

UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
FACULTATEA CHIMIE ȘI TEHNOLOGIE CHIMICĂ
DEPARTAMENT CHIMIE

CURRICULUM
la disciplina
Metode Instrumentale de analiză
Programul Chimie Biofarmaceutică
Ciclul I, Licență, anul III
cu frecvență la zi și cu frecvență redusă

AUTOR:
Dr., conf. Petru Bulmaga

CHIȘINĂU 2018

APROBAT
la ședința Departamentului
din „ ____ ” _____ 2018

Director Departament _____

I. PRELIMINARII

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 microcomponenți la nivel de urme, însă informația despre conținutul acestora este importantă, deoarece ei poartă deseori caracter nociv sau influențează esențial proprietățile sistemelor respective.

O atenție sporită se va acorda metodelor de analiză a componenților activi ai produselor farmaceutice. Conținutul cursului constă în tratarea aprofundată a bazelor teoretice ale metodelor instrumentale contemporane și aplicarea acestora în analiza chimică a produselor medicamentoase.

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 analiza produselor biofarmaceutice.

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 Chimie Biofarmaceutică, sem. V secția zi și sem. VI secția cu frecvență redusă.

Cunoștințele acumulate în cadrul acestei discipline vor fi utilizate la efectuarea analizelor calitative și cantitative a obiectelor policomponente din mediul ambiant, produselor biofarmaceutice, cât și la efectuarea lucrărilor de cercetare.

Pentru însușirea eficientă a cursului studentul va studia în prealabil (sau în paralel): matematica, chimia anorganică, chimie analitică, chimia organică, chimia fizică.

Cunoștințele dobândite la disciplina *Metode Instrumentale de analiză* oferă sprijin beneficiarilor în înțelegerea modalităților de analiză cantitativă și cantitativă a obiectelor cu componenți naturali și sintetici. Abilitățile practice acumulate constituie baza înțelegerii importanței realizării unor analize specifice, sensibile și reproductibile a produselor biofarmaceutice și a interpretării corecte a rezultatelor obținute.

Limba de predare – limba română.

II. ADMINISTRAREA DISCIPLINEI

Forma de învățământ	Codul disciplinei	Denumirea disciplinei	Responsabil de disciplină	Semestrul	Ore total:					Evaluarea	Nr. de credite
					Total	inclusiv					
						C	S	L	LI		
Cu frecvență la zi	S05 A 149 (Chimie biofarmaceutică)	Metode instrumentale de analiză	Bulmaga Petru	V	180	30	-	60	90	Ex.	6
Cu frecvență redusă	S06 A 149 (Chimie biofarmaceutică)	Metode instrumentale de analiză	Bulmaga Petru	VI	180	18	-	18	144	Ex.	6

Unități de conținut și repartizarea orientativă a orelor

Nr. d/o	Unități de conținut	Ore		
		Curs Zi/fr	Lab. Zi/fr	Lucrul individual
1.	Metode instrumentale de analiză. Generalități. Clasificarea metodelor instrumentale de analiză.	2/1	-	4/14

2.	Metode optice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor optice de analiză..	2/1	-	6/14
3	Spectrometria de absorbție moleculară în UV-VIS. Noțiuni de baza. Legile absorbției radiațiilor..	4/3	20/6	10/18
4.	Spectrometria de absorbție atomică.	2/1	-	8/10
5.	Metode electrochimice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor electrochimice de analiză	2/1	-	6/12
6.	Metode electrochimice la curent nul. Potențiometrie. Titrarea potențimetrică.	6/4	24/6	18/18
7.	Metode electrochimice cu electroliză. Columbmetrie. Titrarea columbmetrică.	4/2	6/3	12/14
8	Metode voltamperometrice. Clasificarea. Semnalul analitic în voltamperometrie.	2/1		8/12
9	Metode cromatografice. Generalități. Clasificarea metodelor cromatografice.	2/1	6/2	8/12
10	Cromatografia plană. Cromatografia pe coloană. Cromatografia gaz-lichid. Cromatografia de lichide de înaltă performanță.	4/3	4/1	10/20
Total ore		30/18	60/18	90/144

III. COMPETENȚE PROFESIONALE ȘI FINALITĂȚI DE STUDIU

Nr. d/o	Competențe profesionale	Finalități de studiu
1	Utilizarea adecvată a teoriilor, principiilor, regulilor și metodelor esențiale ce țin de domeniul metodelor instrumentale de analiză.	- A descrie legile și principiile de bază ale metodelor instrumentale de analiză. - A aplica adecvat legile fundamentale ale chimiei în analiza chimică cantitativă.
2	Evidențierea corelației compoziția – structura – proprietățile combinațiilor chimice.	- A stabili natura semnalului analitic respectiv și dependența mărimii acestuia de compoziția cantitativă a probelor analizate. - A evalua compoziția cantitativă a sistemului analizat în funcție de datele experimentale obținute cu aplicarea diferitor metode instrumentale de analiză.
3	Aplicarea cunoștințelor teoretice la soluționarea problemelor calitative și cantitative practice și din viața cotidiană.	- A selecta metoda instrumentală de analiză optimă în funcție de compoziția calitativă și cantitativă a probei de analizat. - A realiza analiza obiectelor reale cu aplicarea metodelor instrumentale de analiză.
4	Utilizarea metodelor, instrumentelor, utilajului și tehnologiilor adecvate pentru activități de măsurare și monitorizare.	- A optimiza metodele instrumentale de analiză în funcție de specificul acestora și compoziția calitativă și cantitativă a probelor analizate. - A efectua măsurători ale mărimilor semnalelor analitice ale metodelor de analiză instrumentală.
5	Interpretarea datelor survenite din măsurătorile și observațiile de laborator și clasificarea acestora	- A colecta, sistematiza și analiza rezultatele unei analize chimice instrumentale. - A identifica interferențele speciilor prezente

		concomitent în probele analizate pentru evitarea erorilor rezultatelor analizelor.
--	--	--

IV. OBIECTIVE DE REFERINȚĂ ȘI CONȚINUTURI

Obiective	Conținuturi
Subiectul 1. Metode instrumentale de analiză. Generalități. Clasificarea metodelor instrumentale de analiză	
- să interpreteze noțiunea de analiză chimică; - să definească obiectivul de bază al Chimiei Analitice Instrumentale; - să definească noțiunea de metode instrumentale de analiză; - să relateze despre clasificarea metodelor de analiză chimică; - să identifice deosebirea dintre metodele chimice și metodele instrumentale de analiză; - să identifice domeniile de aplicare a metodelor instrumentale de analiză; - să distingă avantajele metodelor instrumentale vizavi de metodele chimice de analiză;	• Analiza chimică. • Chimie Analitică Instrumentală. • Metode optice de analiză. • Clasificarea metodelor de analiză instrumentală; • Specificul metodelor instrumentale de analiză; • Aplicarea metodelor instrumentale de analiză; radiochimia; • Avantajele și dezavantajele metodelor instrumentale de analiză;
Subiectul 2. Metode optice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor optice de analiză	
- să descrie principiile de bază a metodelor optice de analiză; - să relateze despre clasificarea metodelor optice de analiză; - să identifice fenomenul de emisie atomică în domeniile de spectru al undelor electromagnetice ultraviolet și vizibil; - să explice fenomenul de absorbție atomică în domeniile de spectru al undelor electromagnetice ultraviolet și vizibil; - să interpreteze noțiunea de linie spectrală atomică; - să descrie sursele de excitare atomică (flacăra, arc, scânteie, plasmă); - să descrie fenomenul de absorbție moleculară în domeniile radiațiilor electromagnetice ultraviolet, vizibil și infraroșu.	• Metode optice de analiză; • Clasificarea metodelor optice de analiză; • Emisie optică atomică; • Absorbție optică atomică; • Liniile de emisie spectrală atomică; • Surse de excitare în spectroscopia atomică de emisie; • Absorbția moleculară a undelor electromagnetice din domeniile ultraviolet, vizibil și infraroșu.
Subiectul 3. Spectrometria de absorbție moleculară în UV-VIS. Noțiuni de baza. Legile absorbției radiațiilor	
- să explice geneza spectrelor electronice de absorbție; - să demonstreze Legea de bază a absorbției luminii; - să explice însemnătatea utilizării legii absorbției luminii în analiza chimică; - să explice motivele abaterii de la legea Bouguer-Lambert-Beer;	• Geneza spectrelor electronice de absorbție; • Legea de bază a absorbției luminii; • Însemnătatea legii absorbției luminii în analiza chimică; • Abaterile de la legea de bază a absorbției luminii;

- să descrie modalitatea obținerii și să explice caracteristicile spectrului electronic de absorbție. - să explice esența legii aditivității; - să descrie modalitățile utilizării legii Bougher-Lambert-Beer pentru determinarea concentrațiilor speciilor chimice în soluții; - să descrie esența metodelor de titrare spectrofotometrică.	• Modalități de înregistrare a spectrelor electronice de absorbție. Caracteristicile SEA • Aditivitatea absorbției luminii; • Metode spectrofotometrice de determinare a concentrațiilor speciilor chimice în soluții. • Titrări spectrofotometrice.
Subiectul 4. Spectrometria de absorbție și emisie atomică	
- să relateze despre spectrometria atomică de emisie; - să descrie modalitatea de înregistrare a spectrelor atomice de emisie; - să relateze despre caracteristicile calitative și cantitative ale spectrelor atomice de emisie; - să interpreteze spectrele atomice de emisie; - să caracterizeze sursele de excitare folosite în spectrometria atomică de emisie; - să descrie specificul spectrometriei atomice de absorbție; - să 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 flacără; - să explice specificul utilizării solvenților în spectrometria atomică.	• 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; • Limitele de detecție în spectrometria atomică de emisie în flacără; • Solvenții folosiți în spectrometria atomică de absorbție.
Subiectul 5. Metode electrochimice de analiză. Principii generale. Clasificarea metodelor electrochimice de analiză	
- să relateze despre principiul de bază a metodelor electrochimice de analiză; - să interpreteze clasificarea metodelor electrochimice de analiză; - să identifice semnalele analitice principale a unei analize electrochimice în dependență de clasificarea metodei; - să definească noțiunea de electrozi folosiți în metodele electrochimice de analiză; - să relateze despre celula electrochimică.	• Metode electrochimice de analiză. Principii de bază; • Clasificarea metodelor electrochimice de analiză; • Semnalul analitic în metodele electrochimice de analiză; • Electrozii folosiți în metodele electrochimice de analiză; • Celula electrochimică.
Subiectul 6. Metode electrochimice la curent nul. Potențiometria. Titrarea potențimetrică. Metoda conductometrică de analiză. Titrarea conductometrică	
- să explice apariția potențialului pe electrod; - să reproducă clasificarea electrozilor a electrozilor folosiți în metoda potențimetrică; - să descrie factorii care influențează mărimea potențialului la electrodul imersat	• Fenomenele care au loc la interfață soluție-electrod; • Clasificarea electrozilor folosiți în metodele electrochimice la curent nul; • Factorii de care depinde mărimea potențialului electrodului contactant cu

în soluția unui electrolit; - să distingă deosebirea dintre potențiomtria directă și titrarea potențimetrică; - să argumenteze prioritatea utilizării metodelor electrochimice la curent nul în analiza sistemelor biofarmaceutice; - să descrie principiul de bază a analizei conductometrice; - să interpreteze noțiunea de mobilitate a speciilor ionice în soluții; - să explice modalitatea de efectuare a unei titrări conductometrice; - să trateze curbele titrărilor conductometrice și să efectueze calculele în baza datelor obținute.	soluția unui electrolit. Ecuația lui Nernst. • Titrimetria potențimetrică; • Avantajele metodelor potențimetrice aplicate în analiza chimică • Analiza conductometrică; • Mobilitatea speciilor ionice în soluții; • Titrarea conductometrică; • Tratarea datelor titrărilor conductometrice.
Subiectul 7. Metode electrochimice cu electroliză. Culonometria. Titrarea culonometrică	
- să descrie bazele teoretice ale proceselor de electroliză a soluțiilor electrolitilor și topiturilor; - să relateze despre clasificarea speciilor ionice în dependență de comportamentul lor la efectuarea electrolizei soluțiilor și topiturilor; - să explice influența ionilor H^+ și OH^- la desfășurarea electrolizei soluțiilor; - să interpreteze relația matematică dintre cantitatea de specie supusă electrolizei și cantitatea de electricitate consumată la realizarea acesteia; - să relateze despre culonometria galvanostatică și culonometria potențiostatică; - să propună parametrii procesului de electroliză realizat cu scopul separării din soluție a diferitor metale, cât și cu scopul determinării cantitative; - să efectueze calcule în baza rezultatelor analizelor culonometrice; - să descrie metoda titrării culonometrice; - să de exemple de folosire a metodei culonometrice în analiza chimică.	• Electroliza soluțiilor electrolitilor și a topiturilor; • Clasificarea electrolitilor în procesele 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.
Subiectul 8. Metode voltametrice. Clasificarea. Semnalul analitic în voltametrie	
- să relateze despre principiul metodelor voltametrice; - să descrie clasificarea metodelor voltametrice și prioritățile lor; - să caracterizeze unda polarografică și să descrie modalitatea utilizării ei în analiza calitativă și cantitativă; - să relateze despre electrozii folosiți în analiza voltametrică; - să argumenteze prioritățile unor tehnici de	• Metoda voltametrică de analiză; • Clasificarea metodelor voltametrice; • Unda polarografică; • Electrozii folosiți în voltametrie; • Tehnici moderni de analiză voltametrică;

analiză voltametrică (la curent alternativ, oscilopolarografia, cu electrozi modificați chimic, cu acumulare etc.). - să descrie principiul și prioritățile metodei amperometrice; - să explice modalitatea stabilirii punctului de echivalență în metoda amperometrică; - să propună metode de dozări a diferitor specii cu metoda amperometrică.	• Titrimetria voltamperometrică; • Stabilirea punctului de echivalență în metoda de titrare voltamperometrică; • Aplicarea metodei voltamperometrice în analiza chimică.
Subiectul 9. Metode cromatografice. Generalități. Clasificarea metodelor cromatografice	
- să descrie principiile de bază ale metodelor cromatografice de analiză; - să relateze despre clasificarea metodelor cromatografice de analiză; - să interpreteze specificul diferitor metode cromatografice de analiză; - să interpreteze diferite procedee de extracție; - să distingă diferența între metodele cromatografice cu schimb de ioni, plane, pe coloană; - să reproducă schema principală a unei instalații cromatografice.	• Analiza cromatografică; • Clasificarea metodelor cromatografice de analiză; • Specificul metodelor cromatografice de analiză; • Procedee de extracție; • Tehnici cromatografice și diferența între ei; • Aparatura folosită în analiza cromatografică.
Subiectul 10. Cromatografia plană. Cromatografia pe coloană. Cromatografia gaz-lichid. Cromatografia de lichide de înaltă performanță HPLC	
- să descrie principiile de bază ale cromatografiei plană; - să identifice specificul cromatografiei pe hîrtie și pe strat subțire; - să determine domeniile și scopul aplicării a metodelor cromatografice plane; - să explice teoria cromatografiei în fază gazoasă; - să descrie procedeul de analiză cromatografică în fază gazoasă; - să relateze despre coloana cromatografică folosită în cromatografia de gaze; - să descrie sistemele de introducere a probelor în cromatografia de gaze; - interpreteze noțiunile de fază staționară și fază mobilă folosite în cromatografia de gaze; - să recunoască importanța părților componente a unei instalații cromatografice de gaze: colana cromatografică, cuptorul, detectorul; - să relateze despre analiza calitativă și cantitativă în cromatografia de gaze; - să exemplifice aplicația metodei cromatografice de gaze în analiza chimică. - să explice principiul cromatografiei de	• Cromatografia plană; • Cromatografia pe hîrtie și pe strat subțire; • Aplicarea cromatografiei plane; • Teoria cromatografiei în fază gazoasă (teoria talerelor); • Procedee de efectuare a unei analize cromatografice în fază gazoasă; • Colane cromatografice; • Sisteme 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;

lichide. - să relateze despre mărimi de retenție în cromatografia de lichide; - să interpreteze noțiunile de eficacitate și selectivitate a coloanei; - să descrie operațiile de optimizare a condițiilor de analiză cromatografică de lichide; - să relateze despre cromatografia de adsorbție. - să descrie metoda cromatografică prin schimb ionic. - să relateze despre aplicațiile metodelor cromatografice în analiza biofarmaceutică.	• 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 biofarmaceutică.
--	--

V. 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, algoritimizarea, instruirea programată;

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; obținerea datelor prin efectuarea măsurătorilor parametrilor fizici ai sistemelor analizate; prelucrarea datelor măsurătorilor, analiza, evaluarea și interpretarea rezultatelor obținute; 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. Nota semestrială va fi calculată din notele de la testări, media evaluărilor curente și nota de la lucrul individual.

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere în nota finală (%)
Curs	Corectitudinea răspunsurilor – înțelegerea și aplicarea corectă a problematicii tratate la curs. Rezolvarea corectă a exercițiilor și problemelor de calcul.	2 lucrări de atestare	33,3
Laborator	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii lucrărilor de laborator. Îndeplinirea corectă a temelor pe parcursul semestrului. Îndeplinirea obiectivelor practice.	Evaluări curente	33,3
Lucrul individual	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate în cadrul lucrării practice. Rezolvarea exercițiilor și problemelor de	Evaluarea rapoartelor problemelor practice	33,3

	calcul. Îndeplinirea obiectivelor.		
--	------------------------------------	--	--

Nota de la examen se va pune în conformitate cu următorul barem:

Puncte	95-100	85-94	60-84	40-59	30-39	20-29	10-19	5-9	1-4
Nota	10	9	8	7	6	5	4	3	2

Nota finală pentru disciplină a studenților cu frecvență la zi va fi calculată din **60 % Nota semestrială** și **40 % nota de la examen**. Pentru **studenții cu frecvență redusă** **nota finală** va fi calculată din **50 % Nota semestrială** și **50 % nota de la examen**.

VI. LUCRUL INDIVIDUAL

Nr.	Produsul preconizat	Strategii de realizare	Criterii de evaluare	Termen de realizare
1.	Portofoliu	1. Lecturarea notelor de curs. 2. Lecturarea surselor bibliografice. 3. Rezolvarea exercițiilor și a problemelor de calcul la fiecare modul al programului disciplinei. 4. Reprezentarea grafică a spectrelor electronice de absorbție în diferite variante și determinarea caracteristicilor calitative și cantitative ale acestora. 5. Caracterizarea metodelor spectrofotometrice de absorbției moleculare în domeniile UV-VIS ale radiațiilor electromagnetice. 6. Caracteristica și clasificarea electrozilor folosiți în metodele potențimetrice de analiză. 7. Descrierea metodelor cromatografice gaz-lichid de analiză și domeniilor de aplicare a acestora.	- integrarea cunoștințelor teoretice; - corectitudinea rezolvării; - pentru caracteristica elementelor conținutul să corespundă planului propus, rigorilor științifice și lingvistice; - caracter analitic; - volum (4-6 pagini). Raporturile prezentate în formă scrisă sunt apreciate cu notă.	Pe parcursul întregului semestru

VII. REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- Vasiliev V., Chimia analitică. Metode fizico-chimice de analiză, vol. 2, Ed, Universitas, 1991.
- Donald J., Clyde W., Chimia analitică, Ed. Tehnica, București, 1989.
- Luca C., Duca Al., Crișan J., Chimia analitică instrumentală, Ed, București, 1983.
- Nacu, R. Mocanu ș. a., Chimie analitică și analiza instrumentală. Iași, România. 1988.
- Lorentz Jantschi., Analiza chimică instrumentală. Editura Academic direct, România, 2004.
- Liviu Roman, Robert Săndulescu. Chimie Analitică, V. III. Metode de separare și analiza instrumentală. Editura didactică și pedagogică, București, 1999.
- Kreşcov A. P., Bazele chimiei analitice (trad. din rusă), vol.3 Ed. Lumina, Chișinău 1977.
- Ляликов Ю.С., Физико-химические методы анализа. М, 1964.
- Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Под редакцией Золотова Ю. А. Мир, 2004.
- Дорохова У., Прохорова Г., Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. М, 1991.
- Барковский В., Физико-химические методы анализа. 1982 М.
- Kreşcov A.P., Bazele chimiei analitice (trad. din rusă), vol.,2, Ed. Lumina, Chișinău, 1977.

13. Croitoru V., Constantinescu A., Aplicații și probleme de chimie analitică., Ed. Tehnica, București, 1983.
14. Musachin A., Probleme la analiza cantitativă (rus), Ed. Chimia, Leningrad, 1972, (10).
15. Gh. Vâtcă, Metode instrumentale de analiză, Ed. Risoprint, Cluj Napoca, 2006
16. T. Dippong, C. Mihali, Analiza fizico-chimică a alimentelor utilizând metode instrumentale de analiză, Editura Risoprint , Cluj Napoca, 2015
17. Horia Nașcu, Metode și tehnici de analiză instrumentală, Ed. U. T. Press, Cluj-Napoca, 2003.
18. Petru Chetruș, Chimie analitică. Metode electrochimice de analiză, Chișinău, 2013.
19. E. Cordoș și col., Analiza prin spectrometrie de absorbție moleculară în ultraviolet și vizibil, Institutul Național de Optoelectronică, București, 2001.
20. D. I. Pietrzyk, C. W. Frank, Chimie analitică, Ed. Tehnică, București, 1989.

**Subiect de examinare la cursul normativ ”Metode instrumentale de analiză”, Specialitatea „Chimie biofarmaceutică”
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 al 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 adausrilor. 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: $A(a) = 0,35$; $A(b) = 0,77$. 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 titrantul a fost generat prin electroлиза 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 electroлиза 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 biofarmaceutică”
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 electroлизă 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 Bougher-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: $C_M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$; $C(\text{KMnO}_4) = 3,875 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L$