

FIȘA DISCIPLINEI

Analiză convexă

Anul universitar 2025-2026

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai
1.2. Facultatea	Matematică și Informatică
1.3. Departamentul	Matematică
1.4. Domeniul de studii	Matematică
1.5. Ciclu de studii	Licență
1.6. Programul de studii / Calificarea	Matematică
1.7. Forma de învățământ	cu frecvență

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei		Analiză convexă				Codul disciplinei	MLR0072
2.2. Titularul activităților de curs		Conf. dr. Trif Tiberiu					
2.3. Titularul activităților de seminar		Conf. dr. Trif Tiberiu					
2.4. Anul de studiu	2	2.5. Semestrul	3	2.6. Tipul de evaluare	VP	2.7. Regimul disciplinei	DS

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2. curs	2	3.3. seminar/ laborator/ proiect	2
3.4. Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5. curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI)					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					9
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					15
Tutoriat (consiliere profesională)					10
Examinări					15
Alte activități					
3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)				69	
3.8. Total ore pe semestru				125	
3.9. Numărul de credite				5	

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	- Analiza matematica 1 (Analiza pe R) - Analiza matematica 2 (Calcul diferential in R^n)
4.2. de competențe	- abilitatea de a face calcule algebrice - operarea cu concepte abstracte si capacitatea de a face deducții logice - abilitatea de a rezolva probleme de matematică pe baza noțiunilor învățate

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	tabla, creta, videoproiector
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului	tabla, creta

6.1. Competențele specifice acumulate¹

Competențe profesionale/esențiale	• C1.1 Identificarea noțiunilor, descrierea teoriilor și utilizarea limbajului specific. • C1.4 Recunoașterea principalelor clase/tipuri de probleme matematice și selectarea metodelor și a tehnicilor adecvate pentru rezolvarea lor. • C2.1 Identificarea noțiunilor de bază utilizate în descrierea unor fenomene și procese • C2.3 Aplicarea metodelor teoretice de analiză adecvate la problematica dată.
Competențe transversale	• CT1. Aplicarea regulilor de munca riguroasă și eficientă, manifestarea unor atitudini responsabile față de domeniul științific și didactic, pentru valorificarea optimă și creativă a propriului potențial în situații specifice, cu respectarea principiilor și a normelor de etică profesională.

6.2. Rezultatele învățării

Cunoștințe	Studentul: - a dobândit competențele specifice disciplinelor legate de matematică. - cunoaște noțiuni fundamentale legate de funcțiile convexe - cunoaște noțiuni și rezultate introductive din analiza convexă
Aptitudini	Studentul este capabil să: - construiască argumente matematice clare și bine susținute pentru a explica în scris probleme, subiecte și idei matematice. - demonstreze teoreme utilizând limbajul matematic în cadrul cursurilor teoretice și va putea prezenta aceste rezultate atât oral, cât și în scris.
Responsabilități și autonomie	Studentul are capacitatea de a - explora în mod independent anumite conținuturi matematice, bazându-se pe ideile și instrumentele din însușite deja, pentru a-și extinde cunoașterea. - să extindă în mod independent ideile și argumentele matematice deja însușite, la un subiect matematic care nu a fost studiat anterior.

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	• Prezentarea unor noțiuni și rezultate de baza referitoare la funcțiile convexe • Prezentarea unor noțiuni și rezultate introductive din analiza convexă
--	--

¹ Se poate opta pentru competențe sau pentru rezultatele învățării, respectiv pentru ambele. În cazul în care se alege o singură variantă, se va șterge tabelul aferent celeilalte opțiuni, iar opțiunea păstrată va fi numerotată cu 6.

7.2 Obiectivele specifice	• Prezentarea diverselor teoreme de caracterizare a funcțiilor convexe, pe baza cărora studentul va fi capabil să demonstreze că o funcție dată este convexă sau nu • Prezentarea proprietăților specifice fundamentale ale funcțiilor convexe • Aplicarea inegalităților specifice funcțiilor convexe la demonstrarea unor inegalități concrete • Rezolvarea unor probleme concrete de optimizare convexă
----------------------------------	---

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
Săpt.1. Funcții convexe de o variabilă reală: definiția modernă a convexității, caracterizări ale funcțiilor convexe reale de o variabilă reală și proprietăți de regularitate ale acestora (derivabilitate laterală, continuitate, lipschitzianitate).	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt. 2. Funcții convexe de o variabilă reală: caracterizarea acestora folosind existența dreptei suport, inegalitatea Hermite-Hadamard, caracterizări ale convexității folosind derivatele laterale de ordinul întâi și derivata a doua, legătura cu funcțiile armonice.	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt. 3. Medii și inegalități între ele: medii cvasiaritmetice ponderate și compararea acestora, mediile Hölder ponderate și compararea lor, inegalități de tip Rado-Popoviciu.	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt.4. Extinderi ale noțiunii de funcție convexă: funcții Jensen-convexe, funcții logaritmice-convexe și funcții multiplicativ-convexe.	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt.5. Funcții convexe pe spații vectoriale: definiție, caracterizări, exemple (funcții afine, funcții subliniare, funcții indicatoare, forme pătratice, funcții suport).	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt.6+7. Continuitatea funcțiilor convexe pe spații normate: funcții semicontinue, caracterizarea semicontinuității cu ajutorul sirurilor, limitele inferioară și superioară ale unei funcții într-un punct și legătura lor cu semicontinuitatea, legătura dintre continuitate, lipschitzianitate și mărginirea locală în cazul funcțiilor convexe definite pe spații normate, continuitatea funcțiilor convexe pe spații normate finit dimensionale, legătura dintre continuitate și semicontinuitatea inferioară în cazul funcțiilor convexe definite pe spații Banach.	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt.8. Derivabilitatea după direcții și subdiferențiabilitatea algebrică a funcțiilor convexe definite pe spații vectoriale: derivate laterale după o direcție și proprietăți ale acestora, subgradienți algebrici și caracterizarea lor, subdiferențiabilitatea algebrică a funcțiilor convexe.	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt.9. Subdiferențiabilitatea funcțiilor convexe pe spații normate: definiția subgradienților și a subdiferențialei, legătura subdiferențialei cu semicontinuitatea funcției și cu subdiferențiala algebrică, interiorul relativ, subdiferențiabilitatea funcțiilor convexe în punctele relativ interioare domeniului efectiv.	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt.10. Funcții convexe diferențiabile de mai multe variabile reale: legătura dintre diferențiabilitate și derivabilitatea laterală, legătura dintre gradient și subdiferențială, caracterizări ale funcțiilor convexe diferențiabile și respectiv de două ori diferențiabile.	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt.11. Probleme de optimizare convexă: formularea problemelor de optimizare convexă, puncte admisibile, soluții optime, funcția lui Lagrange, condiții necesare și condiții suficiente de optim.	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt.12+13. Conjugata și biconjugata Fenchel pentru o funcție de mai multe variabile reale: definiția conjugatei Fenchel, inegalitatea lui Fenchel-Young, teorema de dualitate a lui Fenchel, definiția biconjugatei Fenchel, funcții convexe închise și caracterizări ale	prelegerea, demonstrația, exemple	

acestora, egalitatea unei funcții convexe închise cu biconjugata sa, determinarea conjugatelor și biconjugatelor unor funcții concrete.		
Săpt. 14. Verificarea problemelor lăsate temă, discutarea lucrărilor de control, stabilirea notelor finale.	conversația	
Bibliografie 1. BORWEIN J. M., LEWIS A. S.: Convex Analysis and Nonlinear Optimization. Theory and Examples. CMS Books in Mathematics, Springer-Verlag, 2000. 2. BRECKNER B. E., POPOVICI N.: Convexity and Optimization. An Introduction. Editura Fundației pentru Studii Europene, Cluj-Napoca, 2006. 3. BRECKNER W. W.: Introducere in teoria problemelor de optimizare convexa cu restrictii. Editura Dacia, Cluj, 1974. 4. BRECKNER W. W., TRIF T.: Convex Functions and Related Functional Equations. Selected Topics. Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2008. 5. HIRIART-URRUTY J. B., LEMARECHAL C.: Convex Analysis and Minimization Algorithms. Springer-Verlag, 1993. 6. KUCZMA M.: An Introduction to the Theory of Functional Equations and Inequalities. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa-Krakow-Katowice, 1985. 7. NICULESCU C. P., PERSSON L.-E.: Convex Functions and Their Applications. A Contemporary Approach. Springer-Verlag, New York, 2006. 8. PRECUPANU T.: Spatii liniare topologice si elemente de analiza convexa. Editura Academiei Romane, Bucuresti, 1992. 9. ROBERTS A. W., VARBERG D. E.: Convex Functions. Academic Press, 1973. 10. ROCKAFELLAR R. T.: Convex Analysis. Princeton University Press, 1970.		
8.2 Seminar / laborator	Metode de predare	Observații
Săpt. 1+2. Studiul convexității unor funcții concrete, aplicații ale inegalității lui Jensen la stabilirea unor inegalități, inegalitatea dintre media geometrică și cea aritmetică dedusă ca și consecință a convexității.	Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare	
Săpt. 3+4. Aplicații ale inegalității Hermite-Hadamard (inegalitățile dintre mediile geometrică, logaritmică și aritmetică, formula lui Stirling), caracterizarea convexității cu ajutorul inegalității Hermite-Hadamard.	Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare	
Săpt.5+6. Inegalități de tip Ky Fan, teorema de majorare a lui Hardy-Littlewood-Pólya și aplicații ale acestora (inegalitățile lui Popoviciu și Petrović).	Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare	
Săpt.7+8. Convexitatea logaritmică a funcției gamma, teorema lui Bohr-Mollerup, convexitatea multiplicativă a funcției gamma.	Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare	
Săpt.9+10. Funcții Jensen-convexe vs. funcții convexe pe spații normate, teoreme de tip Bernstein-Doetsch.	Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare	
Săpt.11+12. Determinarea subdiferențialelor unor funcții concrete pe spații normate, studiul convexității unor funcții concrete de mai multe variabile reale.	Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare	
Săpt. 13+14. Rezolvarea unor probleme concrete de optimizare convexă.	Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare	
Bibliografie 1. BORWEIN J. M., LEWIS A. S.: Convex Analysis and Nonlinear Optimization. Theory and Examples. CMS Books in Mathematics, Springer-Verlag, 2000. 2. BRECKNER W. W., TRIF T.: Convex Functions and Related Functional Equations. Selected Topics. Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2008. 3. NICULESCU C. P., PERSSON L.-E.: Convex Functions and Their Applications. A Contemporary Approach. Springer-Verlag, New York, 2006. 4. ROBERTS A. W., VARBERG D. E.: Convex Functions. Academic Press, 1973.		

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

Metoda funcțiilor convexe este un instrument deosebit de important, care îl va ajuta pe viitorul profesor de matematică în demonstrarea unor inegalități concrete.
Cunostintele de optimizare convexă îi vor fi de folos viitorului absolvent care va lucra într-o companie de software.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	- cunoasterea notiunilor si a rezultatelor de baza - aplicarea rezultatelor teoretice de baza la rezolvarea unor probleme concrete	Trei lucrari de control pe parcursul semestrului	75%
10.5 Seminar/laborator	- rezolvarea unor probleme concrete cu ajutorul rezultatelor teoretice de la curs	Rezolvarea unor probleme pe parcursul semestrului	25%
10.6 Standard minim de performanță			
Acumularea a 5 puncte la examen (pentru nota finala 5).			

11. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)²

	Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă							
								

Data completării:
11.04.2025

Semnătura titularului de curs

Conf. dr. Trif Tiberiu

Semnătura titularului de seminar

Conf. dr. Trif Tiberiu

Data avizării în departament:
25.04.2025

Semnătura directorului de departament

Prof. dr. Andrei Mărcuș

² Păstrați doar etichetele care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivesc disciplinei și ștergeți-le pe celelalte, inclusiv eticheta generală pentru *Dezvoltare durabilă* - dacă nu se aplică. Dacă nicio etichetă nu descrie disciplina, ștergeți-le pe toate și scrieți "Nu se aplică".