

**CURSURI OPȚIONALE DE
MATEMATICĂ**

PROPUSE

**PENTRU ANUL
UNIVERSITAR 2020-2021**

**DOMENIUL DE LICENȚĂ:
MATEMATICĂ**

**SPECIALIZAREA:
MATEMATICI-APPLICATE
ANUL II**

Lista cursurilor opționale – anul II 2020-2021

Semestrul I

Opțional 1

- 1. Algoritmi fundamentali**
- 2. Criptografie**

Semestrul II

Optional 2

- 1. Inteligență Artificială**
- 2. Software matematic**

Optional 3

- 1. O introducere matematică în fizica teoretică modernă**
- 2. Mecanica cereasca**

Fiecare student (indiferent de opțiunile făcute pentru specializare) optează pentru câte un curs din fiecare din cele trei grupuri de cursuri opționale.

FISA UNITATII DE CURS

TITLU: Algoritmi Fundamentali

DOMENIUL DE LICENȚĂ: MATEMATICĂ

SPECIALIZAREA: MATEMATICI-APLICATE

STATUTUL: optional

NR.ORE/SAPTAMANA: 4 (Curs = 2; Seminar = 1; Laborator 1)

SEMESTRUL: 3 / anul II de studiu

FORMA DE EXAMINARE: Verificare

CREDITE: 4

OBIECTIVE:

Utilizarea grafurilor ca procedeu de modelare formală pentru probleme de optimizare. Studenții vor fi familiarizați cu noțiuni fundamentale de algoritmică, teoria grafurilor.

PROGRAMA:

1. Distanțe în grafuri. Algoritmii Bellman-Ford, DAG, Dijkstra, Floyd-Warshall.
2. Grafuri parțiale și induse. Arbori parțiali de cost minim
3. Rețele de Transport. Alte probleme de optim
4. Grafuri planare. Teorema poliedrală a lui Euler
5. Programare lineară; Probleme de acoperire în grafuri
6. Acoperiri convexe. Algoritmi incremental: Graham's scan, Jarvis' march; folosirea metodei *Divide et Impera*
7. Colorări în grafuri
8. Introducere în optimizare combinatorială și euristici
9. Tabu Search: principii generale și algoritmul

BIBLIOGRAFIE:

Cormenth. et. al, Introduction to algorithms, MIT Press, 2001

Kleinberg J., Tardos E., Algorithm design, Pearson Education, 2006

Popescu D.R. Combinatorica și Teoria Grafurilor, Societatea de Științe Matematice, 2005

Tomescu I., Probleme de combinatorica si teoria grafurilor, Editura didactică și pedagogică, Bucuresti 1981.

F. Glover, Tabu Search: A Tutorial.

F. Glover, A user's guide to tabu search

FISA UNITATII DE CURS

TITLU: Criptografie

DOMENIUL DE LICENȚĂ: MATEMATICĂ

SPECIALIZAREA: MATEMATICĂ / MATEMATICĂ-INFORMATICĂ

STATUTUL: optional

NR.ORE/SAPTAMANA: 3 (Curs 2; Seminar 1, Laborator 1)

SEMESTRUL: 3 / anul III de studiu

FORMA DE EXAMINARE: Verificare

CREDITE: 4

OBIECTIVE:

Tot ce ține de securitatea informațiilor, securitatea transferurilor bancare sau de detectarea sau corectarea erorilor ce apar în mesajele care „circulă” prin medii cu bruiaje, este matematică. Obiectivul acestui curs este să descopere matematica ce stă în spatele acestor lucruri practice din viața de zi cu zi. Este o introducere utilă celor ce vor dori să se ocupe de acest domeniu fascinant..

PROGRAMA:

Criptosisteme clasice: Cifrul Vigenere. Cifrul Hill.

Criptosisteme perfect sigure. Teorema Shannon.

Criptosisteme cu cheie publică.

Problema logaritmului discret. Metode de atac.

Protocolul Diffie-Hellmann. Criptosistemul ElGamal.

Criptosistemele RSA, Metode de atac

Criptosisteme pe curbe eliptice.

Criptografie cuantică.

BIBLIOGRAFIE:

[1] C.Gherghe și D.Popescu: Criptografie, Coduri, Algoritmi, Editura Universității 2006.

[2] J.Hoffstein, J.Pipher, J.Silverman: An introduction to Mathematical Cryptography, 2008, Springer.

FISA UNITATII DE CURS

TITLU: Inteligență Artificială

DOMENIUL DE LICENȚĂ: MATEMATICĂ

SPECIALIZAREA: MATEMATICI-APLICATE

STATUTUL: optional

NR.ORE/SAPTAMANA: 4 (Curs 2; Laborator 2)

SEMESTRUL: 4 / anul II de studiu

FORMA DE EXAMINARE: Verificare

CREDITE: 5

OBIECTIVE:

- Înțelegerea teoretică și practică a metodelor de bază din inteligența artificială.
- Dezvoltarea capacității de abordare principială a problemelor practice cunoscute din domeniul inteligenței artificiale prin identificarea soluțiilor, din punct de vedere teoretic, specifice tipurilor improtante de probleme.
- Familiarizarea studenților cu aspectele teoretice și practice ale inteligenței artificiale, cu accent pe tehnicile de reprezentare a cunoștințelor și pe cele de învățare automată.

PROGRAMA:

Introducere în domeniul inteligenței artificiale

Rezolvarea problemelor prin intermediul căutării. Căutarea informată. Algoritm A*

Jocurile ca probleme de căutare. Algoritm Minimax. Funcții de evaluare

O implementare eficientă a principiului Minimax: Algoritm Alpha-Beta

Aspecte ale reprezentării cunoștințelor

Tipuri de inferență

Rețele Bayesiene. Inferența în rețele Bayesiene

Un algoritm pentru raspunsul la interogări probabiliste asupra unui poli-arbore

Subdomeniul învățării automate. Concepte de bază, tipuri de învățare, forme canonice ale problemelor de învățare, măsuri de performanță, metoda celor mai apropiați vecini.

Modele de clasificare liniară: perceptronul, problema XOR și soluții, clasificatorul SVM, regresia Ridge.

Optimizarea funcțiilor de pierdere: SVM versus regresia logistică (softmax). Algoritm coborârii pe gradient cu și fără momentum.

Rețele neuronale. Regula de înlănțuire pentru propagarea erorii. Arhitecturi, funcții de transfer, inițializarea datelor.

Metode de evitare a supra-învățării. Teoreme importante: teorema aproximării universale, teorema "No free lunch".

Abordări moderne. Rețele neuronale convoluționale și/sau generativ-adversariale.

BIBLIOGRAFIE:

1. S. Russell, P. Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition), Pearson, 2016.
2. F. Hristea, M.F. Balcan. Căutarea și reprezentarea cunoștințelor în inteligența artificială. Teorie și aplicații (ed. a II-a). Editura Universității din București, 2010.
3. A. Geron. Hands-on Machine Learning with Scikit Learn and TensorFlow. Concepts, Tools, and Techniques for Building Intelligent Systems. O'Reilly, 2016.
4. T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Second Edition. Springer, 2009.
5. R.T. Ionescu, M. Popescu. Knowledge Transfer between Computer Vision and Text Mining. Similarity-based Learning Approaches. Springer, 2016.

FISA UNITATII DE CURS

TITLU: Software matematic

DOMENIUL DE LICENȚĂ: MATEMATICĂ

SPECIALIZAREA: MATEMATICI-APLICATE

STATUTUL: optional

NR.ORE/SAPTAMANA: 4 (Curs 2; Laborator 2)

SEMESTRUL: 4 / anul II de studiu

FORMA DE EXAMINARE: Verificare

CREDITE: 5

OBIECTIVE:

Inițierea studenților în utilizarea programelor matematice de calcul numeric și simbolic și în tehnoredactarea textelor matematice.

PROGRAMA:

- Proiectarea și utilizarea unor sisteme de software matematic destinate rezolvării unor probleme ce apar în știință și tehnică. Structura unui nucleu de software matematic.
- Introducere în MATLAB: mediul Matlab, caracteristici, matrice în MATLAB, calcul numeric și simbolic în MATLAB, rezolvarea simbolică și numerică a ecuațiilor, programare în MATLAB,
- grafică și animația în MATLAB, toolbox-uri MATLAB.
- Compararea unor algoritmi de aproximare numerică cu funcții corespunzătoare din MATLAB.
- Redactare de text matematic în LaTeX.

BIBLIOGRAFIE:

The Mathworks - Setul de manuale MATLAB.

Cleve Moler - Numerical Computing with MATLAB, Electronic Edition: The MathWorks, Inc., Natick, MA, 2004, <http://www.mathworks.com/moler>.

Marin Ghinea, Virgiliu Fireteanu, MATLAB - Calcul numeric, grafică, aplicații, Editura Teora, București, 2003.

Horia F. Pop, Paul A. Blaga - LaTeX -2e, Editura Tehnică, Bucuresti, 1999.

Iuliana Paraschiv-Munteanu, Doina Massier, Probleme de mecanică rezolvate în MatLab, Editura Universității București, ISBN 978-973-737-518-6, 2008.

Iuliana Paraschiv-Munteanu, Daniel Stănică, Analiză numerică - Exerciții și teme de laborator, Ediția a II-a revizuită și adăugită, Editura Universității București, ISBN 978 -973-737-501-8, 2008.

Donald E. Knuth, The TeX book, Addison-Wesley, 1986.

Leslie Lamport, LaTeX: A Document Preparation System, Addison-Wesley, ediția a doua, 1994.

Raymond Seroul, Le petit Livre de TEX, Paris: InterEditions, 1989.

FISA UNITATII DE CURS

TITLU: O introducere matematică în fizica teoretică modernă

DOMENIUL DE LICENȚĂ: MATEMATICĂ

SPECIALIZAREA: MATEMATICI-APLICATE

STATUTUL: optional

NR.ORE/SAPTAMANA: 4 (Curs 2; Seminar 2)

SEMESTRUL: 4 / anul II de studiu

FORMA DE EXAMINARE: Verificare

CREDITE: 4

OBIECTIVE:

Ideile și noțiunile fizice introduse în acest curs se constituie într-un fundament fenomenologic pentru domeniul de primă importanță din matematica modernă. Cursul răspunde studenților interesați să vadă legătura între construcții matematice complexe și anumite fenomene fizice care uneori au fost la originea domeniului matematic respectiv.

Cursul se adresează atât studenților care urmăresc o carieră de profesor de liceu (prin exemplele de aplicații ale matematicii în alte domenii ale cunoașterii și elementele istoria științei), cât și celor care doresc să-și continue activitatea cu un program de studii aprofundate sau de doctorat (prin expunerea unor problematice la frontiera matematicii cu fizica teoretică care motivează multe dintre cercetările contemporane).

PROGRAMA:

1. Principiile mecanicii cuantice

1.1. Observabile ca operatori hermitici. Stări fizice și vectori proprii ai unui operator hermitic. Teorema spectrală (cazul discret, cazul continuu). Rolul comutatorului în context cuantic. Observabile incompatibile. Relația de incertitudine a lui Heisenberg. Observabilele poziție, impuls și moment cinetic. Relații cuantice fundamentale și algebre necomutative, abordarea Dirac.

1.2. Grupuri Lie de invarianță. Observabilele cuantice ca generatori infinitezimali ai grupurilor de transformări.

1.3. Problema măsurării în mecanica cuantică. Colapsul funcției de undă, interpretare probabilistă.

1.4 Stări entangled și nelocalitate cuantică. Noțiuni de informație cuantică.

1.5. Dualitatea undă-particulă. Funcția de undă. Originea cuantificării energiei. Efectul de tunnelling.

2. De la simetrii la grupuri, algebre Lie și reprezentări. Grupul rotațiilor și clasificarea stărilor fizice. Grupul Lorentz asociat relativității restrânse a lui Einstein. Clasificarea ecuațiilor de câmp libere: Klein-Gordon, Weyl, Dirac, Maxwell, Proca. Teoria câmpurilor cuantice ca o consecință a mecanicii cuantice și a teoriei relativității. Particule elementare și antiparticule

3. Interacții fundamentale și teorii de etalonare (gauge). Originea ideii de conexiune într-o fibrare și introducerea formalismului teoriilor de etalonare

4. Fizică și topologie: de la monopolul lui Dirac la izolatorii topologici din fizica stării condensate. Principiul minimei acțiuni. Sisteme fizice cu configurații localizate stabile, caracterizate de invarianți topologici (numere winding, grad Brouwer, clase Chern).

BIBLIOGRAFIE:

Ș. Țițeica, *Mecanica cuantică*, Editura Academiei, 1984

V. Florescu, *Lecții de mecanică cuantică*, Editura Universității din București, 2007, 2008

A. Messiah, *Mecanică cuantică*, Vol, 1, 2, Editura Științifică, 1973, 1974.

J. J. Sakurai, J. Napolitano, *Modern quantum mechanics 2nd edition*, Cambridge University Press, 2017.

L. D. Landau, Lifshitz, E. M. (2013). *Quantum Mechanics: A Shorter Course of Theoretical Physics* (Vol. 2). Elsevier.

N. Manton, P. Sutcliffe. *Topological solitons*. Cambridge University Press, 2004.

FISA UNITATII DE CURS

TITLU: Mecanica cereasca

DOMENIUL DE LICENȚĂ: MATEMATICĂ

SPECIALIZAREA: MATEMATICI-APLICATE

STATUTUL: optional

NR.ORE/SAPTAMANA: 4 (Curs 2; Seminar 2)

SEMESTRUL: 4 / anul II de studiu

FORMA DE EXAMINARE: Verificare

CREDITE: 4

OBIECTIVE:

Cursul are următoarele obiective: înțelegerea specificității astronomiei, determinarea elementelor orbitei și a efemeridei unui corp dintr-un sistem planetar, înțelegerea efectelor refracției, paralaxei, aberației luminii, precesiei și nutației asupra pozițiilor aparente, înțelegerea efectelor relativiste asupra mișcărilor dintr-un sistem planetar și asupra propagării luminii, deschiderea spre astrofizică și cosmologie.

PROGRAMA:

Problema reperului în astronomie. Distanțe și determinarea lor. Sfera cerească. Sisteme de coordonate.

Problema celor două corpuri. Mișcarea pe conică. Efemeride

Elementele orbitei. Determinarea elementelor orbitei.

Problema celor trei corpuri

Reducerea observațiilor. Refracția astronomică. Paralaxa. Aberația luminii. Precesia și nutația.

Elemente de fotometrie și spectrometrie. Magnitudini aparente și absolute. Luminozitate. Utilizarea informației spectrale pentru determinarea structurii și evoluției stelelor.

Elemente de teoria relativității. Transformările lui Lorenz. Ecuațiile de câmp ale lui Einstein. Semnificația fizică a curburii.

Mișcarea în câmpul de metrică Schwarzschild. Avansul periheliului lui Mercur. Abaterea razei luminoase în apropierea Soarelui. Găuri negre.

Elemente de cosmologie relativistă. Modele de univers.

BIBLIOGRAFIE:

Albert Einstein, *Teoria Relativității*, Editura Tehnică, 1957

Richard Fitzpatrick, *Introduction to Celestial Mechanics*, Cambridge University Press, 2012

Roy A.E., Clark D., *Astronomy: Principles and practices*, Taylor & Francis, 2003