

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

**CURRICULUM**  
**la disciplina**  
***Analiza cromatografică***  
**Specialitatea Chimie Coordinativă**  
**Ciclul II, Masterat**

**AUTOR:**  
**Dr., conf. Petru Bulmaga**

**CHIȘINĂU 2018**

**APROBAT**

**Director Departament**

---

**la ședința Departamentului  
din „ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018**

## I. PRELIMINARI

Cursul *Analiza Cromatografică* are ca scop însușirea teoriei și principiilor de bază ale metodelor și tehnicilor cromatografice și aplicarea acestora în controlul calității produselor biofarmaceutice și analiza compușilor coordinativi. Actualmente metodele și tehnicile cromatografice sunt cele mai frecvent folosite în analiza chimică a obiectelor policomponente de diferită natură deoarece se caracterizează prin selectivitate și sensibilitate înalte și durată relativ mică de realizare.

Conținutul cursului constă în tratarea aprofundată a bazelor teoretice ale metodelor de separare și de analiză cromatografică și aplicarea acestora în analiza chimică.

Obiectivul cursului constă în familiarizarea studenților cu cunoștințe teoretice de bază și înarmarea cu abilități practice din domeniul metodelor de separare și analiză cromatografică.

*Beneficiari* - Cursul *Analiza Cromatografică* face parte din cursurile de specializare și este destinat studenților anului II<sub>M</sub>, sem. IV de la Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică, specialitatea Chimie Coordinativă.

Cunoștințele și aptitudinile dobândite la disciplina *Analiza Cromatografică* oferă un sprijin substanțial în înțelegerea modalităților de analiză cantitativă a obiectelor policomponente cu componenți naturali și sintetici. Abilitățile practice acumulate constituie baza pentru înțelegerea importanței realizării unor analize specifice, sensibile și reproductibile.

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

*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 coordinativă)	Analiza cromatografică	Bulmaga Petru	III	150	20	-	30	100	ex	5

### Unități de conținut și repartizarea orientativă a orelor

Nr. d/o	Unități de conținut	Ore		
		Curs	Lab.	Lucrul individual
1.	Pretratarea probelor multicomponente în analiza chimică. Metode de pretratare și eficiența lor. Mascarea speciilor interferente. Clasificarea reactivilor de mascare.	2	-	8
2.	Separarea speciilor chimice din amestecuri. Tehnici de separare. Generalități (clasificări, caracteristici cantitative, condiții de eficientizare, etc.). Extracția. Clasificarea metodelor de extracție. Terminologia procesului de extracție. Echilibrul interfazic în extracții lichid-solid. Condițiile de eficientizare a procesului de extracție. Caracteristici cantitative ale procesului de extracție lichid-lichid.	4	8	24
3	Cromatografia. Scurt istoric. Clasificarea metodelor cromatografice.	2	-	8

4.	Cromatografia plană. Cromatografia pe hârtie. Cromatografia pe strat subțire: principiu, adsorbanti, faze mobile, tehnica de lucru, analiza calitativa si cantitativa . Cromatografia pe strat subțire de înaltă performanta.	2	8	8
5.	Cromatografia pe coloană. Cromatografia în fază gazoasă (GC). Cromatografia de adsorbție și cromatografia de repartiție. Principiu metodei, faze mobile și faze staționare, coloane cromatografice, detectori, aparatură. Factori care influențează separarea cromatografica.	3	6	14
6.	Teoria si dinamica procesului cromatografic. Rezoluția si eficienta separării cromatografice. Selectivitatea si eficienta separării. Analiza calitativa si cantitativa in cromatografie.	3	-	16
7.	Cromatografia de lichide de înaltă performanță (HPLC): principiu de bază, faze staționare, detectori, identificarea si determinarea calitativă și cantitativă a componentilor separați prin HPLC.	2	-	14
8	Cromatografia prin schimb ionic. Aplicații la analiza speciilor ionice în sisteme policomponente.	2	8	8
<b>Total ore</b>		<b>20</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

### III. COMPETENȚE PROFESIONALE ȘI FINALITĂȚI DE STUDIU

Nr. d/o	Competențe profesionale	Finalități de studiu
1	Evidențierea corelației structură – proprietăți și aplicarea ei în sinteza compușilor noi, ce posedă proprietățile utile necesare.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A stabili natura semnalului cromatografic și dependența mărimii acestuia de compoziția cantitativă a probelor analizate.</li> <li>- A evalua compoziția cantitativă a sistemului analizat în funcție de datele experimentale obținute cu aplicarea diferitor metode cromatografice de analiză.</li> </ul>
2	Analiza critică a metodelor clasice și moderne, conceperea și realizarea unor metode noi de sinteză și analiză a diferitor clase de liganzi și compuși coordinați.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A identifica caracteristici de performanță a metodele cromatografice folosite în cuantificarea componentilor probelor analizate.</li> <li>- A realiza analiza obiectelor reale cu aplicarea metodelor cromatografice.</li> </ul>
3	Selectarea metodelor instrumentale adecvate de analiză cromatografică a compușilor noi obținuți.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A selecta metoda adecvată de pretratare a probelor în funcție de specificul acestora, compoziția calitativă și cantitativă.</li> <li>- A selecta metoda cromatografică potrivită și a efectua măsurători ale semnalelor analitice respective.</li> </ul>
4	Optimizarea și modernizarea procedeeleor și tehnicilor existente pentru sinteza și analiza substanțelor în funcție de sarcinile propuse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A modifica metodicele de analiză cromatografică cunoscute cu scopul optimizării și eficientizării acestora.</li> <li>- A evalueze randamentele de aplicare a metodelor cromatografice la efectuarea analizei chimice;</li> </ul>
5	Interpretarea datelor practice obținute prin aplicarea teoriilor moderne cunoscute.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A evalua datele experimentale obținute din exploatarea metodelor și tehnicilor de analiză.</li> <li>- A colecta, sistematiza și analiza rezultatele unei analize cromatografice.</li> <li>- A identifica interferențele speciilor prezente</li> </ul>

concomitent în probele analizate pentru evitarea erorilor rezultatelor analizelor.

#### IV. OBIECTIVE DE REFERINȚĂ ȘI CONȚINUTURI

Obiective	Conținuturi
<b>Subiectul 1. Pretratarea probelor multicomponente în analiza chimică</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să identifice specificul analizelor de analiză a sistemelor policomponente;</li> <li>- să motiveze necesitatea pretratării sistemelor policomponente în procesul de analiză a acestora;</li> <li>- să definească și să clasifice reactivii de mascare a speciilor interferente;</li> <li>- să identifice caracteristicile cantitative a proceselor de mascare.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza chimică a sistemelor policomponente.</li> <li>• Influența speciilor interferente asupra rezultatelor analizei chimice.</li> <li>• Mascarea speciilor interferente. Reactivi de mascare.</li> <li>• Eficiența proceselor de mascare.</li> </ul>
<b>Subiectul 2. Separarea speciilor chimice din amestecuri</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să interpreteze clasificarea metodelor separare, mascare și preconcentrare;</li> <li>- să relateze despre metodele de separare prin precipitare, coprecipitare, distilare, extracție;</li> <li>- să evidențieze avantajele aplicării metodelor de pretratare în controlul analitic;</li> <li>- să determine și să evalueze caracteristicile cantitative a proceselor de separare.</li> <li>- să descrie metoda de separare prin extracția lichid-lichidă;</li> <li>- să interpreteze condițiile de efectuare a unei extracții;</li> <li>- să relateze despre clasificarea sistemelor de extracție</li> <li>- să determine prin calcule parametrii cantitativi ai unei extracții;</li> <li>- să evalueze dependența valorii gradului de extracție de pH-ul soluției;</li> <li>- să determine compoziția compușilor extractibili.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificarea și principiile de bază ale metodelor de pretratare a probelor de analizat</li> <li>• Esența metodelor de separare. Precipitarea. Extracția. Distilarea.</li> <li>• Eficiența aplicării metodelor de pretratare în analiza probelor policomponente.</li> <li>• Caracteristicile cantitative a proceselor de separare și determinarea lor.</li> <li>• Extracția lichid-lichidă.</li> <li>• Condițiile de efectuare a extracției.</li> <li>• Clasificarea sistemelor de extracție.</li> <li>• Caracteristicile cantitative ale procesului de extracție</li> <li>• Dependența gradului de extracție de pH-ul soluțiilor.</li> <li>• Compoziția compușilor ce se extrag.</li> </ul>
<b>Subiectul 3. Cromatografia. Scurt istoric. Clasificarea metodelor cromatografice</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să descrie etapele principale de dezvoltare a cromatografiei;</li> <li>- să relateze despre clasificarea metodelor cromatografice de analiză;</li> <li>- să interpreteze specificul diferitor metode cromatografice de analiză;</li> <li>- să evidențieze procesele care duc la separarea speciilor în metoda cromatografică.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromatografia. Scurt istoric;</li> <li>• Cromatografia. Principiile de bază.</li> <li>• Clasificarea metodelor cromatografice.</li> <li>• Cromatografia plană și aplicarea ei în analiza chimică.</li> </ul>
<b>Subiectul 4. Cromatografia plană</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să descrie principiile de bază ale cromatografiei plană;</li> <li>- să identifice specificul cromatografiei pe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromatografia plană. Principiile de bază.</li> <li>• Cromatografia pe hârtie și pe strat subțire.</li> </ul>

<p>hîrtie și pe strat subțire;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- să relateze despre caracterul semnalului analitic în cromatografia plană;</li> <li>- să relateze despre componența soluției de eluție în cromatografia plană;</li> <li>- să determine domeniile și scopul aplicării a metodelor cromatografice plane.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deplasarea speciilor chimice pe suportul cromatografic în cromatografia plană. Factorul de retenție <math>R_f</math>.</li> <li>• Componența soluției de eluare în cromatografia plană.</li> <li>• Cromatografia plană și aplicarea ei în analiza chimică.</li> </ul>
<p><b>Subiectul 5. Cromatografia pe coloană. Cromatografia în fază gazoasă (GC)</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să identifice deosebiri între cromatografia plană și cromatografia pe coloană;</li> <li>- să relateze despre principiile de bază a cromatografiei pe coloană;</li> <li>- să descrie procesele care se află la baza cromatografiei de adsorbție și de repartiție pe coloană;</li> <li>- să relateze despre factorii care influențează separarea cromatografică pe coloană;</li> <li>- să explice rolul fiecărui component al unui sistem cromatografic pe coloană;</li> <li>- să explice noțiunile de fază staționară și fază mobilă în cromatografia pe coloană;</li> <li>- să descrie echilibrele care au loc la deplasarea speciilor analizate prin coloana cromatografică;</li> <li>- să identifice speciile analizate și să determine conținutul acestora în proba analizată.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromatografia pe coloană;</li> <li>• Principiile de bază ale cromatografiei pe coloană;</li> <li>• Cromatografia de adsorbție a gazelor și de repartiție pe coloană;</li> <li>• Adsorbția și repartiția speciilor pe coloana cromatografică;</li> <li>• Sisteme cromatografice gaz-lichid</li> <li>• Faze staționare și faze mobile în cromatografia gaz-lichid;</li> <li>• Echilibrele interfazice în cromatografia gaz-lichid;</li> <li>• Să efectueze analize calitative și cantitative cu aplicarea cromatografiei de gaze pe coloană.</li> </ul>
<p><b>Subiectul 6. Teoria și dinamica procesului cromatografic</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să explice izotermele de adsorbție a speciilor pe suprafața adsorbantilor;</li> <li>- să descrie repartiția unui analit între fazele cromatografice pe coloană;</li> <li>- să reproducă dinamica separării pe coloană;</li> <li>- să distingă noțiunile de pic cromatografic, timp și volum de retenție;</li> <li>- să explice noțiunile de rezoluție a coloanei;</li> <li>- să determine condițiile optime de separare a speciilor pe coloana cromatografică;</li> <li>- să relateze despre eficiență și selectivitatea colonei cromatografice.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoria proceselor de adsorbție;</li> <li>• Repartiția speciilor chimice între două faze imiscibile;</li> <li>• Dinamica proceselor de repartiție;</li> <li>• Semnalul analitic în cromatografia pe coloană;</li> <li>• Capacitatea de separare a colonei cromatografice;</li> <li>• Optimizarea proceselor de separare în cromatografia de repartiție;</li> <li>• Eficiența coloanelor cromatografice.</li> </ul>
<p><b>Subiectul 7. Cromatografia de lichide de înaltă performanță (HPLC)</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- să explice principiul cromatografiei de lichide.</li> <li>- să relateze despre mărimi de retenție în cromatografia de lichide;</li> <li>- să interpreteze noțiunile de eficacitate și selectivitate a coloanei în cromatografia de lichide;</li> <li>- să descrie operațiile de optimizare a condițiilor de analiză cromatografică de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromatografia de lichide;</li> <li>• Indici calitativi în cromatografia de lichide;</li> <li>• Caracteristicile coloanei cromatografice;</li> <li>• Optimizarea proceselor cromatografiei de lichide;</li> </ul>

lichide; - să descrie principiile cromatografiei de lichide de înaltă performanță (HPLC); - să relateze despre aplicațiile metodelor cromatografice în analiza chimică.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromatografia de lichide de înaltă performanță (HPLC);</li> <li>• Aplicarea metodelor cromatografice în analiza chimică.</li> </ul>
<b>Subiectul 8. Cromatografia prin schimb ionic</b>	
- să descrie metoda cromatografică prin schimb ionic. - să relateze despre principiile cromatografiei prin schimb de ioni; - să interpreteze compoziția rășinilor schimbătoare de ioni; - să caracterizeze cationiții și anioniții folosiți în cromatografia prin schimb ionic; - să interpreteze componența eluenților în cromatografia prin schimb de ioni; - să relateze despre aplicarea cromatografiei prin schimb de ioni în analiza chimică.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cromatografia prin schimb de ioni;</li> <li>• Principiile de bază a cromatografiei prin schimb de ioni;</li> <li>• Compoziția rășinilor schimbătoare de ioni;</li> <li>• Tipuri de cationiți și anioniți;</li> <li>• Eluenți folosiți în cromatografia prin schimb de ioni;</li> <li>• Aplicarea cromatografiei prin schimb de ioni în analiza chimică.</li> </ul>

## V. SUGESTII METODICE

Instruirea în cadrul disciplinei Analiza cromatografică 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 vor fi folosite metodele: descrierea și interpretarea metodelor și tehnicilor de analiză; obținerea datelor prin efectuarea măsurătorilor parametrilor cromatografici 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	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea	Evaluarea	33,3

individual	și înțelegerea corectă a problematicii tratate în cadrul lucrării practice. Rezolvarea exercițiilor și problemelor de calcul. Îndeplinirea obiectivelor.	rapoartelor problemelor practice	
------------	--	----------------------------------	--

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

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

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

## VI. LUCRUL INDIVIDUAL

<i>Nr.</i>	<i>Produsul preconizat</i>	<i>Strategii de realizare</i>	<i>Criterii de evaluare</i>	<i>Termen de realizare</i>
1.	Portofoliu	<ol style="list-style-type: none"> <li>Lecturarea notelor de curs.</li> <li>Lecturarea surselor bibliografice.</li> <li>Rezolvarea exercițiilor și a problemelor de calcul la fiecare modul al programului disciplinei.</li> <li>Reprezentarea grafică a spectrelor electronice de absorbție în diferite variante și determinarea caracteristicilor calitative și cantitative ale acestora.</li> <li>Caracterizarea metodelor cromatografice planr de analiză.</li> <li>Descrierea metodelor cromatografice pe coloană.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>integrarea cunoștințelor teoretice;</li> <li>corectitudinea rezolvării;</li> <li>pentru caracteristica elementelor conținutul să corespundă planului propus, rigorilor științifice și lingvistice;</li> <li>caracter analitic;</li> <li>volum (4-6 pagini). Dările de seamă la lucrările practice îndeplinite se prezentată în formă scrisă și sunt apreciate cu notă.</li> </ul>	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.
- Kreșcov A. P., Bazele chimiei analitice (trad. din rusă), vol.3 Ed. Lumina, Chișinău 1977.
- Аналитическая химия. Проблемы и подходы. Под редакцией Золотова Ю. А. Мир, 2004.
- Croitoru V., Constantinescu A., Aplicații și probleme de chimie analitică, Ed. Tehnica, București, 1983.



10. Musachin A., Probleme la analiza cantitativă (rus), Ed. Chimia, Leningrad, 1972 .
11. Daniel C. Harris. Quantitative Chemical Analysis, W. H. Freeman and Company, 2007.
12. Robert L. Grob, Eugene F. Barry. Modern Practice of Gas Chromatography, John Wiley and Sons. Inc., 2004.
13. Michael W. Dong. Modern HPLC for practicing scientists, Wiley-Interscience, 2006.
14. Robert L. Grob, Eugene F. Barry, Modern practice of gas chromatography, Wiley-Interscience, 2004.
15. Michael W. Dong, Modern HPLC for practicing scientists, Wiley-Interscience, 2006.
16. Victor David, Andrei Medvedovici, Metode de separare și analiza cromatografică, Ed. Universității din București, 2008.

**Subiect de examinare la cursul de specializare ”Metode cromatografice de analiză”,  
Specialitatea Chimie Coordinativă  
Varianta 1**

**Nivelul I**

- 1.1. Argumentați necesitatea efectuării operațiilor de pretratare în analiza chimică și relații care sunt cele mai frecvent aplicate.
- 1.2. Relații despre principiul și specificul metodelor cromatografice plane. Descrieți etapele principale și modul de lucru în cromatografia în strat subțire. Enumerați avantajele și dezavantajele cromatografiei plane.

**Nivelul II**

- 2.1. Descrieți principiile de bază și clasificarea metodelor cromatografice de analiză în funcție de mecanismul separării, natura fazelor cromatografice și configurația sistemului cromatografic.
- 2.2. Conținutul sulfului în petrol se efectuează cu metoda gravimetrică în formă de sulfat de bariu. Pentru aceasta sulful care se conținea în 1000 g de petrol a fost oxidat până la  $\text{SO}_3$ , apoi acesta a fost barbotat printr-o soluție de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  cu volumul 250 mL și concentrația 0,01 mol/L. Precipitatul format a fost separat de soluție prin filtrare, spălat cu trei porții de apă rece cu volumele 100 mL, uscat și cântărit la balanța analitică. Determinați conținutul real de sulf în petrol (mg/kg) ținându-se cont de pierderile care au loc pe parcursul efectuării analizei dacă masa sulfatului de bariu cântărit este egală cu 0,0245 g.  $P.S.(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$ .  $M(\text{BaSO}_4) = 233,40$  g/mol,  $M(\text{S}) = 32$  g/mol.

**Nivelul III**

- 3.1. Pornind de la expresiile matematice a coeficientului de distribuție ( $D_{(A)} = [A]_o/[A]_{aq}$ ) și a gradului de extracție a unei specii ( $R_{(A)} = v(A)_o/(v(A)_o + v(A)_{aq})$ ) demonstrați cum pot fi calculate următoarele caracteristici cantitative ale extracției:

- a) gradul de extracție în urma unei și a “m” extracții;
- b) concentrația speciei care se extrage rămasă în faza apoasă după una și “m” extracții;
- c) numărul de extracții necesar pentru atingerea unui anumit grad de extracție.

După extracția iodului cu volume egale de fază apoasă și de tetraclorură de carbon la titrarea a 100,00 mL de fază apoasă sau consumat 13,72 mL soluție de tiosulfat de sodiu cu titrul 0,0003953 g/mL, iar la titrarea a 2,00 mL de fază organică – 23,85 mL. Calculți mărimea coeficientul de distribuție a iodului între fazele sistemului propus. Determinați prin calcule:

- 1- gradul de extracție a iodului cu 25 mL de tetraclorură de carbon din 100 mL de fază apoasă;
- 2- concentrația iodului în faza apoasă după una și patru extracții consecutive cu câte 15 mL de tetraclorură de carbon din 60 mL de fază apoasă cu concentrația inițială 0,01 mol/L;
- 3- numărul de extracții cu 10 mL de tetraclorură de carbon din 50 mL de fază apoasă necesar pentru atingerea gradului de extracție 99,9%;
- 4- în care caz extracția va fi mai eficientă: a) din 100 mL de fază apoasă iodul se extrage cu 100 mL de tetraclorură de carbon; b) din 100 mL de fază apoasă iodul se extrage de 2 ori consecutiv cu câte 50 mL de  $\text{CCl}_4$ ; c) din 100 mL de fază apoasă iodul se extrage de 5 ori consecutiv cu câte 20 mL de  $\text{CCl}_4$

Itemul	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	Suma	Nota
Evaluare	12/	13/	15/	25/	35/		
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