

FIȘA DISCIPLINEI

Analiză convexă

Anul universitar 2026-2027

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	II	2.5. Semestrul	3	2.6. Tipul de evaluare	Evaluare pe parcurs
2.7. Regimul disciplinei	Opțional		2.8. Tipul disciplinei	Disciplină de specializare (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	<ul style="list-style-type: none">Analiza matematica 1 (Analiza pe R)Analiza matematica 2 (Calcul diferential in R^n)
4.2. de competențe	<ul style="list-style-type: none">abilitatea de a face calcule algebriceoperarea cu concepte abstracte si capacitatea de a face deducții logiceabilitatea 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 dobândite în urma absolvirii programului de studii (se preiau din planul de învățământ)¹

Competențe profesionale	
Codul competenței	Competență
CP2	executa calcule matematice analitice
CP6	gândește în mod abstract
CP8	studiază relații între cantități
Competențe transversale	
Codul competenței	Competență
CT4	Soluționează probleme
CT5	Gândește analitic

6.2. Rezultatele învățării specifice programului de studii (se preiau din planul de învățământ)²

Rezultatele învățării vizate prin disciplină		
Codul competenței	Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)	Abilități academice specifice (Specific academic skills)
CP2	7. Studentul/absolventul alege, explică și specifică fundamentele matematice aplicate în informatică, inclusiv logica formală, algebra, probabilitățile și statisticele.	7. Studentul/absolventul aplică, evaluează, propune metodele matematice pentru modelarea, simularea și rezolvarea problemelor informatice.
CP6	4. Studentul/absolventul definește conceptele de bază din discipline avansate de matematică din curriculum.	4. Studentul/absolventul răspunde la întrebări și formulează corect și riguros enunțurile unor aserțiuni matematice (leme, propoziții, teoreme) din disciplinele din curriculum.
CP8	3. Studentul/absolventul formulează observații și diferențiază noțiuni, proprietăți și aserțiuni din disciplinele de bază ale matematicii prin exemple și contraexemple.	3. Studentul/absolventul identifică și descrie elementele esențiale din construcția demonstrațiilor unor aserțiuni matematice (leme, propoziții, teoreme), recunoaște erorile de raționament și le corectează.
CT4, CT5	2. Studentul/absolventul compară și distinge noțiunile înrudite și proprietățile acestora din disciplinele de bază ale matematicii.	2. Studentul/absolventul recunoaște și analizează condițiile necesare și/sau suficiente din enunțul aserțiunilor matematice și specifică rolul acestora în demonstrație.

7. Rezultatele învățării specifice disciplinei

Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)
--

¹ Se vor prelua din Planul de învățământ al programului de studii acele competențe profesionale și/sau transversale la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa disciplinei. Pentru fiecare competență se va prelua întregul enunț, inclusiv codul competenței, cu formularea care apare în planul de învățământ, fără modificări. Dacă nu se preia nici o competență din oricare din cele două categorii, se șterge linia din tabel aferentă acelei categorii.

² Se menționează rezultatele învățării specifice programului de studiu la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa. Enunțurile, preluate fără modificări din Planul de învățământ în funcție de tipul disciplinei (DF/DS/DC) se trec în dreptul competenței asociate.

1. Studentul dobandeste cunostinte referitoare la notiuni si rezultate de baza referitoare la functiile convexe
2. Studentul dobandeste cunostinte referitoare la notiuni si rezultate introductive din analiza convexă
Abilități academice specifice (Specific academic skills)
1. Studentul este capabil să construiască argumente matematice clare și bine susținute pentru a explica în scris probleme, subiecte și idei matematice.
2. Studentul este capabil să demonstreze teoreme utilizând limbajul matematic în cadrul cursurilor teoretice și va putea prezenta aceste rezultate atât oral, cât și în scris.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare - învățare	Observații ³
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 cvasiaritmice 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 pătratică, funcții suport).	prelegerea, demonstrația, exemple	
Săpt.6+7. Continuitatea funcțiilor convexe pe spații normate: funcții semicontinue, caracterizarea semicontinuității cu ajutorul șirurilor, 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	prelegerea, demonstrația, exemple	


³ De exemplu aspecte organizatorice, recomandări pentru studenți, aspecte specifice legate de curs/seminar cum ar fi invitarea unor practicieni în domeniu etc.

<i>suficiente de optim.</i>		
<i>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 acestora, egalitatea unei funcții convexe închise cu biconjugata sa, determinarea conjugatelor și biconjugatelor unor funcții concrete.</i>	<i>prelegerea, demonstrația, exemple</i>	
<i>Săpt. 14. Verificarea problemelor lăsate temă, discutarea lucrărilor de control, stabilirea notelor finale.</i>	<i>conversația</i>	
Bibliografie <ol style="list-style-type: none"> 1. BORWEIN J. M., LEWIS A. S.: <i>Convex Analysis and Nonlinear Optimization. Theory and Examples. CMS Books in Mathematics, Springer-Verlag, 2000.</i> 2. BRECKNER B. E., POPOVICI N.: <i>Convexity and Optimization. An Introduction. Editura Fundației pentru Studii Europene, Cluj-Napoca, 2006.</i> 3. BRECKNER W. W.: <i>Introducere in teoria problemelor de optimizare convexa cu restrictii. Editura Dacia, Cluj, 1974.</i> 4. BRECKNER W. W., TRIF T.: <i>Convex Functions and Related Functional Equations. Selected Topics. Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2008.</i> 5. HIRIART-URRUTY J. B., LEMARECHAL C.: <i>Convex Analysis and Minimization Algorithms. Springer-Verlag, 1993.</i> 6. KUCZMA M.: <i>An Introduction to the Theory of Functional Equations and Inequalities. Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa-Krakow-Katowice, 1985.</i> 7. NICULESCU C. P., PERSSON L.-E.: <i>Convex Functions and Their Applications. A Contemporary Approach. Springer-Verlag, New York, 2006.</i> 8. PRECUPANU T.: <i>Spatii liniare topologice si elemente de analiza convexa. Editura Academiei Romane, Bucuresti, 1992.</i> 9. ROBERTS A. W., VARBERG D. E.: <i>Convex Functions. Academic Press, 1973.</i> 10. ROCKAFELLAR R. T.: <i>Convex Analysis. Princeton University Press, 1970.</i> 		
8.2 Seminar / laborator		
<i>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.</i>	<i>Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare</i>	
<i>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.</i>	<i>Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare</i>	
<i>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).</i>	<i>Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare</i>	
<i>Săpt.7+8. Convexitatea logaritmică a funcției gamma, teorema lui Bohr-Mollerup, convexitatea multiplicativă a funcției gamma.</i>	<i>Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare</i>	
<i>Săpt.9+10. Funcții Jensen-convexe vs. funcții convexe pe spații normate, teoreme de tip Bernstein-Doetsch.</i>	<i>Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare</i>	
<i>Săpt.11+12. Determinarea subdiferențialelor unor funcții concrete pe spații normate, studiul convexității unor funcții concrete de mai multe variabile reale.</i>	<i>Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare</i>	
<i>Săpt. 13+14. Rezolvarea unor probleme concrete de optimizare convexă.</i>	<i>Exemple, dialog, explicație, demonstrație, problematizare</i>	
Bibliografie <ol style="list-style-type: none"> 1. BORWEIN J. M., LEWIS A. S.: <i>Convex Analysis and Nonlinear Optimization. Theory and Examples. CMS Books in Mathematics, Springer-Verlag, 2000.</i> 2. BRECKNER W. W., TRIF T.: <i>Convex Functions and Related Functional Equations. Selected Topics. Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2008.</i> 3. NICULESCU C. P., PERSSON L.-E.: <i>Convex Functions and Their Applications. A Contemporary Approach. Springer-Verlag, New York, 2006.</i> 4. ROBERTS A. W., VARBERG D. E.: <i>Convex Functions. Academic Press, 1973.</i> 		

9. Evaluare

Tip activitate	9.1 Criterii de evaluare	9.2 Metode de evaluare	9.3 Pondere din nota finală
9.4 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%
9.5 Seminar/laborator	Rezolvarea de probleme pe baza noțiunilor și teoremelor învățate	Rezolvarea unor probleme pe parcursul semestrului	25%
9.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"> Acumularea a 5 puncte la examen (pentru nota finala 5). 			

10. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)⁴

								
Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă								
1 FĂRĂ SĂRĂCIE	2 FOAMETE ZERO	3 SĂNĂTATE ȘI BUNĂSTARE	4 EDUCATIE DE CALITATE	5 EGALITATE DE GEN	6 APĂ CURATĂ ȘI SĂNĂTATE	7 ENERGIE CURATĂ ȘI LA PREȚURI ACCESIBILE	8 MUNCĂ DECENTĂ ȘI CREȘTERE ECONOMICĂ	9 INDUSTRIE, INOVAȚIE ȘI INFRASTRUCTURĂ
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	X
10 INEGALITĂȚI REDUSE	11 ORAȘE ȘI COMUNITĂȚI DURABILE	12 CONSUM ȘI PRODUCȚIE RESPONSABILE	13 ACȚIUNE CLIMATICĂ	14 VIAȚA ACVICĂ	15 VIAȚA TERESTRĂ	16 PACE, JUSTIȚIE ȘI INSTITUȚII EFICIENTE	17 PARTENERIATE PENTRU REALIZAREA OBIECTIVELOR	Nu se aplică nici o etichetă
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Data completării:
10.04.2026

Semnătura titularului de curs
Conf. dr. Trif Tiberiu

Semnătura titularului de seminar
Conf. dr. Trif Tiberiu

Data avizării în departament:
24.04.2026

Semnătura directorului de departament
Prof. dr. Andrei Mărcuș

⁴ *Selecțiati o singură etichetă, cea care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivește cel mai bine disciplinei. Dacă disciplina tratează tema dezvoltării durabile la modul general (de ex. prin prezentarea/introducerea cadrului general al dezvoltării durabile etc.) atunci se poate alocă eticheta generală de Dezvoltare Durabilă. Dacă niciuna dintre etichete nu descrie disciplina, selecțiati ultima opțiune: „Nu se aplică nici o etichetă”.*