

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

| | |
|---------------------------------------|---|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca |
| 1.2 Facultatea | Facultatea de Matematică și Informatică |
| 1.3 Departamentul | Departamentul de Matematică |
| 1.4 Domeniul de studii | Matematică |
| 1.5 Ciclul de studii | Master |
| 1.6 Programul de studiu / Calificarea | Matematică Aplicativă – linia de studiu engleză |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|--|--|---------------|---|------------------------|---|-------------------------|-------------|
| 2.1 Denumirea disciplinei | Capitole speciale de mecanica fluidelor | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Prof. Dr. Mirela KOHR | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | Prof. Dr. Mirela KOHR | | | | | | |
| 2.4 Titularul activităților de laborator | - | | | | | | |
| 2.5 Anul de studii | 1 | 2.6 Semestrul | 1 | 2.7. Tipul de evaluare | E | 2.8 Regimul disciplinei | Obligatorie |

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

| | | | | | |
|--|----|--------------------|----|-----------------------|-------|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 3 | Din care: 3.2 curs | 2 | 3.3 seminar/laborator | 1 sem |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 42 | Din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 14 |
| Distribuția fondului de timp: | | | | | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe | | | | | 35 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 29 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 35 |
| Tutoriat | | | | | 14 |
| Examinări | | | | | 20 |
| Alte activități: | | | | | - |
| 3.7 Total ore studiu individual | | 133 | | | |
| 3.8 Total ore pe semestru | | 175 | | | |
| 3.9 Numărul de credite | | 7 | | | |

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

| | |
|-------------------|--|
| 4.1 de curriculum | <ul style="list-style-type: none"> Mecanică teoretică; Ecuații cu derivate parțiale; Funcții reale; Analiză numerică |
| 4.2 de competențe | <ul style="list-style-type: none"> Sunt utile competențe de raționamente logice și de utilizare a cunoștințelor de curriculum precizate mai sus |

5. Condiții (acolo unde este cazul)

| | |
|--|--|
| 5.1 De desfășurare a cursului | <ul style="list-style-type: none"> Sală de curs dotată cu tablă/videoproiector |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului | <ul style="list-style-type: none"> Sală de seminar dotată cu tablă/videoproiector |

6. Competențele specifice acumulate

| | |
|--------------------------------|--|
| Competențe profesionale | <ul style="list-style-type: none"> • Abilitatea de a înțelege și a aborda rezolvarea unor probleme de matematică aplicată. • Cunoașterea conceptelor de bază și avansate din mecanica fluidelor. • Abilitatea de a formula și comunica oral și în scris idei și concepte din mecanica fluidelor. • Abilitatea de a înțelege și de a utiliza metode ale teoriei ecuațiilor cu derivate parțiale în abordarea unor probleme moderne din mecanica fluidelor, precum și abilitatea de a folosi aceste cunoștințe și de a prezenta aplicații. • Cunoașterea conceptelor de bază din cinematica fluidelor. • Însușirea conceptelor de bază din dinamica fluidelor. • Abilitatea de a înțelege și de a aborda anumite capitole speciale ale mecanicii fluidelor, cu accent deosebit asupra teoriei matematice a mișcărilor fluide vâscoase incompresibile la numere Reynolds mici. • Însușirea unor metode specifice teoriei potențialului în studiul unor probleme cu valori pe frontieră pentru sisteme eliptice, care intervin în mecanica fluidelor, dar și în alte domenii ale matematicii, ca teoria ecuațiilor cu derivate parțiale, analiza armonică. |
|--------------------------------|--|

| | |
|--------------------------------|--|
| Competențe transversale | <ul style="list-style-type: none"> • Studentul trebuie să aibă capacitatea de a aplica noțiunile studiate și de a modela matematic probleme concrete ce intervin în practică și care descriu mișcări ale unor fluide în prezența unor corpuri sau a unor medii fluide/poroase. • Abilitatea de a înțelege problemele studiate, atât din punct de vedere teoretic cât și practic, și de a alege metodele adecvate de studiu. • Abilitatea de a lucra în echipă, depunând o muncă adecvată. • Abilitatea de a comunica oral și în scris, prin respectarea normelor de etică și deontologie profesională. • Capacitatea de a utiliza software-uri matematice în rezolvarea unor probleme specifice ce necesită abordare analitică și numerică. • Identificarea oportunităților de formare continuă și de valorificare eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare. |
|--------------------------------|--|

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

| | |
|---------------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general al disciplinei | <ul style="list-style-type: none"> • Cunoașterea, însușirea și aprofundarea unor noțiuni și rezultate fundamentale din mecanica fluidelor • Însușirea și aprofundarea metodelor teoriei potențialului în abordarea unor probleme eliptice cu valori pe frontieră din mecanica fluidelor |
|---------------------------------------|---|

| | |
|---------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Aprofundarea unor noțiuni și rezultate fundamentale din teoria ecuațiilor cu derivate parțiale și abilitatea de a aplica aceste rezultate în studiul unor probleme specifice mecanicii fluidelor |
| 7.2 Obiectivele specifice | <ul style="list-style-type: none"> • Însușirea cunoștințelor de bază și avansate din mecanica fluidelor. • Însușirea conceptelor de bază din cinematica fluidelor. • Însușirea conceptelor de bază din dinamica fluidelor. • Utilizarea unor modele matematice adecvate în descrierea și analiza problemelor care privesc mișcări fluide vâscoase incompresibile. • Înțelegerea problemelor și rezultatelor fundamentale din teoria matematică a mișcărilor fluide vâscoase incompresibile la numere Reynolds mici. • Înțelegerea și aprofundarea unor metode specifice teoriei potențialului în abordarea unor probleme cu valori pe frontieră pentru sisteme eliptice din mecanica fluidelor • Utilizarea unor software-uri matematice în rezolvarea numerică a unor probleme din mecanica fluidelor. • Implicarea studenților în activitatea de cercetare științifică. |

8. Conținuturi

| 8.1 Curs | Metode de predare | Observații |
|---|---|------------|
| 1. Cinematica fluidelor: Fluid, configurație, mișcare. Câmpurile viteză și accelerație ale mișcării unui fluid. Descrierea Euleriană (spațială) a mișcării unui fluid. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 2. Dinamica fluidelor: Principiul conservării masei. Ecuația de continuitate. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 3. Ecuațiile lui Cauchy. Ecuația constitutivă a fluidului ideal și ecuațiile lui Euler. Aplicații. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 4. Ecuația constitutivă a fluidului vâscos Newtonian. Ecuațiile Navier-Stokes. Analiză adimensională și forme speciale ale ecuațiilor Navier-Stokes. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 5. Rezultate de unicitate pentru problemele Dirichlet și Neumann asociate sistemului Stokes pe domenii Lyapunov/Lipschitz din \mathbf{R}^n . | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 6. Metoda soluțiilor fundamentale în mecanica fluidelor (I): Funcția Green, vectorul presiune și tensorul tensiune pentru mișcarea fluidă de tip Stokes generată de o forță punctuală. Tensorul Oseen-Burgers în \mathbf{R}^n ($n=2, 3$). | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 7. Metoda soluțiilor fundamentale în mecanica fluidelor (II): Reprezentările integrale directe pe frontieră ale câmpurilor viteză și presiune asociate unei mișcări fluide de tip Stokes. Aplicații. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |

| | | |
|--|---|--|
| 8. Teoria potențialului hidrodinamic (I): Operatori mărginiți, operatori compacți și operatori Fredholm pe spații Banach. Alternativele lui Fredholm. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 9. Teoria potențialului hidrodinamic (II): Potențialele hidrodinamice de simplu și de dublu-strat. Proprietăți. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 10. Aplicații ale teoriei potențialului hidrodinamic (I): Rezultate de existență și unicitate în spații de funcții continue sau în spații Sobolev pentru probleme cu valori pe frontieră asociate sistemului Stokes pe domenii Lyapunov sau Lipschitz din \mathbf{R}^n ($n \geq 2$). | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 11. Aplicații ale teoriei potențialului hidrodinamic (II): Studiul problemei exterioare Dirichlet pentru sistemul Stokes în diverse spații de funcții. Rezultate de existență și unicitate. Aplicații. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 12. Probleme de transmisie pentru sistemul Stokes: Rezultate de existență și unicitate în spații Sobolev. Aplicații privind mișcări fluide vâscoase incompresibile în prezența interfețelor. Rezultate numerice. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative explicații alternative | |
| 13. Teoria potențialului pentru sistemul Brinkman: Rezultate de existență și unicitate pentru probleme cu valori pe frontieră asociate sistemului Brinkman pe domenii Lyapunov/Lipschitz din \mathbf{R}^n ($n \geq 2$). Aplicații privind mișcări fluide vâscoase în medii poroase. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |
| 14. Modelele Stokes și Brinkman. Rezultate de existență și unicitate în spații Hölder sau Sobolev pentru probleme de transmisie asociate sistemelor Stokes și Brinkman pe domenii Lyapunov sau Lipschitz. | Prelegerea, modelarea, demonstrația, conversația. Prezentarea de explicații alternative | |

Bibliografie

1. Kohr, M., Pop, I., *Viscous Incompressible Flow for Low Reynolds Numbers*, WIT Press (Wessex Institute of Technology Press), Southampton (UK) – Boston, 2004
2. Kohr, M., *Modern Problems in Viscous Fluid Mechanics*, Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2 vols. 2000 (in Romanian)
3. Dragoș, L., *Fluid Mechanics*, Vol. I, Romanian Academy Press, Bucharest, 1999 (in Romanian)
4. Truesdell, C., Rajagopal, K.R., *An Introduction to the Mechanics of Fluids*, Birkhäuser, Basel, 2000
5. Kiselev, S.P., Vorozhtsov, E.V., Fomin, V.M., *Foundations of Fluid Mechanics with Applications. Problem Solving Using Mathematica*, Birkhäuser, Boston, 1999
6. Hsiao, G.C., Wendland W.L., *Boundary Integral Equations*, Springer-Verlag, Heidelberg, 2008
7. Taylor, M., *Partial Differential Equations*, Springer-Verlag, New York, 1996-1997, vol. 1-3
8. Wloka, J. T. , Rowley, B., Lawruk, B., *Boundary Value Problems for Elliptic Systems*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995
9. Power, H., Wrobel, L.C., *Boundary Integral Methods in Fluid Mechanics*, WIT Press: Computational Mechanics Publications, Southampton (UK) – Boston, 1995

| | | |
|---|---|-------------------------------------|
| 10. Mitrea, M. Wright, M., <i>Boundary value problems for the Stokes system in arbitrary Lipschitz domains</i> , Astérisque, 344 (2012): viii+241 pp. | | |
| 11. Shor, H., <i>The Navier-Stokes Equations: An Elementary Functional Analytic Approach</i> , Birkhäuser, Basel, 2001 | | |
| 12. Brezis, H., <i>Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations</i> , Springer, New York, 2011 | | |
| 8.2 Seminar / laborator | Metode de predare | Observații |
| 1. Operatori diferențiali. Derivate materiale. Teorema lui Euler. Aplicații | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 2. Rezultate de bază privind tensorii cartezieni de ordinul doi în \mathbf{R}^n . | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 3. Proprietăți ale tensorului tensiune Cauchy: Teorema fundamentală a lui Cauchy și proprietatea de simetrie. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 4. Fluid incompresibil. Condiția de incompresibilitate. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 5. Teorema lui Killing. Aplicații. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 6. Problema Dirichlet exterioară pentru sistemul Stokes pe domenii Lyapunov/Lipschitz din \mathbf{R}^n ($n=2,3$). Rezultate de unicitate și aplicații. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 7. Proprietăți ale mișcărilor fluide vâscoase liniarizate. Identitatea de reciprocitate generalizată a lui Lorentz pentru mișcări fluide vâscoase incompresibile. Aplicații | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 8. Proprietăți ale mișcărilor fluide bidimensionale de tip Stokes pe domenii mărginite. Paradoxul lui Stokes. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. | Seminarul este structurat pe o oră. |

| | | |
|--|---|-------------------------------------|
| | Lansarea unor teme de studiu. | |
| 9. Analiza unor probleme cu valori pe frontieră pentru ecuația biarmonică în \mathbf{R}^2 . Aplicații. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 10. Metoda soluțiilor fundamentale în mecanica fluidelor: Mișcarea fluidă de tip Stokes în prezența unei sfere solide (fluide). Aplicații și reprezentări grafice. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 11. Proprietăți de compactitate ale unor operatori din teoria potențialului hidrodinamic pentru sistemul Stokes în diferite spații de funcții. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 12. Probleme de transmisie pentru sistemul Stokes: Rezultate de existență și unicitate. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 13. Modelele Stokes și Brinkman. Aplicații. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |
| 14. Rezultate de existență și unicitate în spații Hölder sau Sobolev pentru probleme de transmisie asociate sistemelor Stokes și Brinkman pe domenii Lyapunov sau Lipschitz. | Rezolvare de probleme și dezbateră soluțiilor. Răspunsuri directe la întrebările studenților. Lansarea unor teme de studiu. | Seminarul este structurat pe o oră. |

Bibliografie

1. Kohr, M., Pop, I., *Viscous Incompressible Flow for Low Reynolds Numbers*, WIT Press (Wessex Institute of Technology Press), Southampton (UK) – Boston, 2004
2. Kohr, M., *Modern Problems in Viscous Fluid Mechanics*, Cluj University Press, Cluj-Napoca, 2 vols. 2000 (in Romanian)
3. Dragoș, L., *Fluid Mechanics*, Vol. I, Romanian Academy Press, Bucharest, 1999 (in Romanian)
4. Truesdell, C., Rajagopal, K.R., *An Introduction to the Mechanics of Fluids*, Birkhäuser, Basel, 2000
5. Hsiao, G.C., Wendland W.L., *Boundary Integral Equations*, Springer-Verlag, Heidelberg, 2008
6. Taylor, M., *Partial Differential Equations*, Springer-Verlag, New York, 1996-1997, vol. 1-3
7. Wloka, J. T. , Rowley, B., Lawruk, B., *Boundary Value Problems for Elliptic Systems*, Cambridge

University Press, Cambridge, 1995

8. Power, H., Wrobel, L.C., *Boundary Integral Methods in Fluid Mechanics*, WIT Press: Computational Mechanics Publications, Southampton (UK) – Boston, 1995
9. Mitrea, M. Wright, M., *Boundary value problems for the Stokes system in arbitrary Lipschitz domains*, Astérisque, 344 (2012): viii+241 pp.
10. Shor, H., *The Navier-Stokes Equations: An Elementary Functional Analytic Approach*, Birkhäuser, Basel, 2001
11. Brezis, H., *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*, Springer, New York, 2011

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

Tematica acestui curs este în concordanță cu ceea ce este prevăzut în programul de studii al universităților importante din țară și străinătate în care matematica aplicată are un rol esențial. Această disciplină este utilă în pregătirea viitorilor profesori și cercetători în matematica aplicată, precum și a celor care utilizează modele matematice și metode avansate de studiu în alte domenii.

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
|--|---|---|------------------------------|
| 10.4 Curs | Cunoașterea noțiunilor și a rezultatelor de bază | Lucrare scrisă la final de semestru. | 60% |
| | Posibilitatea de a justifica prin demonstrație rezultatele teoretice | | |
| 10.5 Seminar/laborator | Capacitatea de a aplica noțiuni și rezultate teoretice dobândite la curs în modelarea matematică și analiza unor probleme din mecanica fluidelor. | Evaluarea referatelor/temelor din timpul semestrului, o lucrare de control la mijlocul semestrului și participarea activă la seminar. | 40% |
| | Prezența la ore: conform cerințelor generale ale facultății. | | |
| 10.6 Standard minim de performanță | | | |
| Obținerea notei 5 (într-o scară de la 1 la 10) în urma lucrării scrise la final de semestru precum și a activității la seminarii din timpul semestrului. | | | |

Data completării

29.04.2013

Titular de curs

Prof. Dr. Mirela KOHR

Titular de seminar

Prof. Dr. Mirela KOHR

Data avizării în departament

Director de departament

Prof. Dr. Octavian AGRATINI