FIŞA DISCIPLINEI

Matematici aplicate I
2023-2024

1. Date despre program

1.1	Instituţia de învăţământ superior	Universitatea din Piteşti
1.2	Facultatea	Științe, Educație Fizică și Informatică
1.3	Departamentul	Matematică-Informatică
1.4	Domeniul de studii	Matematică
1.5	Ciclul de studii	Master universitar
1.6	Programul de studii / Calificarea	Matematică didactică

2. Date despre disciplină

2.1	Denumirea disciplinei					Matematici aplicate I					
2.2	Titularul activităţilor de curs					Prof.univ.dr.habil Loredana Bălilescu					
2.3	Titularul activităţilor de seminar/laborator					Prof.univ.dr.habil. Loredana Bălilescu					
2.4	Anul de studii	I	2.5	Semestrul	I	2.6	Tipul de evaluare	Examen	2.7	Regimul disciplinei	Obligatorie

3. Timpul total estimat

3.1	Număr de ore pe saptămână	4	3.2	din care curs	2	3.3	seminar/laborator	2
3.4	Total ore din planul de inv.	56	3.5	din care curs	28	3.6	seminar/laborator	28

Distribuţia fondului de timp	ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe	60
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate şi pe teren	50
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii, eseuri	25
Tutoriat	5
Examinări	4
Alte activităţi	0

3.7	Total ore studiu individual	144
3.8	**Total ore pe semestru**	**200**
3.9	**Număr de credite**	**8**

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1	De curriculum	Funcţii reale, Teoria măsurii, Analiză funcţională, Ecuaţii diferenţiale si cu derivate parţiale.
4.2	De competenţe	Capacitate de gândire logică, analiză, sinteză

5. Condiţii (acolo unde este cazul)

5.1	De desfăşurare a cursului	Dotare a sălii cu tablă şi videoproiector
5.2	De desfăşurare a seminarului/laboratorului	Dotare a sălii cu tablă şi videoproiector

6. Competenţe specifice acumulate

Competenţe profesionale	• Operarea cu noţiuni, metode şi tehnici avansate de analiză matematică, algebră, geometrie şi matematică discretă. • Modelare matematică (Rezolvarea de probleme reale/concrete cu ajutorul aparatului matematic). • Utilizarea de software/pachete de programe specializate. • Proiectarea, organizarea şi desfăşurarea activităţilor de predare-învăţare şi evaluare la matematică. • Operarea cu concepte de bază ale disciplinelor psiho-pedagogice. • Operarea cu concepte şi instrumente de bază din domeniul managementului educaţional.
Competenţe transversale	• Aplicarea regulilor de muncă riguroasă şi eficientă, manifestarea unor atitudini responsabile faţă de domeniul ştiinţific şi didactic, pentru valorificarea optimă şi creativă a propriului potenţial în situaţii specifice, cu respectarea principiilor şi a normelor de etică profesională. • Asumarea codului deontologic al profesiunii de profesor, a rolului de profesor şi adoptarea unei atitudini responsabile faţă de cariera didactică, precum şi a comportamentuluui adecvat, asociat rolului de manager al clasei de elevi. • Utilizarea eficientă a surselor informaţionale şi a resurselor de comunicare şi formare profesională asistată, atât în limba română, cât şi într-o limbă de circulaţie internaţională şi aplicarea acestora în disciplinele de profil.

7. Obiectivele disciplinei

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Însuşirea de către studenţi studenţi a cunoştinţelor fundamentale privind teoria omogenizării şi a metodelor numerice pentru ecuaţii cu derivate parţiale.

7.2 Obiectivele specifice	A. Obiective cognitive 1. Cunoaşterea şi înţelegerea cunoştinţelor de bază privind introducerea cadrului variaţional pentru rezolvarea problemelor la limită pentru ecuaţii cu derivate parţiale, prezentarea teoriei omogenizării ca metodă de modelare matematică și a metodelor numerice în problemele Stokes, Navier-Stokes şi de interacţiune fluid-structură. 2. Operarea cu conceptele şi pătrunderea sensului principiilor fundamentale ale problemelor din teoria omogenizării și teoria interacțiunii fluid-structură. 3. Înţelegerea conceptelor de bază ale disciplinei și însuşirea metodelor de abordare. B. Obiective procedurale 1. Aplicarea unor principii şi metode de evaluare pentru rezolvarea de probleme/situaţii bine definite. 2. Identificarea unor situaţii concrete de aplicare a metodelor matematice, care să permită studentului să analizeze prompt şi să ia decizii sintetice şi corecte referitoare la evaluarea diferitelor elemente patrimoniale ale întreprinderii sau a entităţii în ansamblul ei. 3. Elaborarea unor referate/teme de casă profesionale cu utilizarea unor noţiuni, principii, metode consacrate în domeniile teoriei omogenizării și teoriei interacțiunii fluid-structură. C. Obiective atitudinale 1. Respectarea normelor de etică şi deontologie profesională specifice matematicienilor. 2. Familiarizarea cu rolurile specifice din reţeaua unei echipe şi cooperarea în activităţile specifice sau munca în echipă pentru rezolvarea diferitelor teme de casă şi referate. 3. Utilizarea unor metode specifice de elaborare a unui plan de dezvoltare personală şi profesională, alături de conştientizarea nevoii de formare continuă.

8. Conţinut

8.1. Curs		Metode de predare	Observaţii Resurse folosite
1+2	Formularea variaţională a problemelor la limită: elemente de spaţii Sobolev (incluziuni, descompuneri, proprietăţi de compacitate, operatorii urmă); teoreme de existenţă; aplicaţii.	Prelegerea Dezbaterea Explicația Descrierea și exemplificarea Demonstrația Problematizarea Conversația euristică Exercițiul	Tabla Videoproiector Calculator
3+4	Omogenizarea ecuaţiilor cu coeficienti ε-periodici: distribuţii periodice; proprietăţi de bază, teorema lui Riemann; metoda dezvoltărilor asimptotice; convergenţa procesului de omogenizare; metoda energetică a lui Tartar; compacitatea prin compensaţie; convergenţa energiei; teorema de existenţă a corectorilor.		
5	H-convergenţa: proprietăţi de bază, rezultate de convergenţă.		
6+7	Metoda undelor Bloch: proprietăţi de bază, rezultate de convergenţă.		
8	Introducere: motivaţia studierii problemelor de interacţiune fluid-structură, metoda elementului finit.		
9+10	Problema Stokes: Formularea mixtă a problemei. Condiţia “inf-sup” continuă. Aproximarea prin elemente finite şi condiţia “inf-sup” discretă. Analiza convergenţei.		
11+12	Problema Navier-Stokes: Formularea problemei. Discretizarea completă a formulării mixte a problemei Navier-Stokes. Metode de descompunere a operatorilor (metoda proiecţiei, metoda lui Glowinski, etc). Metoda caracteristicilor (semidiscretizare în timp, stabilitate, estimarea erorii).		
13+14	Problema de interacţiune fluid-solid rigid: Descrierea sistemului de ecuaţii: Navier-Stokes pentru fluid şi legea Newton pentru solidul rigid. Semi-discretizare în timp a formulării mixte a problemei. Discretizarea completă prin metoda Lagrange-Galerkin. Definiţii şi proprietăţi ale schimbării de variabilă. Estimarea erorii de convergenţă în cazul în care densitatea fluidului este diferită de cea a solidului. Metoda caracteristicii modificată în cazul densităţilor diferite.		

Bibliografie:

1. L. Bălilescu, C. Conca, T. Ghosh, J. San Martín, M. Vanninathan, Bloch wave spectral analysis in the class of generalized Hashin-Shtrikman micro-structures, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (2022), 32 (3), pp. 497-532.
2. L. Bălilescu, A. Ghosh, T. Ghosh, H-convergence and homogenization of non-local elliptic operators in both perforated and non-perforated domains, Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik (2019) 70:171.
3. L. Balilescu, C. Conca, T. Ghosh, J. San Martín, M. Vanninathan, Dispersion tensor and its unique minimizer in Hashin-Shtrikman micro-structures, Archive for Rational Mechanics and Analysis (2018), 230(2), pp. 665–700.

4. L. Bălilescu, J. San Martín, T. Takahashi, Fluid–rigid structure interaction system with Coulomb's law, SIAM Journal on Mathematical Analysis (2017), 49(6), 4625–4657.
5. L. Bălilescu, J. San Martín, T. Takahashi, On the Navier–Stokes equation with Coulomb friction law boundary condition, Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik (2017) 68:3.
6. S.C. Brenner, L.R. Scott, The mathematical theory of finite element methods. Texts in Applied Mathematics, 15. Springer-Verlag, 1994.
7. Brezis, H., Analiza functionala, teorie si aplicatii, Editura Academiei Romane, Bucuresti, 2002.
8. P.G. Ciarlet, The finite element method for elliptic problems. Studies in Mathematics and its Applications, North-Holland, 1978.
9. Cioranescu, D., Donato, P., An introduction to homogenization, Oxford University Press, 1999.
10. Conca, C. , Planchard, J., Vanninathan, M., Fluids and Periodic Structures, John Wiley & Sons Ltd., 1995.
11. Dincă, G., Metode variaţionale şi aplicaţii, Editura Tehnică, Bucureşti, 1980.
12. Ene, H., Paşa, G., Metoda omogenizării. Aplicaţii la teoria materialelor compozite, Editura Academiei, Bucureşti, 1987.
13. Ene, H., Polisevski, D., Thermal Flow in Porous Media, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1987.
14. Julien Yvonnet, Computational Homogenization of Heterogeneous Materials with Finite Elements, Springer, 2019.
15. L. Formaggia and F. Nobile. A stability analysis for the Arbitrary Lagrangian Eulerian formulation with finite elements. East-West J. Numer. Math., 7(1):105-132, 1999.
16. L. Gastaldi. A priori error estimates for the Arbitrary Lagrangian Eulerian formulation with finite elements. East-West J. Numer. Math., 9(2):123-156, 2001.
17. Robert P. Gilbert, Ana Vasilic, Sandra Klinge, Alex Panchenko, Klaus Hackl, Applications of Homogenization Theory to the Study of Mineralized Tissue, Routledge Taylor and Francis Group, 2021.
18. V. Girault, P.-A. Raviart, Finite element approximation of the Navier-Stokes equations, Springer-Verlag, 1981.
19. G. Legendre, T.Takahashi, Convergence of a Lagrange-Galerkin method for a fluid-rigid body system in ALE formulation, ESAIM Math. Model. Numer. Anal., 42(4), p. 609-644, (2008).
20. J. San Martín, J.-F. Scheid, T. Takahashi, M. Tucsnak, Convergence of the Lagrange-Galerkin method for the equations modelling the motion of a fluid-rigid system. SIAM J. Numer. Anal., 43(4):1539-1571, 2005.
21. J. San Martín, L. Smaranda, T. Takahashi, Convergence of a finite element/ALE method for the Stokes equations in a domain depending on time, Journal of Computational and Applied Mathematics 230, Issue 2, pp. 521-545, 2009.
22. J. San Martín, J.-F. Scheid, L. Smaranda, A modified Lagrange-Galerkin method for a fluid-rigid system with discontinuous density, Numerische Mathematik 122, No. 2, (2012), pp. 341-382.
23. J. San Martín, J.-F. Scheid, L. Smaranda, A time discretization scheme of a characteristics method for a fluid-rigid system with discontinuous density, Comptes Rendus Mathematique 348, No. 15-16 (2010), pp. 935-939.
24. J. San Martín, J.-F. Scheid, L. Smaranda, The Lagrange-Galerkin method in fluid-structure interaction problems, Boundary Value Problems 2013, 2013:246, doi:10.1186/1687-2770-2013-246.
25. Smaranda, L., Undele Bloch in teoria omogenizarii, Editura Academiei Romane, Bucuresti, 2010.
26. E. Suli, Convergence and nonlinear stability of the Lagrange-Galerkin method for the Navier-Stokes equations, Numer. Math., 53(4):459-483, 1988.
27. R. Temam, Navier-Stokes equations, North-Holland, 1984.
28. A. Quarteroni, A. Valli, Numerical approximation of partial differential equations. Springer Series in Computational Mathematics, 23. Springer-Verlag, Berlin, 1994.

8.2. Aplicaţii – Seminar / Laborator		Metode de predare	Observaţii Resurse folosite
1+2	Formularea variaţională a problemelor la limită: elemente de spaţii Sobolev (incluziuni, descompuneri, proprietăţi de compacitate, operatorii urmă); teoreme de existenţă; aplicaţii.	Exerciţiul Explicația Descrierea și exemplificarea Demonstrația Problematizarea Teme individuale Lucrul în grup	Tabla Videoproiector Calculator
3+4	Omogenizarea ecuaţiilor cu coeficienti ε-periodici: distribuţii periodice; proprietăţi de bază, teorema lui Riemann; metoda dezvoltărilor asimptotice; convergenţa procesului de omogenizare; metoda energetică a lui Tartar; compacitatea prin compensaţie; convergenţa energiei; teorema de existenţă a corectorilor.		
5	H-convergenţa: proprietăţi de bază, rezultate de convergenţă.		
6+7	Metoda undelor Bloch: proprietăţi de bază, rezultate de convergenţă.		
8	Introducere: motivaţia studierii problemelor de interacţiune fluid-structură, metoda elementului finit.		
9+10	Problema Stokes: Formularea mixtă a problemei. Condiţia "inf-sup" continuă. Aproximarea prin elemente finite şi condiţia "inf-sup" discretă. Analiza convergenţei.		
11+12	Problema Navier-Stokes: Formularea problemei. Discretizarea completă a formulării mixte a problemei Navier-Stokes. Metode de descompunere a operatorilor (metoda proiecţiei, metoda lui Glowinski, etc). Metoda caracteristicilor (semidiscretizare în timp, stabilitate, estimarea erorii).		
13+14	Problema de interacţiune fluid-solid rigid: Descrierea sistemului de ecuaţii: Navier-Stokes pentru fluid şi legea Newton pentru		

	solidul rigid. Semi-discretizare în timp a formulării mixte a problemei. Discretizarea completă prin metoda Lagrange-Galerkin. Definiţii şi proprietăţi ale schimbării de variabilă. Estimarea erorii de convergenţă în cazul în care densitatea fluidului este diferită de cea a solidului. Metoda caracteristicii modificată în cazul densităţilor diferite.		

Bibliografie:

1. L. Bălilescu, C. Conca, T. Ghosh, J. San Martín, M. Vanninathan, Bloch wave spectral analysis in the class of generalized Hashin-Shtrikman micro-structures, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences (2022), 32 (3), pp. 497-532.
2. L. Bălilescu, A. Ghosh, T. Ghosh, H-convergence and homogenization of non-local elliptic operators in both perforated and non-perforated domains, Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik (2019) 70:171.
3. L. Balilescu, C. Conca, T. Ghosh, J. San Martín, M. Vanninathan, Dispersion tensor and its unique minimizer in Hashin-Shtrikman micro-structures, Archive for Rational Mechanics and Analysis (2018), 230(2), pp. 665–700.
4. L. Bălilescu, J. San Martín, T. Takahashi, Fluid–rigid structure interaction system with Coulomb's law, SIAM Journal on Mathematical Analysis (2017), 49(6), 4625–4657.
5. L. Bălilescu, J. San Martín, T. Takahashi, On the Navier–Stokes equation with Coulomb friction law boundary condition, Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik (2017) 68:3.
6. S.C. Brenner, L.R. Scott, The mathematical theory of finite element methods. Texts in Applied Mathematics, 15. Springer-Verlag, 1994.
7. Brezis, H., Analiza functionala, teorie si aplicatii, Editura Academiei Romane, Bucuresti, 2002.
8. P.G. Ciarlet, The finite element method for elliptic problems. Studies in Mathematics and its Applications, North-Holland, 1978.
9. Cioranescu, D., Donato, P., An introduction to homogenization, Oxford University Press, 1999.
10. Conca, C. , Planchard, J., Vanninathan, M., Fluids and Periodic Structures, John Wiley & Sons Ltd., 1995.
11. Dincă, G., Metode variaţionale şi aplicaţii, Editura Tehnică, Bucureşti, 1980.
12. Ene, H., Paşa, G., Metoda omogenizării. Aplicaţii la teoria materialelor compozite, Editura Academiei, Bucureşti, 1987.
13. Ene, H., Polisevski, D., Thermal Flow in Porous Media, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1987.
14. Julien Yvonnet, Computational Homogenization of Heterogeneous Materials with Finite Elements, Springer, 2019.
15. L. Formaggia and F. Nobile. A stability analysis for the Arbitrary Lagrangian Eulerian formulation with finite elements. East-West J. Numer. Math., 7(1):105-132, 1999.
16. L. Gastaldi. A priori error estimates for the Arbitrary Lagrangian Eulerian formulation with finite elements. East-West J. Numer. Math., 9(2):123-156, 2001.
17. V. Girault, P.-A. Raviart, Finite element approximation of the Navier-Stokes equations, Springer-Verlag, 1981.
18. Robert P. Gilbert, Ana Vasilic, Sandra Klinge, Alex Panchenko, Klaus Hackl , Applications of Homogenization Theory to the Study of Mineralized Tissue, Routledge Taylor and Francis Group, 2021.
19. G. Legendre, T.Takahashi, Convergence of a Lagrange-Galerkin method for a fluid-rigid body system in ALE formulation, ESAIM Math. Model. Numer. Anal., 42(4), p. 609-644, (2008).
20. J. San Martín, J.-F. Scheid, T. Takahashi, M. Tucsnak, Convergence of the Lagrange-Galerkin method for the equations modelling the motion of a fluid-rigid system. SIAM J. Numer. Anal., 43(4):1539-1571, 2005.
21. J. San Martín, L. Smaranda, T. Takahashi, Convergence of a finite element/ALE method for the Stokes equations in a domain depending on time, Journal of Computational and Applied Mathematics 230, Issue 2, pp. 521-545, 2009.
22. J. San Martín, J.-F. Scheid, L. Smaranda, A modified Lagrange-Galerkin method for a fluid-rigid system with discontinuous density, Numerische Mathematik 122, No. 2, (2012), pp. 341-382.
23. J. San Martín, J.-F. Scheid, L. Smaranda, A time discretization scheme of a characteristics method for a fluid-rigid system with discontinuous density, Comptes Rendus Mathematique 348, No. 15-16 (2010), pp. 935-939.
24. J. San Martín, J.-F. Scheid, L. Smaranda, The Lagrange-Galerkin method in fluid-structure interaction problems, Boundary Value Problems 2013, 2013:246, doi:10.1186/1687-2770-2013-246.
25. Smaranda, L., Undele Bloch in teoria omogenizarii, Editura Academiei Romane, Bucuresti, 2010.
26. E. Suli, Convergence and nonlinear stability of the Lagrange-Galerkin method for the Navier-Stokes equations, Numer. Math., 53(4):459-483, 1988.
27. R. Temam, Navier-Stokes equations, North-Holland, 1984.
28. A. Quarteroni, A. Valli, Numerical approximation of partial differential equations. Springer Series in Computational Mathematics, 23. Springer-Verlag, Berlin, 1994.

9. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor comunităţii epistemice, asociaţiilor profesionale şi angajatori din domeniul aferent programului

Conţinutul disciplinei este în concordanţă cu ceea ce se face în alte centre universitare din ţară.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	• Corectitudinea noţiunilor asimilate • Înţelegere de ansamblu a importanţei disciplinei studiate şi a legăturii cu celelalte discipline	Evaluare scrisă finală (în sesiunea de examene)	30%

	fundamentale • Coerenţa logică • Gradul de asimilare al limbajului de specialitate		
10.5 Seminar	• Capacitatea de a opera cu cunoştinţe abstracte • Capacitatea de aplicare în practică • Criterii ce vizează aspecte atitudinale: interesul pentru studiul individual şi seriozitatea în tratarea problemelor	Analiza intervenţiilor studentului în activităţile de seminar	20%
		Realizarea şi prezentarea referatului	50%
10.6 Standard minim de performanţă	Stăpânirea, în proporţie de 50%, a competenţelor testate prin sistemul de evaluare anunţat.		

Data completării 22.09.2023	Titular de curs, Prof.univ.dr.habil. Loredana BĂLILESCU	Titular de seminar, Prof.univ.dr.habil. Loredana BĂLILESCU
Data avizării în Departament 23.09.2023	Director Departament (*prestator*) Conf.univ.dr. Doru CONSTANTIN	Director Departament (*beneficiar*) Conf.univ.dr. Doru CONSTANTIN