiunea de radiație electromagnetică. - descrie spectrul radiației electromagnetice în funcție de lungimea de undă. - relatează despre interacțiunea radiației electromagnetice cu sistemele chimice de analizat și efectele acestea - descrie procesele de absorbție și emisie a radiației electromagnetice de către substanțele chimice. - relatează despre avantajele/dezavantajele metodelor optice de analiză. - descrie principiul de funcționare a aparatelor folosite în analizele optice.	Absolventul în mod autonom identifică și aplică conexiunile logice cu alte domenii științifice în caracterizarea compușilor chimici și a proceselor fizico-chimice cu participarea lor.

Tema 3. Spectrometria de absorbție moleculară în UV-VIS. Noțiuni de baza. Legile absorbției radiațiilor electromagnetice.

Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: **RI.4, RI.19, RI.24, RI 25, RI 26, RI.28.**

<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: radiația electromagnetică, spectru electronic de absorbție (SEA), caracteristicile SEA, legile absorbției luminii, grafic de etalonare, metoda adaosului, determinarea concomitentă, titrare spectrofotometrică, abaterea de la legea Bouguer-Lambert-Beer, domeniu de concentrații. Unități de conținut: • Geneza spectrelor electronice de absorbție;	- explică geneza spectrelor electronice de absorbție; - demonstrează legea de bază a absorbției luminii; - explică însemnătatea utilizării legii absorbției luminii în analiza chimică; - explică motivele abaterii de la legea Bouguer-Lambert-Beer; - descrie modalitatea obținerii și caracteristicile spectrului electronic de absorbție; - explică esența legii aditivității;	Absolventul în mod autonom aplică instrumente științifice argumentate în analiza și evaluarea datelor obținute experimental. Absolventul în mod autonom verifică/corelează corespunderea rezultatelor experimentale obținute

• Legea de bază a absorbției luminii; • Însemnătatea legii absorbției luminii în analiza chimică; • Abaterile de la legea de bază a absorbției luminii; • Modalități de înregistrare a spectrelor electronice de absorbție. Caracteristicile SEA • Aditivitatea absorbției luminii; Metode spectrofotometrice de	- descrie modalitățile utilizării legii Bouguer-Lambert-Beer la determinarea concentrațiilor speciilor chimice în soluții; - descrie esența metodelor de titrare spectrofotometrică; - efectuează operații de înregistrare a absorbanței luminii de către soluțiile speciilor analizate folosind diferite tehnici;	cu cele determinate teoretic în baza legiților fundamentale, natura și caracteristicile produselor chimice preconizate. Absolventul elaborează rapoarte de analiză corespunzător
determinare a concentrațiilor speciilor chimice în soluții. • Titrări spectrofotometrice. • Aplicațiile spectrofotometriei de absorbție moleculară UV-VIS LB Nr.1. Verificarea legilor de bază a absorbției luminii. LB Nr.2. Determinarea spectrofotometrică a fierului(III) cu metodele graficului de etalonare și adaosului. LB Nr.3. Determinarea spectrofotometrică a manganului(II). LB Nr.4. Determinarea concomitentă a Co(II) și Ni(II) cu metoda spectrofotometrică.	- trasează spectre electronice de absorbție a luminii; - realizează calculele în baza rezultatelor experimentale obținute; - elaborează rapoarte la lucrările de laborator îndeplinite. - evaluează rezultatele obținute la lucrările de laborator îndeplinite.	sarcinilor/problemelor specifice, în contexte bine definite, asociate unor produși chimici.

Tema 4. Spectrometria de absorbție atomică.

Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: **RI.5, RI.13, RI.16, RI.18, RI 19, RI 24.**

<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: emisia radiațiilor electromagnetice, spectrometria atomică de emisie, caracteristicile emisie radiațiilor electromagnetice, calitative și cantitative ale emisie electromagnetice, surse de excitare, metoda standardului intern. Limită de. Unități de conținut: • Spectrometria atomică de emisie; • Spectrele atomice de emisie; • Caracteristicile calitative și cantitative ale spectrelor atomice de emisie; • Analiza și interpretarea spectrelor atomice de emisie; • Surse de excitare în spectrometria atomică de emisie; • Spectrometria atomică de absorbție; • Metode de determinare a concentrațiilor speciilor în spectrometria atomică de absorbție; • Metoda standardului intern. Metoda adaosului standard;	- relatează despre spectrometria atomică de emisie; - descrie modalitatea de înregistrare a spectrelor atomice de emisie; - relatează despre caracteristicile calitative și cantitative ale spectrelor atomice de emisie; - interpretează spectrele atomice de emisie; - caracterizează sursele de excitare folosite în spectrometria atomică de emisie; - descrie specificul spectrometriei atomice de absorbție; - interpreteze metodele de analiză cantitativă în spectrometria atomică de absorbție; - să relateze despre metoda standardului intern și adaosului standard; - să identifice limitele de detecție în spectrometria atomică de emisie în flacăra; - să explice specificul utilizării	Absolventul în mod autonom aplică metode, utilaje și instrumente tipice în analiza și controlul compușilor chimici. Absolventul în mod autonom identifică avantajele/dezavantajele/ limitele metodelor și instrumentelor fundamentale aplicate în analiza și controlul compușilor chimici

• Limitele de detecție în spectrometria atomică de emisie în flacără; • Solvenții folosiți în spectrometria atomică de absorbție.	solvenților în spectrometria atomică de emisie.	
Tema 5. Metode electrochimice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor electrochimice de analiză. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI.13, RI.18, RI 19, RI 20, RI 21, RI 24, RI 28.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: celulă electrochimică, electrozi, intensitatea curentului, cantitatea de electricitate, metode electrochimice la echilibru, electroliza, metode cu electroliză, potențialul circuitului electric. Unități de conținut: • Metode electrochimice de analiză. - Principii de bază; • Clasificarea metodelor electrochimice de analiză; • Semnalele analitice în metodele electrochimice de analiză; • Electrozii folosiți în metodele electrochimice de analiză; • Celula electrochimică.	- relatează despre principiul de bază ale metodelor electrochimice de analiză; - interpretează clasificarea metodelor electrochimice de analiză; - identifică semnalele analitice principale ale unei metode electrochimice de analiză în dependență de clasificarea metodei; - definească noțiunea de electrozi folosiți în metodele electrochimice de analiză; - relatează despre celula electrochimică.	Absolventul în mod autonom identifică și analizează metode, instrumente și procedee eficiente, raționale și adecvate în studiul substanțelor/produselor chimice concrete. Absolventul în mod autonom formulează concluzii științifice argumentate referitoare la metodele și tehnicile de analiză optime pentru rezolvarea sarcinilor/ problemelor concrete.
Tema 6. Metode electrochimice la curent nul. Potențiometrie. Titrare potențimetrică. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI.18, RI 19, RI 20, RI 21, RI 24, RI 25, RI 26, RI 28.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: potențial de electrod, electrozi de referință, electrod indicator, catod, anod, forța electromotore, celulă potențimetrică, metoda potențimetrică, titrarea potențimetrică, conductivitate electrică, titrarea conductometrică. Unități de conținut: • Fenomenele care au loc la interfață soluție- electrod; • Clasificarea electrozilor folosiți în metodele electrochimice la curent nul; • Factorii de care depinde mărimea potențialului electrodului imersat în soluția unui electrolit. Ecuația lui Nernst. • Titrimetria potențimetrică; • Avantajele metodelor potențimetrice aplicate în analiza chimică • Analiza conductometrică; • Mobilitatea speciilor ionice în soluții; • Titrarea conductometrică;	- explică apariția potențialului pe electrod; - reproduce clasificarea electrozilor folosiți în metoda potențimetrică; - descrie factorii care influențează mărimea potențialului de electrod; - distinge deosebirea dintre potențiometria directă și titrarea potențimetrică; - argumentează prioritatea utilizării metodelor electrochimice la curent nul în analiza sistemelor biofarmaceutice; - descrie principiul de bază a analizei conductometrice; - interpretează noțiunea de mobilitate a speciilor ionice în soluții; - explice modalitatea de efectuare a unei titrări conductometrice; - tratează curbele titrărilor	Absolventul în mod autonom identifică avantajele/dezavantajele/ limitele metodelor și instrumentelor fundamentale aplicate în analiza și controlul compușilor chimici. Absolventul în mod autonom aplică metodici standard în analiza chimică, fizică și fizico-chimică a compușilor/produsilor chimici. Absolventul în mod autonom elaborează rapoarte de analiză corespunzătoare

Tratarea datelor titrărilor conductometrice. LB Nr. 5. Determinarea conținutului de NaOH într-o probă. LB Nr. 6. Determinarea concomitentă a acizilor sulfuric și fosforic cu metoda de titrare potențiometrică.	conductometrice efectueze calculele în baza datelor analizelor efectuate.	sarcinilor/ problemelor specifice asociate unor produși chimici.
Tema 7. Metode electrochimice cu electroliză. Coulombmetria. Titrarea coulombmetrică. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI 19, RI 20, RI 24, RI 25, RI 26, RI 28.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: electroliza, legile lui Faraday, regula catodului, regula anodului, coulombmetrie potențiostatică, coulometrie galvanostatică, culonometru, ionometria, titrare culonometrică, Unități de conținut: - Electroliza soluțiilor electroliților și a topiturilor; - Clasificarea electroliților în procesul de electroliză a soluțiilor și topiturilor; - Influența ionilor H^+ și OH^- asupra procesului electrolizei soluțiilor; - Caracteristicile cantitative a procesului de electroliză; - Clasificarea metodelor culonometrice; - Aplicarea metodei culonometrice în analiza chimică; - Calculele în analiza culonometrică; - Titrimetria culonometrică; - Determinări cantitative cu metoda culonometrică. LB Nr. 7. Determinarea microcantităților de acid clorhidric cu metoda de titrare culonometrică. LB Nr. 8. Determinarea fenolului cu metoda de titrare culonometrică.	- descrie bazele teoretice ale proceselor de electroliză a soluțiilor electroliților și topiturilor; - relatează despre clasificarea speciilor ionice în dependență de comportamentul lor la efectuarea electrolizei soluțiilor și topiturilor; - explică influența ionilor H^+ și OH^- la desfășurarea electrolizei soluțiilor; - interpretează ecuația lui Nernst; - relatează despre coulombmetria galvanostatică și potențiostatică; - propune parametrii procesului de electroliză; - efectuează calcule în baza rezultatelor analizelor culonometrice; - descrie metoda titrării culonometrice;	Absolventul în mod autonom aplică metodici standard în analiza chimică, fizică și fizico-chimică a compușilor/ produșilor chimici. Absolventul în condiții de asistență calificată dezvoltă și/sau adaptează metodele, instrumentele și utilajele standard de determinare a compoziției calitative și cantitative, structurii și proprietăților compușilor chimici la sarcinile specifice activității concrete.
Tema 8. Metode voltamperometrice. Clasificarea. Semnalul analitic în voltamperometrie. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI 5, RI 13, RI 18, RI 24, RI 25, RI 26.		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: voltametrie, polarografie, electrozi picători de mercur, undă voltametrică, potențial de semiundă, curent remanent, curent limită, voltamperometrie, titrare voltamperometrică, curent alternativ, oscilopolarografie, electrod auxiliar, electrod de referință. Unități de conținut: Metoda voltametrică de analiză;	- relatează despre principiul metodelor voltametrice; - descrie clasificarea metodelor voltametrice și prioritățile lor; - caracterizează unda polarografică și descrie modalitatea utilizării ei în analiza calitativă și cantitativă; - relatează despre electrozii folosiți în analiza voltametrică; - descrie principiul și prioritățile	Absolventul în condiții de asistență calificată dezvoltă și/sau adaptează metodele, instrumentele și utilajele standard de determinare a compoziției calitative și cantitative, structurii și proprietăților

• Clasificarea metodelor voltametrice; • Unda polarografică; • Electrozii folosiți în voltametrie; • Tehnici moderni de analiză voltametrică; • Titrimetria voltametrică; • Stabilirea punctului de echivalență în metoda de titrare voltametrică; • Aplicarea metodei voltamperometrice în analiza chimică.	metodei voltametrice; - explică modalitatea stabilirii punctului de echivalență în metoda voltamperometrică; - propune metode de determinare a diferitor specii cu metoda voltamperometrică.	compușilor chimici la sarcinile specifice activității concrete. Absolventul în mod autonom identifică avantajele/dezavantajele/ limitele metodelor și instrumentelor fundamentale aplicate în analiza și controlul compușilor chimici.
--	--	---

Tema 9. Metode cromatografice. Generalități. Clasificarea metodelor cromatografice.
 Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: **RI 4, RI 13, RI 18, RI 25, RI 19.**

<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: cromatografie, coloană cromatografică, solut, adsorbția solutului, faze staționară, fază mobilă, cromatografie de gaze, cromatografie de lichide, schema principală Unități de conținut: • Analiza cromatografică; • Principiile de bază și specificul metodelor cromatografice; • Clasificarea metodelor cromatografice de analiză; • Specificul metodelor cromatografice de analiză; • Procedee de extracție; • Tehnici cromatografice și diferenția între ei; • Aparatura folosită în cromatografie.	- descrie principiile de bază ale metodelor cromatografice de analiză; - relatează despre clasificarea metodelor cromatografice de analiză; - interpretează specificul diferitor metode cromatografice de analiză; - interpretează diferite procedee de extracție; - distinge diferenția între metodele cromatografice cu schimb de ioni, plane, pe coloană; - reproduce schema principală a unei instalații cromatografice.	Absolventul în condiții de asistență calificată adaptează și dezvoltă, procedee și metode de sinteză eficiente, echipamente și utilaje optime în funcție de specificul substanțelor/produselor chimice concrete.

Tema 10. Cromatografia plană. Cromatografia pe coloană. Cromatografia gaz-lichid. Cromatografia de lichide de înaltă performanță.

Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: **RI 4, RI 13, RI 18, RI 19.**

<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: dispozitiv de injectare, analiza calitativă, analiza cantitativă, coloană cromatografică, solut, adsorbția solutului, faze staționară, fază mobilă, cromatografie de gaze, cromatografie de lichide, schema principală Unități de conținut: • Cromatografia plană; • Cromatografia pe hârtie și pe strat subțire; • Aplicarea cromatografiei plane; • Teoria cromatografiei în faza gazoasă (teoria talerelor);	- descrie principiile de bază ale cromatografiei plană; - identifică specificul cromatografiei pe hârtie și pe strat subțire; - determină domeniile și scopul aplicării a metodelor cromatografice plane; - explică teoria cromatografiei în fază gazoasă; - descrie procedeul de analiză cromatografică în fază gazoasă; - relatează despre coloanele cromatografice folosite în cromatografia de gaze;	Absolventul în mod autonom determină exactitatea și precizia rezultatelor experimentale. Absolventul în mod autonom identifică și analizează metode, instrumente și procedee eficiente, raționale și adecvate în studiul substanțelor/produselor

• Procedee de efectuare a unei analize cromatografice în fază gazoasă; • Colane cromatografice; • Dispozitiv de injectare a probelor de analizat în cromatografia de gaze; • Fazele staționare și mobile în cromatografia de gaze; • Construcția unei sisteme cromatografice de gaze și părțile ei componente principale; • Analiza calitativă și cantitativă în cromatografia de gaze; • Aplicațiile cromatografiei de gaze; • Cromatografia de lichide; • Caracteristicile cantitative în cromatografia de lichide; • Eficacitatea și selectivitatea coloanei cromatografice în cromatografia de lichide; • Optimizarea condițiilor de analiză în cromatografia de lichide; • Cromatografia de adsorbție; • Cromatografia cu schimb de ioni; • Aplicații ale metodelor cromatografice în analiza chimică.	- descrie sistemele de introducere a probelor în cromatografia de gaze; interpretează noțiunile de fază staționară și fază mobilă folosite în cromatografia de gaze; - recunoaște importanța părților componente a unei instalații cromatografice de gaze: coloana cromatografică, cuptorul, detectorul; - relatează despre analiza calitativă și cantitativă în cromatografia de gaze; - exemplifică aplicația metodei cromatografice de gaze în analiza chimică. - explică principiul cromatografiei de lichide. - interpretează noțiunile de eficacitate și selectivitate a coloanei; - descrie modalitățile de optimizare a condițiilor de analiză în cromatografia de lichide; - relatează despre cromatografia de adsorbție. - relatează despre aplicațiile metodelor cromatografice în analiza chimică.	chimice concrete. Absolventul în mod autonom formulează concluzii științifice argumentate referitoare la metodele și tehnicile de analiză optime pentru rezolvarea sarcinilor/problemelor concrete.
--	--	---

V. LUCRUL INDIVIDUAL

<i>Produsul preconizat</i>	<i>Strategii de realizare</i>	<i>Criterii de evaluare</i>	<i>Termen de realizare</i>
1. Studiul de sine stătător al unităților de conținut și a lucrărilor de laborator prevăzute de curriculumul disciplinei în vederea susținerii evaluărilor curente și a atestărilor (45 ore)	1. Lecturarea notelor de curs. 2. Lecturarea surselor bibliografice. 3. Rezolvarea exercițiilor și a problemelor de calcul la fiecare modul al programului disciplinei.	• integrarea cunoștințelor teoretice; • corectitudinea rezolvării exercițiilor și problemelor propuse; • argumentarea răspunsurilor.	Pe parcursul semestrului

2. Elaborarea rapoartelor la lucrările de laborator îndeplinite și probleme practice	1. Analiza și evaluarea datelor experimentale obținute la îndeplinirea lucrărilor de laborator. 2. Trasarea dependențelor grafice. 3. Efectuarea calculelor în baza datelor experimentale obținute. 4. Elaborează rapoartelor la lucrările de laborator îndeplinite. 5. Formularea corectă a concluziilor. 6. Studiul publicațiilor periodice de specialitate.	• Conținutul să corespundă rigorilor științifice și lingvistice; • Rapoartele să poarte caracter analitic și să aibă un volum de 4-6 pagini. • Dependențele grafice să corespundă cerințelor în vigoare. • Integrarea cunoștințelor teoretice și rezultatelor practice. • Rapoartele prezentate sunt susținute de către autor și apreciate cu notă.	Pe parcursul semestrului
--	---	---	--------------------------

VI. SUGESTII METODICE

Instruirea în cadrul disciplinei Metode Instrumentale de analiză se va face sub formă de prelegeri și lucrări de laborator. În cadrul prelegerilor vor fi folosite așa metodele cum sunt expunerea, descrierea, conversația euristică, exercițiul, demonstrația, cât și metode moderne - problematizarea, modelarea, algoritmizarea etc;

În cadrul orelor de laborator, la care se realizează lucrările de laborator cu aplicarea metodelor instrumentale de analiză, vor fi folosite metodele: descrierea și interpretarea metodelor și tehnicilor de analiză; experimentul chimic, obținerea datelor prin efectuarea măsurărilor parametrilor fizici ai sistemelor analizate; prelucrarea datelor măsurărilor, analiza, evaluarea și interpretarea rezultatelor obținute, rezolvarea exercițiilor și problemelor de calcul, problematizarea, elaborarea și prezentarea informației științifice privind desfășurarea reacțiilor chimice cu participarea speciilor analizate.

Lucrul individual constă în studiul și documentarea literaturii de specialitate, întocmirea dărilor de seamă privind lucrările practice și de laborator îndeplinite, rezolvarea problemelor de calcul și învățarea asistată de calculator.

Evaluare:

1. Nota semestrială va fi calculată din notele de la testări, media evaluărilor curente și nota de la lucrul individual.

2. Nota finală la disciplină va reprezenta suma a 60% din nota semestrială și 40% din nota la examen

IV. REFERINȚIE BIBLIOGRAFICE

1. VASILIEV V. *Chimia analitică. Metode fizico-chimice de analiză*, vol. 2, Ed, Universitas, Chișinău, 1991.
2. DONALD J., CLYDE W. *Chimia analitică*, Ed. Tehnica, București, 1989.
3. LUCA C., DUCA AL., CRIȘAN J., *Chimia analitică instrumentală*, Ed. București, 1983.
4. NACU, R. MOCANU. *Chimie analitică și analiza instrumentală*. Iași, România. 1988.
5. LORENTZ JANTSCHI. *Analiza chimică instrumentală*. Editura Academic direct, România, 2014.
6. LIVIU ROMAN, ROBERT SÂNDULESCU. *Chimie Analitică, V.III. Metode de separare și analiza instrumentală*. Editura didactică și pedagogică, București, 1999.
7. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Под редакцией ЗОЛотова Ю. А. Москва, Мир, 2004.
8. GH. VÂTCĂ, *Metode instrumentale de analiză*, Ed. Risoprint, Cluj Napoca, 2006
9. T. DIPPONG, C. MAHALI. *Analiza fizico-chimică a alimentelor utilizând metode instrumentale de analiză*. Editura Risoprint, Cluj Napoca, 2015

- 10 HORIA NAȘCU. *Metode și tehnici de analiză instrumentală*, Ed. U. T. Press, Cluj-Napoca, 2013.
- 11 PETRU CHETRUȘ, *Chimie analitică. Metode electrochimice de analiză*, Chișinău, USM, 2013.
- 12 E. CORDOȘ. *Analiza prin spectrometrie de absorbție moleculară în ultraviolet și vizibil*, Institutul Național de Optoelectronică, București, 2001.
- 13 NEAGU ALEXANDRU FILARETA. *Principii generale ale spectrometriei atomice și moleculare*, Editura Universitară „Carol Davila”, București, 2016.
- 14 ARAMĂ CORINA-CRISTINA. *Metode de separare în analiza farmaceutică. Cromatografia de lichide*. Editura Universitară „Carol Davila”, București, 2015.
- 15 CONSTANTINESCU IOANA-CLEMENTINA. *Potențiometrie. Aplicații ale potențiometriei în analiza farmaceutică*, Editura Tehnoplast Company, București, 2009.
- 16 А. ЯШИН, А. ВЕДЕНИН, Я. ЯЦИН. Применение ВЭЖХ с амперометрическим детектированием. [Аналитика, 2017, Выпуск 2. DOI: 10.22184/2227-572X.2017.33.2.66.78](#)
- 17 ЗАБОЛОТНЫХ. С .А., ЖЕЛНИНА В .О., ДЕНИСОВА С. А., ЕЛОХОВ А. М., ЛЕСНОВ А. Е. Использование расслаивающейся системы вода - антипирин - алкилбензолсульфокислота для экстракции ионов металлов. Журнал Сибирского федерального университета. Химия. 4 (2017, 10) 536-544 [DOI: 10.17516/1998-2836-0047.](#)
- 18 М.Г.БАЛАКИНА. Точная хроматография – и ничего лишнего. Аналитика. 2018, Выпуск 1, [DOI: 10.22184/2227-572X.2018.38.1.18.21.](#)
- 19 NATALIA VELIȘCO, PETRU BULMAGA, ELENA TATARU, IRINA CEBAN. *Metode modern de analiză a substanțelor toxice în obiectele mediului ambient. Note de curs.* Chișinău, 2023 CEP USM.

Subiect de examinare la cursul normativ ”Metode instrumentale de analiză”, *Specialitatea „Chimie”*
Varianta

Nivelul I.

- 1.1. Relatați despre clasificarea metodelor instrumentale de analiză și principiile de bază ale acestora. Descrieți avantajele și domeniile de aplicare.
1.2. Descrieți fenomenul de apariție al potențialului pe electrod. Identificați parametri de care depinde mărimea acestuia. Interpretați metodele de măsurare și de calcul a potențialului unui electrod.

Nivelul II.

- 2.1. Explicați esența metodei spectrofotometrice UV-VIS de analiză. Demonstrați legile care stau la baza absorbției luminii de către speciile chimice optice active. Argumentați relația dintre transmitanța și absorbanta soluțiilor.
Calculați masa manganului (mg) care se conține în 500 mL de soluție, dacă după oxidarea lui până la permanganat pentru determinarea concentrației a fost folosită metoda adașurilor. În două baloane cotate (**a** și **b**) de 100 mL au fost trecuți câte 10 mL soluție de analizat și în balonul **b** s-au adăugat 10,00 mL soluție de KMnO_4 cu titrul 0,001383 g/mL. După aducerea volumelor soluțiilor la cotă a fost determinată absorbanta lor: $A(\mathbf{a}) = 0,35$; $A(\mathbf{b}) = 0,77$. Formula de calcul folosită va fi dedusă. $M(\text{Mn}) = 55 \text{ g/mol}$, $M(\text{KMnO}_4) = 158 \text{ g/mol}$.
2.2. Determinați F.E.M. a elementului alcătuit din electrozii de platină, unul dintre care se află în soluția de acid acetic cu concentrația 0,1000 mol/L, iar celălalt – în soluția de NH_4OH cu concentrația 0,50 mol/L. $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,74 \cdot 10^{-5}$, $K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,76 \cdot 10^{-5}$, $E^\circ(2\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,0 \text{ V}$.

Nivelul III.

- 3.1. Propuneți metode de determinare a cantității de electricitate în culonometrie și explicați modalitățile de folosire a culonometrelor chimice.
Determinați conținutul acidului sulfuric (mg) în 150 mL de soluție, dacă pentru titrarea culonometrică a 10,00 mL titrantului a fost generat prin electroliza soluției de sulfat de potasiu la catod timp de 5 minute 50 secunde la intensitatea curentului 65 mA și randamentul 95%. Scrieți ecuațiile reacțiilor electrochimice care se desfășoară la electroliza soluției apoase de sulfat de potasiu. $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g/mol}$.
3.2. Determinați masa (mg) de Ag^+ care se conține în 100 mL de soluție, dacă F.E.M. a elementului galvanic alcătuit din electrodul de argint, care se află în soluția de analizat, și electrodul de calomel saturat (e.c.s.), are valoarea 0,38 V. $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$, $E(\text{e.c.s.}) = 0,24 \text{ V}$.
 $M(\text{Ag}) = 107,868 \text{ g/mol}$.

Itemul	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	Suma	Nota
Evaluare	10/	10/	24/	15/	23/	18/		
Barem de apreciere	10-19 4	20-29 5	30-39 6	40-59 7	60-84 8	85-94 9	95-100 10	

Titular de curs, conf. universitar

Bulmaga Petru

Subiect de examinare la cursul normativ ”Metode instrumentale de analiză”, *Specialitatea „Chimie”*
Varianta

Nivelul I.

- 1.1. Relatați despre clasificarea și principiile metodelor electrochimice de analiză. Descrieți avantajele acestora și domeniile de aplicare.
1.2. Relatați despre principiile și esența metodelor voltametrice de analiză. Interpretați procesul de înregistrare a semnalului analitic (unda voltametrică) și explicați caracteristicile acestuia. Relatați despre titrarea voltametrică.

Nivelul II.

- 2.1. Expuneți esența metodei electrogravimetrice de analiză. Descrieți metodele culonometrice de analiză, clasificarea acestora și metoda de titrare culonometrică. Descrieți metodele de determinare a cantității de electricitate consumate la electroliză în metoda culonometrică.
Problemă: În celula culonometrică, care conține soluție de iodură de potasiu, se generează iod timp de 12 min. 35 secunde la un curent de 10 mA cu randamentul 93%. Mai apoi prin soluție se barbotează 5 L de amestec de gaze în care se conține hidrogen sulfurat. Pentru reducerea iodului rămas s-a adăugat 25 mL soluție de tiosulfat de sodiu cu titrul 0,24 mg/mL. Excesul de tiosulfat interacționează cu iodul generat la anod timp de 3 min. 15 secunde la curentul cu intensitatea 5 mA cu randamentul 95%. Scrieți ecuațiile reacțiilor care se desfășoară în condițiile indicate în problemă și calculați conținutul hidrogenului sulfurat (mg/m^3) în amestecul de gaze analizat. $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 158 \text{ g/mol}$, $M(\text{H}_2\text{S}) = 34 \text{ g/mol}$.
2.2. **Problemă:** Potențialul real al unei soluții, care conține Ce^{4+} și Ce^{3+} este egal cu 1,62 V. Determinați conținutul (g) de $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ în 500 mL de soluție dacă se știe că în 100 mL de așa soluție se conțin 2,8421 g de $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$. $E^\circ(\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+})$ este egal cu 1,74 V; $M(\text{Ce}(\text{SO}_4)_2) = 333,24 \text{ g/mol}$; $M(\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3) = 568,41 \text{ g/mol}$.

Nivelul III.

- 3.1. Evidențiați cauzele abaterii de la Legea Bouguer-Lambert-Beer. Argumentați operațiile care se îndeplinesc la efectuarea unei analize spectrofotometrice. Determinați masele dicromatului și permanganatului de potasiu (g) în 1500 mL de soluție în baza rezultatelor analizei cu aplicarea metodei determinărilor concomitente. Date practice. $C_M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$; $C(\text{KMnO}_4) = 3,875 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$. $A(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$ la 365 nm = 0,57; $A(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)$ la 550 nm = 0,13; $A(\text{KMnO}_4)$ la 365 nm = 0,12; $A(\text{KMnO}_4)$ la 550 nm = 0,62. $A(\text{problemă})$ la 365 nm = 0,713; $A(\text{problemă})$ la 550 nm = 0,56. $M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294,2 \text{ g/mol}$; $M(\text{KMnO}_4) = 158,03 \text{ g/mol}$.
3.2. Determinați F.E.M. a elementului galvanic alcătuit din electrozii de platină, unul dintre care se află în soluția de acid acetic cu concentrația 0,50 mol/L, iar celălalt – în soluția de NH_4OH cu aceeași concentrație. $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,74 \cdot 10^{-5}$, $K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,76 \cdot 10^{-5}$, $E^\circ(2\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,0 \text{ V}$.

Itemul	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	Suma	Nota
Evaluare	10/	10/	22/	15/	25/	18/		
Barem de apreciere	10-19 4	20-29 5	30-39 6	40-59 7	60-84 8	85-94 9	95-100 10	

Titular de curs, conf. universitar

Bulmaga Petru