

FIȘA DISCIPLINEI

- **Date despre program**

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea de Vest din Timișoara
1.2 Facultatea	Fizică
1.3 Departamentul	Fizică
1.4 Domeniul de studii	Fizică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Fizică aplicată în Medicină

- **Date despre disciplină**

2.1 Denumire disciplina	SPECTROMETRIE DE MASĂ IN BIOMEDICINĂ FAM 2301						
2.2 Titular activități de curs	Prof. Dr. Alina-Diana Zamfir						
2.3 Titular activități de laborator/lucrari	Lect. Dr. Liliana Lighezan						
2.4 Anul de studiu	2	2.6 Semestrul	1	2.7 Tipul de evaluare	Ex	2.8 Regimul disciplinei	Ob

- **Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)**

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care ore curs	2	seminar		laborator	2	
3.2. Numar ore pe semestru	56	din care ore curs	28	seminar		laborator	28	
3.3.Distribuția fondului de timp:							56	ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe						60		
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate / pe teren						30		
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri						20		
Tutoriat						2		
Examinări						6		
Alte activități.....						2		
3.4 Total ore studiu individual	120							
3.5 Total ore pe semestru 1	176							

3.6 Numărul de credite	7	
------------------------	---	--

• **Precondiții (acolo unde este cazul)**

4.1 de curriculum	• Cursuri de Fizică Generală
4.2 de competențe	• măsurători experimentale și prelucrarea datelor

• **Condiții (acolo unde este cazul)**

5.1 de desfășurare a cursului	• whiteboard/tabla, computer, videoproiector
5.2 de desfășurare a seminarului	•
5.3 de desfășurare a laboratorului	• Instrumente de masura, computere, software-uri

• **Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)**

7.1 Obiectivul general al disciplinei	• Inusirea principiilor, metodelor si tehnicilor moderne de spectrometrie de masa biomedicala si a abilitatilor de aplicare ale acestora in studii clinice;
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> • Cunoasterea metodelor moderne de spectrometrie de masa biomedicala bazate pe ionizarea prin ESI si MALDI si a tehnicilor complementare care functioneaza in cuplaj cu spectrometria de masa precum: cromatografia de lichide, electroforeza capilara si sistemele microfluidice • Dobandirea abilitatilor practice de preparare a probelor, de operare individuala cu spectrometrul de masa si de optimizare corespunzatoare a experimentelor; • Dezvoltarea capacitatii de interpretare a spectrelor de masa de screening si fragmentare si de formulare a unor concluzii biomedicale preliminare derivate din acestea.

Cunoștințe	<p>Cunoaștere și înțelegere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a. fenomenului și teoriilor fizico-chimice aferente ionizării moleculelor prin electrospray (ESI) și desorbție prin laser în matrice organice (MALDI); • b. principiilor analizărilor de tip cuadrupolar, cu timp de zbor, cu rezonanță ciclotronică și transformata Fourier, capcana ionică, capcana electrostatică (Orbitrap), analizărilor hibride; • c. tehnicilor moderne de fragmentare a ionilor prin spectrometria de masă;
------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> d. tehnicilor moderne de separare în cuplaj cu MS; e. sistemelor microfluidice în cuplaj cu MS; f. aplicațiilor ESI MS și MALDI MS la analiza biomoleculilor <p>Explicare și interpretare:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. interpretarea spectrelor de masă ale biomoleculilor extrase din matrici biologice; b. explicarea fenomenelor asociate fragmentării ionilor prin disocieri induse prin ciocnire, captura de electroni și transfer de electroni; c. explicarea rezultatelor obținute prin prisma unui diagnostic biomedical preliminar;
Abilități	<p>Instrumental – aplicative:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. pregătire (extracție, purificare, derivatizare, digestionare, concentrare, diluare etc.) a probelor pentru analiza prin spectrometrie de masă în funcție de scopul urmărit; b. operarea cu spectrometrul de masă cu ionizare prin electrospray și ionizare prin MALDI; c. lucrul cu instrumentele de electroforeză capilară și cromatografie lichidă; d. lucrul cu dispozitive microfluidice cuplate cu spectrometrul de masă; e. operarea cu software-urilor disponibile pentru interpretarea spectrelor de masă complexe;
Responsabilitate și autonomie	<ul style="list-style-type: none"> să își organizeze activitatea de laborator; să identifice resurse bibliografice legate de fenomenele studiate; să transpună în practică setul de cunoștințe acumulate; să-și exprime clar ideile pe cale scrisă și orală; să lucreze în echipă; să reacționeze prompt și eficient în situații neașteptate; să-și valorifice eficient programul de lucru; și evalueze și aprecieze realist a cunoștințelor;

• **Conținuturi**

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Principiile spectrometriei de masă (MS). Scurt istoric. Arhitectura și principalele caracteristici ale spectrometrelor de masă. Surse pentru	explicația, argumentarea cercetarea analitică	2 ore

ionizarea biomoleculilor: sursa de ioni cu electrospray (ESI) și sursa de ioni cu desorbție prin laser în matrice organică (MALDI-matrix-assisted laser desorption/ionization).		
2. Analizări de masă. Analizorul cuadrupolar și triplu cuadrupolar. Analizorul cu timp de zbor. Sisteme hibride cuadrupolare cu timp de zbor. Analizări cu capcana ionică (ion trap). Analizorul cu capcana electrostatică (Orbitrap). Analizorul de mare rezoluție cu rezonanță ciclotronică și transformata Fourier. Spectrometria de masă cu mobilitate ionică.	explicația, argumentarea cercetării analitice	2 ore
3. Tehnici de fragmentare a ionilor biomoleculari. Disocierea indusă prin ciocnire (CID). Disocierea prin captura de electroni (ECD). Disocierea prin transfer de electroni (ETD). Mecanisme de fragmentare ETD/CID și ECD/CID alternative. CID prin iradiere rezonantă (sustained off-resonance irradiation-SORI-CID). Disocierea multifotonică în infraroșu (infrared multiphoton dissociation-IRMPD). Fragmentare MALDI post-sursă (Post-source decay-PSD).	explicația, argumentarea cercetării analitice, conversația euristică	2 ore
4. Spectrometria de masă în tandem. Spectrometria de masă în tandem spațial (MS/MS). Tandem MS temporal (MS ²). Spectrometria de masă în stadii multiple (MS ⁿ). Spectrometria de masă bazată pe mobilitatea ionică (ion mobility mass spectrometry-IMS).	problematizarea, cercetarea analitică, conversația euristică	2 ore
5. Tehnici de separare a amestecurilor biomoleculare complexe în cuplaj cu spectrometria de masă. Principiile cromatografiei de lichide de înaltă performanță (high performance liquid	explicația, argumentarea, conversația euristică	2 ore

<p>chromatography-HPLC), nanoLC, capLC si UPLC. Cuplajul HPLC, nanoLC, cap LC and UPLC cu spectrometria de masa cu ionizare prin electrospray (ESI MS). Principiile electroforezei capilare (CE). Cuplajul off- si on-line in polaritate directa si inversa a CE cu ESI MS: designul de interfatare cu si fara adaos de solvent (sheath flow interface si sheathless interface). Principiile cromatografiei pe strat subtire. Gel electroforeza mono si bidimensionala in conjunctie cu ESI si MALDI MS.</p>		
<p>6. Dispozitive avansate de tip microfluidic pentru spectrometria de masa biomedicala. Principiul microfluidicelor. Sisteme de chip-nanoelectrospray pentru infuzie directa: chip-uri polimerice si chip-uri de siliciu. Chip-HPLC MS. Chip-CE MS. Sisteme robotizate, complet automatizate cu chip-nanoESI. Sisteme de chip-uri pentru MALDI MS.</p>	<p>explicația, argumentarea, problematizarea, cercetarea analitică, conversația euristica</p>	<p>2 ore</p>
<p>7. ESI MS si MALDI MS pentru analiza compozitionala (peptide mass fingerprinting) si structurala a peptidelor si proteinelor. Metode de preparare, digestionare si purificare pentru analiza prin MS. Determinarea structurii si secventei peptidice/proteice si a modificarilor posttransalationale prin ESI si MALDI MS. Metoda bottom-up/shotgun proteomics prin LC MS, CID MS/MS si MSⁿ. Metoda moderna top-down proteomics pentru identificarea proteinelor, a modificarilor posttransalationale si a pozitiei acestora prin ECD si ETD MS, si MSⁿ. Baze de date MS. Software pentru interpretarea spectrelor. Nomenclatura Roepstorff-</p>	<p>explicația, argumentarea, conversația euristica, brainstorming, studiul prin descoperire</p>	<p>3 ore</p>

Fohlman de desemnare a ionilor fragment. Descoperire prin MS a proteinelor biomarkeri ai unor severe patologii.		
8. ESI MS si MALDI MS pentru analiza compozitionala si structurala a lipidelor. Metode de purificare a lipidelor pentru analiza prin MS. Metode de analiza compozitionala si structurala a lipidelor prin ESI si MALDI MS si tandem MS. Shotgun lipidomics prin LC MS, CID MS/MS si MS ⁿ . Top down lipidomics. Interpretarea spectrelor de masa. Nomenclatura Ann-Adams de desemnare a ionilor fragment. Descoperirea prin MS a lipidelor biomarkeri ai unor severe patologii.	explicația, argumentarea, conversația euristică, brainstorming, studiul prin descoperire	2 ore
9. ESI MS si MALDI MS pentru analiza compozitionala si structurala a carbohidratilor si derivatilor glicoconjugati. Proceduri de extractie, depolimerizare/digestionare, purificare si derivatizare a O-si N- glicanilor in vederea analizei prin MS. Metode moderne de MS pentru analiza compozitionala, structurala si de determinare a secvenței oligo-zaharidelor si polizaharidelor, glicozaminoglicanilor, glicopeptidelor, glicoproteinelor si glicolipidelor. Baze de date pentru interpretarea spectrelor de masa. HPLC-MS si CE-MS pentru investigarea amestecurilor complexe de carbohidrati. Tendinte actuale in dezvoltarea de software-uri pentru interpretarea automata a spectrelor de masa. Nomenclatura Domon-Costello de desemnare a ionilor fragment. Descoperire prin MS a biomarkerilor de tip glican.	explicația, argumentarea, conversația euristică, brainstorming, studiul prin descoperire	3 ore
10. ESI MS si MALDI MS pentru analiza compozitionala si structurala a	explicația, argumentarea, conversația euristică,	2 ore

<p>acizilor nucleici Proceduri de extracție și purificare în vederea analizei prin MS. Metode moderne de MS pentru analiza compozițională, structurală și de determinare a secvenței oligonucleotidelor. Baze de date pentru interpretarea spectrelor de masă. Tendințe actuale în dezvoltarea de software-uri pentru interpretarea automată a spectrelor de masă.</p>	<p>brainstorming, studiul prin descoperire</p>	
<p>11. ESI MS și MALDI MS pentru analiza calitativă și cantitativă a produselor farmaceutice. Analiza medicamentelor. Analiza suplimentelor alimentare.</p>	<p>explicația, argumentarea, conversația euristică, brainstorming, studiul prin descoperire</p>	<p>2 ore</p>
<p>12. Metode de ESI MS și MALDI MS implementate în descoperirea de biomarkeri ai cancerului și diagnosticarea de rutină a unor boli rare. Tumori primare și secundare (metastaze) ale sistemului nervos central. Dezordini congenitale de glicozilare. Boli de stocare lizozomală (Schidler, Kanzaki, Fabry, Pompe, Tay-Sachs, Gaucher).</p>	<p>explicația, argumentarea, problematizarea, cercetarea analitică, conversația euristică, brainstorming</p>	<p>4 ore</p>
<p>Bibliografie</p> <p>A) Carti și capitole de carti</p> <p>[1] R. Cole, <i>Electrospray and MALDI Mass Spectrometry: Fundamentals, Instrumentation, Practicalities, and Biological Applications</i>. Ed. Wiley, West Sussex, England, 2010.</p> <p>[2] U. Garg, C. A. Hammett-Stabler, <i>Clinical Applications of Mass Spectrometry</i>. Ed. Humana Press, New York, USA, 2010.</p> <p>[3] E. de Hofmann, V. Stroombat, <i>Mass Spectrometry Principles and Applications</i>. 3rd Edition, Ed. Wiley, West Sussex, England, 2007.</p> <p>[4] M. S. Lipton, L. Pasa-Tolic, <i>Mass Spectrometry of Proteins and Peptides: Methods and Protocols (Methods in Molecular Biology)</i>. 2nd Edition, Ed. Springer, 2009.</p> <p>[5] A.I. Mallet, S. Down, <i>Dictionary of Mass Spectrometry</i>. Ed. Wiley, West Sussex, England, 2009.</p> <p>[6] J. T. Watson, O. D. Sparkman, <i>Introduction to Mass Spectrometry: Instrumentation, Applications, and</i></p>		

Strategies for Data Interpretation. 4th Edition, Ed. Wiley, West Sussex, England, **2007**

[7] J. Whitelegge, *Protein Mass Spectrometry*, Ed. Elsevier, **2008**.

[8] C. Dass, *Principles and Practice of Biological Mass Spectrometry*. Ed. Wiley, West Sussex, England, **2001**

[9] A. Ivanov, A. Lazarev, *Sample Preparation in Biological Mass Spectrometry*. Ed. Springer, **2011**

B) Articole originale/review

[1] D. J Harvey, *Analysis of carbohydrates and glycoconjugates by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry: An update for 2007-2008*. *Mass Spectrom. Rev.* 31, 183-311, **2012**.

[2] C. Flangea, A. Serb, E. Sisu, A.D. Zamfir, *Chip-based nanoelectrospray mass spectrometry of brain gangliosides*. *Biochim. Biophys. Acta.* 11, 513-535, **2011**.

[3] A. D. Zamfir, *Recent advances in sheathless interfacing of capillary electrophoresis and electrospray ionization mass spectrometry*. *J. Chromatogr. A* 1159, 2–13, **2007**.

[4] M. Wuhler, A.M. Deelder, Y.E. van der Burgt, *Mass spectrometric glycan rearrangements*. *Mass Spectrom. Rev.* 30, 664-680, **2011**.

[5] I. Shin, A.D. Zamfir, B. Ye, *Protein carbohydrate analysis: gel-based staining, liquid chromatography, mass spectrometry, and microarray screening*. *Methods Mol. Biol.* 441, 19-39, **2008**.

[6] K. Yamada, K. Kakehi, *Recent advances in the analysis of carbohydrates for biomedical use*. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 55, 702-727, **2012**.

[7] E. Sisu, C. Flangea, A. Serb, A. D. Zamfir, *Modern developments in mass spectrometry of chondroitin and dermatan sulfate glycosaminoglycans*. *Amino Acids*, 41, 235-256, **2011**.

[8] A. D. Zamfir, C. Flangea, F. Altmann, A. M. Rizzi, *Glycosylation analysis of proteins, proteoglycans and glycolipids by CE-MS* *Adv. Chromatogr.* 49, 135-186, **2011**.

[9] W. Cui, H.W. Rohrs, M.L. Gross, *Top-down mass spectrometry: recent developments, applications and perspectives*. *Analyst* 136, 3854-3864, **2011**.

[10] M. Scigelova, M. Hornshaw, A. Giannakopoulos, A. Makarov, *Fourier transform mass spectrometry*. *Mol Cell Proteomics.* 10, M111, **2011**.

[11] R.H. Perry, R.G. Cooks, R.J. Noll, *Orbitrap mass spectrometry: instrumentation, ion motion and applications*. *Mass Spectrom. Rev.* 27, 661-699, **2008**.

[12] E. Sabidó, N. Selevsek, R. Aebersold, *Mass spectrometry-based proteomics for systems biology*. *Curr. Opin. Biotechnol.* 23, 591-597, **2012**.

[13] T. Mikami, M. Aoki, T. Kimura. *The application of mass spectrometry to proteomics and metabolomics in biomarker discovery and drug development*. *Curr. Mol. Pharmacol.* 5, 301-316, **2012**.

[14] M. Wilm, *Principles of electrospray ionization*. *Mol. Cell. Proteomics.* 10, M111.009407, **2011**.

[15] A. Suzuki, M. Miyazaki, J. Matsuda, A. Yoneshige, *High-performance thin-layer chromatography/mass spectrometry for the analysis of neutral glycosphingolipids*. *Biochim. Biophys. Acta* 1811, 861-874, **2011**.

[16] A.W. Jones, H.J. Cooper, *Dissociation techniques in mass spectrometry-based proteomics*. *Analyst.* 136, 3419-3429, **2011**.

[17] A.L. Capriotti, C. Cavaliere, P. Foglia, R. Samperi, A. Laganà, *Intact protein separation by chromatographic and/or electrophoretic techniques for top-down proteomics*. *J. Chromatogr. A* 1218, 8760-8776, **2011**.

- [18] R.C. Murphy, S. J.Gaskell, *New applications of mass spectrometry in lipid analysis*. J. Biol. Chem. 286, 25427-25433, **2011**.
- [19] F. Xie, T. Liu, W.J. Qian, V.A. Petyuk, R.D. Smith, *Liquid chromatography-mass spectrometry-based quantitative proteomics*. J. Biol. Chem. 286, 25443-25449, **2011**.
- [20] J. Blonder, H.J. Issaq, T.D. Veenstra, *Proteomic biomarker discovery: it's more than just mass spectrometry*. Electrophoresis 32, 1541-1548, **2011**.
- [21] P. Hommerson, A.M. Khan, G.J. de Jong, G.W. Somsen, *Ionization techniques in capillary electrophoresis-mass spectrometry: principles, design, and application*. Mass Spectrom. Rev. 30,1096-1120, **2011**.
- [22] M. Sarbu, A. Robu, R. Ghiulai, Ž. Vukelić, D.E. Clemmer, A.D. Zamfir, *Electrospray Ionization Ion Mobility Mass Spectrometry of Human Brain Gangliosides*. Anal. Chem. 88:5166-5178, **2016**.
- [23] M. Sarbu, Ž. Vukelić, D.E. Clemmer, A.D. Zamfir, *Ion mobility mass spectrometry provides novel insights into the expression and structure of gangliosides in the normal adult human hippocampus*. Analyst. 143, 5234-5246, **2018**.

8.2 Laborator	Metode de predare	
1. Sedinta introductiva. Prezentarea spectrometrului de masa si a aparaturii conexe. Prezentarea normelor de protectia muncii in laboratorul de spectrometrie de masa biomedicala. Exerciții de interpretare a spectrelor de masa (screening si fragmentare) a biomoleculelor. Determinarea starii de incarcare, calcularea exacta a masei teoretice, calcularea preciziei in determinarea masei ionilor pseudomoleculari (ESI, MALDI) si a ionilor fragment (produs). Aplicarea nomenclaturilor Roepstorff-Fohlman pentru desemnarea ionilor fragment ai peptidelor, Domon-Costello pentru carbohidrati si Ann-Adams pentru lipide.	Expunerea, demonstratia	2 ore
2. Determinarea structurii unor neuropeptide prin MALDI MS, ESI ion trap MS, CID ETD si CID/ETD alternativ MS ⁿ	Demonstrația, modelarea, problematizarea	2 ore
3. Analiza compozitionala si structurala a unui amestec complex de O-glicopeptide extras si purificat din urina unor pacienti suferind de boala lui Schidler. Determinarea pozitiei de glicozilare.	Demonstrația, modelarea, problematizarea	2 ore

4. Identificarea unei proteine de masa moleculara medie prin top-down ETD MS ⁿ	Demonstrația, observația, modelarea, problematizarea, studiul de caz.	2 ore
5. Profilarea MS comparativa a glicolipidelor exprimate in creierul fetal, adult si senescent. Stabilirea structurilor marker ai dezvoltarii si imbatranirii.	Demonstrația, observația, modelarea, problematizarea, studiul de caz.	2 ore
6. Profilarea MS comparativa a glicolipidelor exprimate in diferite regiuni ale creierului uman adult. Stabilirea structurilor cu rol de marker topografic.	Demonstrația, observația, modelarea, problematizarea, studiul de caz.	2 ore
7. Cuplarea sistemului HPLC cu MS. Testarea performantelor la analiza unor amestecuri complexe de peptide si zaharide.	Demonstrația, observația, modelarea, problematizarea, studiul de caz.	2 ore
8. Analiza prin ESI MS, LC MS si CID MS ⁿ a gangliozidelor exprimate in tumori maligne si benigne ale sistemului nervos central.	Demonstrația, observația, modelarea, problematizarea, studiul de caz.	2 ore
9. Cuplarea sistemului chip-nanoESI cu spectrometrul de masa de tip ion trap. Testarea performantelor cuplajului la analiza unor peptide si hidrati de carbon standard.	Demonstrația, observația, modelarea, problematizarea, studiul de caz.	2 ore
10. Studiul glicozaminoglicanilor (condroitin/dermatan sulfat) din matrici extracelulare prin chip-nanoESI MS si tandem MS.	Demonstrația, observația, modelarea, problematizarea, studiul de caz.	2 ore
11. Determinarea tiparului de sulfatare a glicozaminoglicanilor din creier prin chip-nanoESI MS si tandem MS.	Demonstrația, observația, modelarea, problematizarea, studiul de caz.	2 ore
12. Analiza oligonucleotidelor prin chip-nanoESI MS si tandem MS.	Demonstrația, observația, modelarea, problematizarea, studiul de caz.	2 ore
13. Sedinta de recuperare	Demonstrația, observația, modelarea, problematizarea, studiul de caz.	2 ore
14. Verificarea abilităților practice dobândite de studenți (examen practic).	Testare/examinare	2 ore

Bibliografie

- [1] R. Cole, *Electrospray and MALDI Mass Spectrometry: Fundamentals, Instrumentation, Practicalities, and Biological Applications*. Ed. Wiley, West Sussex, England, **2010**.
- [2] U. Garg, C. A. Hammett-Stabler, *Clinical Applications of Mass Spectrometry*. Ed. Humana Press, New York, USA, **2010**.
- [3] M. S. Lipton, L. Pasa-Tolic, *Mass Spectrometry of Proteins and Peptides: Methods and Protocols (Methods in Molecular Biology)*. 2nd Edition, Ed. Springer, **2009**.
- [4] A.I. Mallet, S. Down, *Dictionary of Mass Spectrometry*. Ed. Wiley, West Sussex, England, **2009**.
- [5] C. Dass, *Principles and Practice of Biological Mass Spectrometry*. Ed. Wiley, West Sussex, England, **2001**
- [6] A. Ivanov, A. Lazarev, *Sample Preparation in Biological Mass Spectrometry*. Ed. Springer, **2011**

- **Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului**

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • conținutul disciplinei de Spectrometrie de Masa în Biomedicină oferă cunoștințe și competențe avansate în analize de laborator care vizează decoperirea și caracterizarea de markeri moleculari necesare în profesia de fizician în domeniul medical; • cunoștințe specifice lucrului în domeniul biomedical și clinic, de la prepararea probelor până la interpretarea computerizată a datelor de spectrometrie de masă; • competențe pentru utilizarea aparaturii de spectrometrie de masă existentă în prezent în multe laboratoare de analiză biomedicală și companii farmaceutice; • competențele solicitate unui fizician în domeniul medical de angajatorii din laboratoarele de analiză, centrele de investigații și tratament, clinicile specializate și spitale; • cunoștințe și competențe necesare pentru poziția de asistent cercetare în laboratoare din institute de cercetare axate studii în domeniile: științele vieții, biofizică, fizică medicală, biomedicină analitică. |
|---|

- **Evaluare**

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	Cunoașterea și înțelegerea noțiunilor teoretice predate la curs	Examen scris; întrebări din lista de subiecte parcurse la curs	70%
Laborator/lucrări	Cunoașterea aparaturii de laborator; capacitatea de a efectua lucrările de laborator	Test practic de examinare a deprinderilor și cunoștințelor dobândite în laborator	30%

Standard minim de performanță

Pentru a obține nota 5 la examenul teoretic, studentul trebuie să răspundă corect la 50% din subiecte. Condiția de promovare a examenului la disciplina Spectrometrie de Masa în Biomedicina este ca studentul să obțină cel puțin 5 atât examenul teoretic, cât și la cel practic. Pentru a obține nota 5 studentul trebuie să întrunească 50% din punctajul maxim aferent examenului practic.

Numărul de prezente: conform regulamentelor UVT în vigoare (curs 50%; seminar 70% și laborator 100%).

Nota finală: 70% nota lucrare scrisă de evaluare sumativă + 30% nota de la activitatea de laborator / seminar.

Data completării:

18.09. 2023

Titular curs

Prof. Dr. Alina-Diana Zamfir



Data avizării în departament

Director departament

Prof. Dr. Catalin Marin

