

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca  |
| 1.2 Facultatea                        | Chimie și Inginerie Chimică   |
| 1.3 Departamentul                     | Chimie  |
| 1.4 Domeniul de studii                | Inginerie Chimică   |
| 1.5 Ciclul de studii                  | Licenta   |
| 1.6 Programul de studiu / Calificarea | <p>Inginerie chimică – Chimie alimentară și tehnologii biochimice – CATB / Inginer</p> <p>Inginerie chimică – Ingineria substanțelor anorganice și protecția mediului – ISAPM / Inginer</p> <p>Inginerie chimică – Chimia și Ingineria Substanțelor Organice, Petrochimice și Carbochimice – CISOPC / Inginer</p> <p>Inginerie chimică – Știința și Ingineria Materialelor Oxidice și Nanomateriale – SIMON / Inginer</p> <p>Inginerie chimică – Ingineria și Informatica Proceselor Chimice și Biochimice – IIPCB / Inginer</p> <p>Inginerie chimică – Inginerie Biochimică – IB / Inginer</p> |

### 2. Date despre disciplină

|  |   |               |   |                        |   |                         |          |
|--|---|---------------|---|------------------------|---|-------------------------|----------|
| 2.1 Denumirea disciplinei              | <b>Chimie Analitică - Analiză instrumentală (Analytical Chemistry - Instrumental Analysis) – CLR 1147</b> |               |   |                        |   |                         |          |
| 2.2 Titularul activităților de curs    | Prof. dr. Tiberiu FRENȚIU   |               |   |                        |   |                         |          |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | <p>Prof. Dr. Tiberiu FRENȚIU</p> <p>Lect. dr. Augustin Cătălin MOȚ</p> <p>Asist. drd. Eniko COVACI</p>    |               |   |                        |   |                         |          |
| 2.4 Anul de studiu                     | II  | 2.5 Semestrul | 4 | 2.6. Tipul de evaluare | C | 2.7 Regimul disciplinei | DD<br>Ob |

### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

|  |     |                    |    |               |     |
|--|-----|--------------------|----|---------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână  | 5   | Din care: 3.2 curs | 3  | 3.3 laborator | 2   |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ   | 70  | Din care: 3.5 curs | 42 | 3.6 laborator | 28  |
| Distribuția fondului de timp:  |     |                    |    |               | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe                                    |     |                    |    |               | 32  |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren |     |                    |    |               | 14  |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri                          |     |                    |    |               | 14  |
| Tutoriat   |     |                    |    |               | 5   |
| Examinări  |     |                    |    |               | 5   |
| Alte activități: Nu este cazul   |     |                    |    |               | 0   |
| 3.7 Total ore studiu individual  | 55  |                    |    |               |     |
| 3.8 Total ore pe semestru  | 125 |                    |    |               |     |
| 3.9 Numărul de credite   | 5   |                    |    |               |     |

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

|                   |   |
|-------------------|---|
| 4.1 de curriculum | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nu este cazul</li> </ul> |
| 4.2 de competențe | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nu este cazul</li> </ul> |

## 5. Condiții (acolo unde este cazul)

|  |   |
|--|---|
| 5.1 De desfășurare a cursului                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Activitatea didactică se desfășoară în concordanță cu <b>Codul de etică și deontologie profesională al UBB 24051/10.12.2019 aprobat de Senat și Ghidul pentru combaterea discriminării</b> și se întemeiază pe următoarele principii fundamentale: libertate academică, competență și profesionalism, integritate, onestitate intelectuală, colegialitate, loialitate, dreptate și echitate, nediscriminare și egalitate de șanse, responsabilitate;</li> <li>• Studenții se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise, iar după caz cu mască și vizieră</li> <li>• Cadrul didactic se va prezenta la curs după caz cu mască și vizieră</li> <li>• Nu va fi acceptată întârzierea</li> <li>• Este necesară o sală echipată cu videoproiector și calculator</li> </ul>     |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studentul trebuie să cunoască principiul lucrărilor de laborator și să aibă conspectată lucrarea de laborator care urmează să o efectueze</li> <li>• Studenții se vor prezenta la seminar/laborator cu telefoanele mobile închise</li> <li>• Studenții se vor prezenta în laborator cu halat, manusi, cârpă de laborator, masca și vizieră.</li> <li>• Studenții nu vor lăsa nesupravegheată o instalație în funcțiune</li> <li>• Predarea referatului de laborator se va face cel târziu în săptămâna următoare desfășurării efective a lucrării</li> <li>• Pentru predarea cu întârziere se penalizează cu 0,5 puncte/zi</li> <li>• Este interzis accesul cu mâncare în laborator</li> <li>• Cadrul didactic se va prezenta la laborator după caz cu mască și vizieră</li> </ul> |

## 6. Competențele specifice acumulate

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Competențe profesionale | <b>Inginerie chimică - CATB</b><br><br><b>C6. Efectuarea analizelor și asigurarea controlului calității prin metode si tehnici specifice</b><br><br>C6.1 Identificarea metodelor generale si specifice de analiza pentru efectuarea analizelor și controlul calității.<br>C6.2 Descrierea metodelor de analiza folosite si interpretarea rezultatelor obtinute<br>C6.3 Utilizarea unor principii și metode pentru rezolvarea de probleme / situații bine definite, întâlnite la efectuarea analizelor chimice si a controlului calitatii.<br>C6.4 Aplicarea criteriilor de performanță în alegerea metodelor de analiză chimica si de control al calitatii<br>C6.5 Elaborarea de rapoarte asupra metodelor de analiza folosite si a rezultatelor obținute, a unui buletin de analiza și a unor proceduri proprii managementului calității.<br><br><b>Competențe domeniul Inginerie Chimică – ISAPM, CISOPC, SIMON, IIPCB</b><br><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>C2. Descrierea, analiza și utilizarea conceptelor si teoriilor fundamentale din domeniul chimiei si ingineriei chimice</b></li> </ul> |
|                         |   |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Competențe transversale | <p>C2.4 Analiza critică și utilizarea principiilor, metodelor și tehnicilor de lucru de evaluare cantitativă și calitativă a proceselor din ingineria chimică</p> <p>C2.5 Aplicarea conceptelor și teoriilor fundamentale din domeniul chimiei și ingineriei chimice pentru elaborarea de proiecte profesionale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>C3. Exploatarea proceselor și instalațiilor cu aplicarea cunoștințelor din domeniul ingineriei chimice</b></li> </ul> <p>C3.3 Monitorizarea proceselor din industria chimică, identificarea situațiilor anormale și propunerea de soluții în condiții de asistență calificată</p> <p>C3.4 Evaluarea critică a proceselor, echipamentelor, procedurilor și produselor din industria chimică cu utilizarea unor instrumente și metode de evaluare specifice</p> <p><b>Competențe domeniul Inginerie Chimică – IB</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>C2. Descrierea, analiza și utilizarea conceptelor și teoriilor fundamentale din domeniul chimiei și ingineriei chimice</b></li> </ul> <p>C2.4 Analiza critică și utilizarea principiilor, metodelor și tehnicilor de lucru de evaluare cantitativă și calitativă a proceselor din ingineria chimică</p> <p>C2.5 Aplicarea conceptelor și teoriilor fundamentale din domeniul chimiei și ingineriei chimice pentru elaborarea de proiecte profesionale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>C3. Exploatarea proceselor și instalațiilor cu aplicarea cunoștințelor din domeniul ingineriei chimice</b></li> </ul> <p>C3.3 Monitorizarea proceselor din industria chimică, identificarea situațiilor anormale și propunerea de soluții în condiții de asistență calificată</p> <p>C3.4 Evaluarea critică a proceselor, echipamentelor, procedurilor și produselor din industria chimică cu utilizarea unor instrumente și metode de evaluare specifice</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>C5. Descrierea, analiza și utilizarea metodelor de analiză, caracterizare și control specifice produselor naturale de origine biotică și a produselor de biosinteză</b></li> </ul> <p>C5.1 Utilizarea conceptelor, teoriilor și metodelor de bază specifice analizei chimice, fizico-chimice și senzoriale a produselor naturale de origine biotică și/sau a produselor de biosinteză</p> <p>C5.2 Explicarea și interpretarea datelor experimentale obținute în urma analizelor fizico-chimice, chimice și senzoriale a produselor naturale de origine biotică și/sau a produselor de biosinteză pe baza conceptelor, teoriilor, și metodelor cunoscute</p> <p>C5.3 Utilizarea metodelor standardizate de analiză în determinarea structurii, compoziției și proprietăților produselor naturale de origine biotică și/sau a produselor de biosinteză</p> <p>C5.4 Analiza critică și utilizarea de criterii și metode adecvate în vederea alegerii și aplicării unor metode de analiză corespunzătoare scopului propus.</p> <p>C5.5 Formularea, dezvoltarea și aplicarea creativă de soluții pentru probleme de analiză chimică, fizico-chimică și senzorială în contexte bine definite.</p> |
|                         | <p>C5.4 Analiza critică și utilizarea de criterii și metode adecvate în vederea alegerii și aplicării unor metode de analiză corespunzătoare scopului propus.</p> <p>C5.5 Formularea, dezvoltarea și aplicarea creativă de soluții pentru probleme de analiză chimică, fizico-chimică și senzorială în contexte bine definite.</p>   |
|                         |  |

## 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general al disciplinei | <ul style="list-style-type: none"> <li>Familiarizarea studenților cu principiile metodelor instrumentale spectrale și electrochimice utilizate în laboratoarele de analize chimice necesare în diverse domenii și deprinderea de a efectua corect analizele chimice</li> </ul>  |
| 7.2 Obiectivele specifice             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cunoașterea principiilor de colectare, prelucrare și păstrare a probelor</li> <li>Cunoașterea performanțele metodelor instrumentale de analiză și alegerea corectă a unei metode</li> <li>Cunoașterea metodelor optice de analiză în domeniul razelor X, UV-Viz, IR utilizate în laboratoarele de analiză</li> <li>Cunoașterea principiilor metodei de analiza prin spectrometrie de masă</li> <li>Cunoașterea instrumentației spectrale</li> <li>Cunoașterea metodelor electroanalitice utilizate în laboratoarele de analize</li> <li>Dezvoltarea aptitudinilor studenților în analiza elementală și moleculară prin metode instrumentale și interpretarea corectă de către studenți a rezultatelor analitice prin teste de prelucrare statistică</li> </ul> |

## 8. Conținuturi

| 8.1 Curs  | Metode de predare   | Observații |
|---|---|------------|
| <p><b>8.1.1. Tipuri de metode analitice și caracteristicile acestora.</b> Metode clasice de analiză și metode instrumentale. Schema bloc a unui aparat de analiză. Calibrarea și etalonarea aparatelor de analiză. Caracterul relativ al metodelor instrumentale; principiul curbei de calibrare. Clasificarea metodelor de analiza. Performanțe analitice (precizia, corectitudinea, repetabilitatea, reproductibilitatea, limita de detecție și de determinare, sensibilitatea de calibrare și analitică. Comparatie între metode și instrumente. Soluții stoc și standarde de etalonare, proba martor și proba analitică.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>metode clasice și instrumentale de analiză, criterii de performanță (limita de detecție și de determinare, sensibilitate, erori sistematice și întâmplătoare, repetabilitate și reproductibilitate), schema bloc a unui aparat de analiză, curba de calibrare, probe etalon, mator și proba analitică.</i></p> <p><b>Metode de prelevare și păstrare a probelor</b></p> <p>Prelevarea mostrelor de probe lichide, solide și gazoase.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>noțiunea de lot, mostre sau probe elementare, proba medie sau de laborator, proba analitică, analit, matrice, metoda sferturilor.</i></p> | <p>Prelegerea; Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> | 3 ore      |
| <p><b>8.1.2. Metode spectrometrice.</b> Proprietățile radiației electromagnetice. Spectrul electromagnetic. Tipuri de interacțiuni ale radiației electromagnetice cu substanța. Clasificarea metodelor spectrometrice după metodologia de lucru și domeniile spectrului electromagnetic. Emisia, absorbția și fluorescența radiațiilor. Metode bazate pe proprietăți optice generale ale probelor (reflexia, dispersia, turbidimetria, polarimetria, refracția).</p> <p>Cuvinte cheie: <i>spectru, domenii spectrale, emisie, absorbție, fluorescență, reflexie, dispersie, refracție</i></p>   | <p>Prelegerea;Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p>  | 3 ore      |
| <p><b>8.1.3. Metode de analiză prin spectrometrie de raze X. Caracteristici și instrumentație.</b> Originea spectrului și caracteristicile spectrelor de linii și continuu de raze X. Schemele bloc ale metodelor de analiză prin emisie,</p>   | <p>Prelegerea;Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p>  | 3 ore      |

|   |  |              |
|---|--|--------------|
| <p>absorbție, fluorescență și difracție de raze X. Elementele componente ale instrumentației.</p> <p>Surse de raze X. Tubul de raze X, surse radioizotopice și surse sincrotrone, acceleratoare de electroni, caracteristici. Monocromatoare de raze X (instrumente cu dispersie după lungimea de undă, instrumente cu dispersie după energia razelor X). Detectoare de raze X. Detectorul cu semiconductor. Analizorul de înălțime pulsuri și detectoare contor de fotoni.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>spectru de linii și spectru continuu de raze X, serii spectrale, limita de tăiere spectru continuu, tipuri de interacțiuni ale probei cu razele X, monocromator, analizor de pulsuri de raze X, tubul de raze X, surse radioizotopice, suraa sincrotronă, detector cu semiconductor, caracteristici instrumentație, rezoluție spectrală.</i></p>   |  |              |
| <p><b>8.1.4. Analiza prin fluorescență de raze X.</b> Schema bloc a metodei. Elementele componente ale instrumentației. Surse de raze X. Monocromatoare de raze X. Detectoare de raze X. Metodologii de analiză și modalități de reducere a interferențelor spectrale (metoda dreptei etalon, metoda standardului intern și de adiție). Aplicații specifice la determinarea metalelor din diferite probe.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>fluorescență, tranziții energetice, tubul de raze X, radioizotopi ca surse de raze X, detector fotoelectric de raze X, detector cu semiconductori, instrumente cu dispersie după lungimea de undă, instrumente cu dispersie după energia razelor X, analizor de înălțime pulsuri, interferențe în analiza de fluorescență, prelucrarea probelor pentru analiza XRF, aplicații la determinarea metalelor.</i></p>   | <p>Prelegerea;Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> | <p>3 ore</p> |
| <p><b>8.1.5. Analiza componentelor elementale și moleculare prin spectrometrie UV-VIZ.</b></p> <p><b>Spectrometria de absorbție moleculară ultraviolet și vizibil.</b> Originea și caracteristicile spectrului de bandă în UV-Vis. Legile cantitative ale absorbției moleculare. Instrumentație specifică în absorbția moleculară UV-Vis. Surse de spectru continuu (becul cu filament de W, lampa cu halogen, lampa de deuteriu și Xe) Spectrometrul Czerny – Turner, Rețeaua de difracție, rețeaua echelle, puterea de dispersie și rezoluție a spectrometrelor. Detectoare UV – Vis.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>spectre moleculare UV-Vis, transmitanța, absorbanta, absorbtivitate moleculară, surse primare de spectru continuu, detectoare de radiație UV – VIZ (fotomultiplicatorul, aria de fotodiode - PDA și detectoarele cu sarcină cuplată - CCD), spectrofotometre monofascicul și dublu fascicul, spectrofotometre simultane cu PDA și CCD.</i></p> | <p>Prelegerea;Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> | <p>3 ore</p> |
| <p><b>8.1.6. Aplicații ale analizei prin spectrometria de absorbție moleculară UV-Vis.</b> Analiza cantitativa a conservanților și coloranților și a metalelor prin absorbția moleculară UV – Vis. Criterii de selectare a lungimii optime de analiză. Metoda curbei de calibrare și standardului de adiție. Analiza amestecurilor de substanțe. Analiza amestecurilor care prezintă punct izosbestic. Curba erorilor în absorbția moleculară. Erori sistematice și întâmplătoare în absorbția moleculară. Abateri chimice și instrumentale de la legea Lambert–Beer. Instrumentația în absorbția moleculară UV – Vis.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>Legea Lambert-Beer, abateri de la legea Lambert-Beer, curba erorilor în spectrofotometrie, analiza calitativă și cantitativă, punctul izosbestic, curba erorilor</i></p>  | <p>Prelegerea;Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> | <p>3 ore</p> |
| <p><b>8.1.7. Spectrometria de absorbție atomică în UV- Viz.</b> Originea spectrelor</p>   | <p>Prelegerea;Explicația;</p>  | <p>3 ore</p> |

|  |  |              |
|--|--|--------------|
| <p>de absorbție atomică UV-VIZ. Caracteristicile metodei. Instrumentație. Surse de spectru continuu și de linii (lampa cu catod cavitărilor – HCL, lampa cu descărcare fără electrozi – EDL și lampa de Xe ca sursă în absorbția atomică. Spectrometria de absorbție atomică de joasă rezoluție cu surse de linii. Spectrometre monofascicul, dublu fascicul în spectrometria de absorbție atomică de joasă rezoluție. Spectrometria de absorbție atomică în flacără – FAAS. Tipuri de flăcări. Spectrometria de absorbție atomică în cuptor de grafit – GFAAS. Corecția de fond în absorbția atomică de joasă rezoluție și modificarea de matrice. Spectrometria de absorbție atomică de înaltă rezoluție cu sursă continuă.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>spectru de absorbție de linii, atomizare, procese suferite de probă în absorbția atomică, lampa cu catod cavitărilor, lampa EDL, lampa de Xe, absorbția atomică în flacără, absorbția atomică în cuptor, metode instrumentale de corecție a fondului, modifierul de matrice</i></p> | <p>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p>                            |              |
| <p><b>8.1.8. Spectrometria de emisie atomică în UV-VIZ.</b> Originea spectrelor de emisie atomică. Spectrul de linii atomice și ionice, spectrul de bandă moleculară.</p> <p><b>Spectrometria de emisie atomică în flacără (FAES):</b> caracteristicile metodei, instrumentația și aplicațiile metodei FAES. Performanțele metodei FAES comparativ cu FAAS. Interferențe chimice și eliminarea lor. Spectrometre FAES cu rețea și cu filtre.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>emisie atomică, procese în emisia atomică, linie spectrală și bandă moleculară, spectrul de emisie în flacără, aplicații ale FAES la determinarea elementelor alcaline și alcalino – pământoase.</i></p>   | <p>Prelegerea;Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> | <p>3 ore</p> |
| <p><b>8.1.9. Spectrometria de emisie atomică în UV-VIZ. Spectrometria de emisie atomică în plasma cuplata inductiv (ICP-AES).</b> Torța cu plasmă, Caracteristicile plasmei ICP. Introducerea probelor lichide în ICP. Procese în plasmă. Instrumentație specifică în ICP - AES. Tipuri de spectrometre. Pregătirea probelor pentru determinarea metalelor prin ICP – AES.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>emisie atomică, plasma cuplata inductiv, caracteristicile ICP.</i></p>   | <p>Prelegerea;Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> | <p>3 ore</p> |
| <p><b>8.1.10. Spectrometria de emisie atomică în UV-VIZ. Instrumentație specifică în ICP - AES.</b> Tipuri de spectrometre și principiul de lucru. Aplicații specifice pentru ICP-AES Pregătirea probelor pentru determinarea metalelor prin ICP – AES.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>spectrometre secvențiale Czerny Turner, Spectrometre multicanal, detectoare CCD, montaj optic Paschen – Runge, vizare axială okasmă, vizare radială plasmă, vizare dublă plasmă.</i></p>  | <p>Prelegerea;Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> | <p>3 ore</p> |
| <p><b>8.1.11. Analiza prin spectrometria de masă atomică. Analiza prin spectrometrie de masă atomică în plasma cuplată inductiv (ICP-MS).</b> Principiul ICP-MS. Schema unui spectrometru ICP-MS. Spectrometrul quadrupol. Interfața plasma ICP – analizor de masă. Interferențe izobare și poliatomice. Eliminarea interferențelor în ICP – MS. Performanțe analitice.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>principiul spectrometriei de masă, ionizare, spectrul de masă atomic, schema bloc spectrometru de masă, schema unui quadrupol, puterea de rezoluție, con de extracție, interferență izobară și poliatomică, cameră DRC și CRC pentru eliminare interferențe, parametru RPq, performanțe ICP – MS.</i></p>   | <p>Prelegerea;Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> | <p>3 ore</p> |
| <p><b>8.1.12. Analiza prin spectrometria în infraroșu (IR).</b> Domeniile spectrului IR. Originea spectrelor moleculare în IR. Modele moleculare. Tipuri de vibrații și rotații. Instrumentație în spectrometria de absorbție în IR. Surse de radiație IR, monocromatoare IR, detectoare de radiație în IR.</p>  | <p>Prelegerea;Explicația;<br/>Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> | <p>3 ore</p> |

|  |  |                   |
|--|--|-------------------|
| <p>Spectrometria cu transformate Fourier (FTIR). Aplicații calitative și cantitative ale absorbției moleculare în IR. Prepararea probelor solide, lichide și gazoase.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>spectre de vibrație- rotație, oscilatorul armonic și anarmonic, ecuația lui Hook, număr de benzi fundamentale de vibrație, interpretare spectre IR, domeniul frecvențelor de grup și domeniul amprentelor, spectrometre Fourier, aplicații</i></p>  |  |                   |
| <p>8.1.13. <b>Analiza prin metode electrochimice. Potențiometria.</b> Celula potențiometrică. Electrozi de referință (electrodul de hidrogen, calomel și clorură de argint). Electrozi indicatori metalici (specia zero, I, II și cu membrană ion selectivă). Electrocul cu membrană de sticlă. Electrozi cu membrană lichidă. Electrozi cu enzime. Electrozi gaz sensibili. Determinarea potențiometrică a pH-ului. Titarea potențiometrică.</p> <p>Cuvinte cheie: <i>potențial, celula potențiometrică, ecuația lui Nernst, electrod de referință, electrozi indicatori, electrozi ioni selectivi, potențial de asimetrie electrod de sticlă, mecanism de funcționare electrod de sticlă, potențialul electrodului de sticlă, celula pH-metrică, surse de erori la determinarea pH-ului.</i></p>   | Prelegerea;Explicația;<br>Conversația;<br>Descrierea;<br>Problematizarea                                       | 3 ore             |
|  | Prelegerea;Explicația;<br>Conversația;<br>Descrierea;<br>Problematizarea                                       | 3 ore             |
| <p>8.1.14. <b>Voltametria.</b> Semnalul de excitație în voltametrie. Tipuri de metode voltametrice. Polarografia cu baleiaj liniar de potențial și cu puls de curent. Electrocul picurător de mercur. Domeniul catodic și anodic pentru electrocul picurător de Hg. Polarograma. Ecuația lui Ilkovic și aplicațiile în polarografie. Potențialul de semiundă. Aplicații ale polarografiei la determinarea cationilor metalici din probe de apă, băuturi alcoolice și nealcoolice, zahăr și produse zaharoase, etc).</p> <p>Cuvinte cheie: <i>polarografie, undă polarografică, potențial de semiundă, ecuația lui Ilkovic, electrod picurător de Hg.</i></p>   | Prelegerea;Explicația;<br>Conversația;<br>Descrierea;<br>Problematizarea                                       | 3 ore             |
| <p><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Metode instrumentale de analiză – aplicații</i>, T. Frențiu, A. C. Moț, E. Covaci, Editura Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2019, ISBN 978-606-37-0515-1</li> <li>2. <i>Metode de imagistică elementală și moleculară</i>, T. Frențiu, D. Casoni, Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2019, ISBN, 978-606-37-0584-7.</li> <li>3. <i>Suport de curs în format electronic, suport audio video</i></li> <li>4. <i>Analiza prin spectrometrie de absorbție moleculară în ultraviolet-vizibil</i>, Emil Cordos, T. Frențiu, A.M. Rusu, M. Ponta și E. Darvasi Ed. Institutului National de Optoelectromica Bucuresti, 2001, ISBN 973-98742-7-4.</li> <li>5. <i>Analiza prin spectrometrie atomică</i>, Emil Cordos, T. Frențiu, A.M. Rusu, M. Ponta și A. Fodor Ed. Institutului National de Optoelectromica Bucuresti, 1998, ISBN 973-98742-0-7.</li> <li>6. <i>Spectrometrie atomică analitică cu surse de plasmă</i>, Emil Cordos, T. Frențiu, M. Ponta, M. Șenilă, C. Tănăsolia, Ed. Institutului National de Optoelectromica Bucuresti, 2007, ISBN 978-973-88109-1-4.</li> <li>7. <i>Principles of Instrumental Analysis</i>, Douglas A. Skoog, F. James Holler, Timothy A. Nieman seventh edition, Saunders College Publishing, 2017.</li> </ol> |  |                   |
| <b>8.2 Seminar / laborator</b>   | <b>Metode de predare</b>   | <b>Observații</b> |
| <p>8.2.1. <b>Protecția muncii. Calculul statistic al rezultatelor. Interpretarea rezultatelor analitice</b></p> <p>Cuvinte cheie: <i>distribuție normală, deviație standard, deviație standard procentuală, precizie și justete, repetabilitate și reproductibilitate, incertitudine compusă și extinsă, buget de incertitudine. Buletin de analiză.</i></p> <p><i>Obligațiile studentului:</i> lectura referat de protecția muncii.</p>   | Experimentul;<br>Explicația;Conversația;<br>Descrierea;<br>Problematizarea<br>Lucru în grup de 4 – 5 studenți. | 2 ore             |
| <p>8.2.2. <b>Determinarea acidului benzoic și benzoatilor din sucuri prin spectrometrie de absorbție moleculară UV – Vis. Analiza calitativă și cantitativă.</b></p>   | Experimentul;<br>Explicația;Conversația;<br>Descrierea;  | 2 ore             |

|   |  |       |
|---|--|-------|
| <p>Cuvinte cheie: <i>spectru, analiza calitativă, lungime optimă de analiză, necesitate determinare conservanți benzoici, lungime optimă de analiză, limită de detecție, precizie, testul Dixon.</i></p> <p><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i></p>   | <p>Problematizarea</p> <p>Lucru în grup de 4 – 5 studenți.</p>   |       |
| <p><b>8.2.3. Determinarea azotitului de sodiu din probe de mediu și alimentare prin spectrometrie de absorbție moleculară UV – Vis. Prepararea probelor. Analiza calitativă.</b></p> <p>Cuvinte cheie: <i>standarde de calibrare, proba martor, necesitate determinare azotit, lungime optimă de analiză.</i></p> <p><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i></p>  | <p>Experimentul;<br/>Explicația;Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> <p>Lucru în grup de 4 – 5 studenți.</p> | 2 ore |
| <p><b>8.2.4. Determinarea azotitului de sodiu din probe de mediu și alimentare spectrometrie de absorbție moleculară UV – Vis. Prepararea probelor. Analiza cantitativă.</b></p> <p>Cuvinte cheie: <i>standarde de calibrare, proba martor, necesitate determinare azotiți, lungime optimă de analiză, limită de detecție, precizie, testul Dixon.</i></p> <p><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i></p>   | <p>Experimentul;<br/>Explicația;Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> <p>Lucru în grup de 4 – 5 studenți.</p> | 2 ore |
| <p><b>8.2.5. Analiza berii prin spectrometrie de absorbție moleculară UV – Vis. Determinarea culorii echivalente a berii (ECB) blonde și brune. Determinarea gradului de amăreală a berii.</b></p> <p>Cuvinte cheie: <i>spectru de absorbție moleculară, culoarea echivalentă a berii, standarde de culoare, gradul de amăreală, analiza Dixon a datelor, precizie.</i></p> <p><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i></p>  | <p>Experimentul;<br/>Explicația;Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> <p>Lucru în grup de 4 – 5 studenți.</p> | 2 ore |
| <p><b>8.2.6. Determinarea Li, Na, K, Ca și Mg din probe de apă potabilă și minerală prin spectrometrie de emisie atomică în flacără cu spectrometre secvențiale și simultane.</b></p> <p>Cuvinte cheie: <i>emisie atomică, spectru de linii și de bandă, flacără, lungimea optimă de analiză, spectrometru secvențial și simultan, detector multicanal.</i></p> <p><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i></p>  | <p>Experimentul;<br/>Explicația;Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> <p>Lucru în grup de 4 – 5 studenți.</p> | 2 ore |
| <p><b>8.2.7. Detereminarea metalelor din probe de mediu și alimentare. Mineralizarea probelor în digestorul cu microunde și pe baie de nisip.</b></p> <p>Cuvinte cheie: <i>digestor cu microunde, program termic, avantajele mineralizării în microunde.</i></p> <p><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i></p>   | <p>Experimentul;<br/>Explicația;Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> <p>Lucru în grup de 4 – 5 studenți.</p> | 2 ore |
| <p><b>8.2.8. Detereminarea metalelor din probe de mediu și alimentare prin ICP – AES.</b></p> <p>Cuvinte cheie: <i>plasma ICP, spectrometru simultan, standarde de calibrare, proba martor, curba de calibrare, deviație standard, RSD, repetabilitate, limită de detecție.</i></p> <p><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i></p>  | <p>Experimentul;<br/>Explicația;Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> <p>Lucru în grup de 4 – 5 studenți.</p> | 2 ore |
| <p><b>8.2.9. Detereminarea metalelor din probe de mediu și alimentare prin spectrometria de absorbție atomică în flacără (FAAS) de joasă rezoluție.</b></p> <p>Cuvinte cheie: <i>absorbție atomică în flacără, lampa cu catod cavitat, spectrometrie AAS de joasă rezoluție cu sursă de linii, standarde de calibrare, proba martor, curba de calibrare, deviație standard, RSD, repetabilitate, limită de detecție.</i></p> <p><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i></p> | <p>Experimentul;<br/>Explicația;Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p> <p>Lucru în grup de 4 – 5 studenți.</p> | 2 ore |
| <p><b>8.2.10. Detereminarea metalelor din probe de mediu și alimentare prin spectrometria de absorbție atomică în flacără (FAAS) de înaltă rezoluție.</b></p> <p>Cuvinte cheie: <i>absorbție atomică în flacără, lampa de Xe, spectrometrie AAS de înaltă rezoluție cu sursă continuă, standarde de calibrare,</i></p>  | <p>Experimentul;<br/>Explicația;Conversația;<br/>Descrierea;<br/>Problematizarea</p>   | 2 ore |



|   |  |       |
|---|--|-------|
| <i>proba martor, curba de calibrare, deviație standard, RSD, repetabilitate, limită de detecție.</i><br><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i>   | Lucru în grup de 4 – 5 studenți.   |       |
| <b>8.2.11. Compararea statistică a rezultatelor între ICP-AES și FAAS.</b><br>Cuvinte cheie: <i>testul Q, t și F, grad de regăsire, eroare sistematică și întâmplătoare, verificare metodă prin analize de CRM.</i><br><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i>  | Experimentul;<br>Explicația;Conversația;<br>Descrierea;<br>Problematizarea<br>Lucru în grup de 4 – 5 studenți. | 2 ore |
| <b>8.2.12. Determinarea potentiometrică a pH-ului băuturilor (apă, vin, sucuri).</b><br>Cuvinte cheie: <i>pH, celula pH-metrică, electrod de calomel, electrod de sticlă, metoda directă și indirectă, calibrare celulă și soluții tampon de pH.</i><br><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i>   | Experimentul;<br>Explicația;Conversația;<br>Descrierea;<br>Problematizarea<br>Lucru în grup de 4 – 5 studenți. | 2 ore |
| <b>8.2.13. Determinarea metalelor grele (Cd, Pb, Ni și Zn) din apă potabilă prin metoda voltametrică.</b><br>Cuvinte cheie: <i>voltametrie, electrod picurător de mercur, soluție de bază, potențial de semiundă, curent de difuzie, ecuația lui Ilkovic, adiție standard, voltametrie cu puls de potențial.</i><br><i>Obligațiile studentului: lectura referat și întocmire referat.</i> | Experimentul;<br>Explicația;Conversația;<br>Descrierea;<br>Problematizarea<br>Lucru în grup de 4 – 5 studenți. | 2 ore |
| <b>8.2.14. Test de laborator. Verificare aptitudini experimentale.</b><br><b>Intocmire referat</b><br><i>Obligațiile studentului: efectuarea unui experiment pe baza lucrărilor de laborator, întocmire referat și interpretare rezultate.</i>  | Experimentul;<br>Explicația;Conversația;<br>Descrierea;<br>Problematizarea<br>Lucru individual.                | 2 ore |
| <b>Bibliografie</b><br>1. <i>Metode instrumentale de analiză – aplicații</i> , T. Frențiu, A. C. Moț, E. Covaci, Editura Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2019, ISBN 978-606-37-0515-1<br>2. Instrucțiuni de utilizare instrumente existente în laborator. Carte tehnică instrumente.  |  |       |

## 9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

- Prin însușirea conceptelor teoretico-metodologice și abordarea aspectelor practice incluse în disciplina **Chimie Analitică - Analiza instrumentală** studenții dobândesc un bagaj de cunoștințe consistent, în concordanță cu competențele din Suplimentul la diplomă și calificările din ANC.

## 10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare   | 10.2 metode de evaluare   | 10.3 Pondere din nota finală |
|----------------|---|---|------------------------------|
| 10.4 Curs      | Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicei tratate la curs | Examen sub formă de examen scris în sesiune – accesul la examen este condiționat de prezentarea referatului de laborator a unei lucrări de laborator stabilită prin extragere individuală, care trebuie întocmit și de prezenta la laborator în proporție de 90%. Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examen. Frauda la examen se pedepsește prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB | 80 %                         |

|   |  |  |      |
|---|--|--|------|
| 10.5 Seminar/ laborator   | Activitatea desfășurată în laborator<br>Calitatea referatului pregătit | Colocviu laborator – test scris–ce se susține în ultima săptămână de activitate didactică<br>Referatul de laborator corespunzător lucrării practice extrase– se predă până în ultima săptămână de activitate didactică | 20 % |
| 10.6 Standard minim de performanță  |  |  |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Atât la examenul scris cât și la testul de laborator nota minimă de promovare este 5.</li> </ul> |  |  |      |

Data completării

28.03.2022

Semnătura titularului de curs

Prof. Dr. Tiberiu FRENȚIU



Semnătura titularului de seminar

Prof. Dr. Tiberiu FRENȚIU



Lect. dr. Augustin Cătălin MOȚ



Asist. Drd. Eniko COVACI



Data avizării în departament

18 aprilie 2022

Semnătura directorului de departament

Acad. Cristian Silvestru

