



COURSE PROGRAMME

1. Information about the programme

1.1 University	University "Alexandru Ioan Cuza" of Iasi
1.2 Faculty	Faculty of Mathematics
1.3 Department	Department of Mathematics
1.4 Domain	Mathematics
1.5 Cycle	Masters
1.6 Programme / Qualification	Applied Mathematics

2. Information about the course

2.1 Course Name	Celestial mechanics						
2.2 Course taught by	Prof. PhD. CATALIN BOGDAN GALES						
2.3 Seminary / laboratory taught by	Prof. PhD. CATALIN BOGDAN GALES						
2.4 Year	I	2.5 Semester	II	2.6 Type of evaluation*	E	2.7 Course type**	Op

*E - Exam / C - Colloquium / V - Verification

**OB - Obligatory / OP - Optionally / F - Facultative

3. Total hours (estimated per semester and activities)

3.1 Number of hours per week	4	3.2 course	2	3.3 seminary/ laboratory	2
3.4 Total number of hours	56	3.5 course	28	3.6 seminary/ laboratory	28
Distribution					hours
Individual study using textbooks, course notes, bibliography items, etc.					40
Supplementary study (library, on-line platforms, etc.)					25
Individual study for seminary/laboratory, homeworks, projects, etc.					25
Tutoring					0
Examination					4
Other activities					0
3.7 Total hours of individual activity*					94
3.8 Total hours per semester					150
3.9 Credit points					6

4. Pre-requisites - Curriculum (if necessary)

Analiză matematică. Ecuatii diferențiale
--

5. Conditions (if necessary)

5.1 Course	Sală de curs/seminar
5.2 Seminary / Laboratory	Sală de seminar

6. Objectives

1. Să modeleze dinamica obiectelor spațiale;
2. Să utilizeze tehnici analitice și numerice pentru studiul dinamicii diferitelor modele matematice de mecanică cerească și astrodinamică;
3. Să ofere o descriere calitativă și cantitativă a fenomenelor dinamice.

La sfârșitul cursului, studenții vor fi capabili să:

- Obțină ecuațiile care descriu mișcarea unui sistem spațial dat;
- Descrie mai multe metode matematice care analizează un model dinamic dat;
- Utilizeze metode numerice pentru a propaga orbita unui obiect (sau sistem) spațial;
- Utilizeze elemente ale teoriei canonice a perturbațiilor pentru a analiza dinamica pe termen lung a corpurilor cerești;
- Aplice metode hamiltoniene (analitice și semi-analitice) pentru a investiga dinamica obiectelor spațiale.

7. Specific competencies/Learning outcomes

- conducts quantitative research
- applies scientific methods
- finds solutions to problems
- performs analytical mathematical calculations

8. Contents

8.1 Course	Teaching methods	Remarks (number of hours, references)
Elemente de mecanică teoretică (cinematică, dinamică, coordonate generalizate, ecuațiile lui Lagrange)	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	5 ore, referința 1
Elemente de mecanică Hamilton (transformări canonice, condiții de canonicitate, integrale prime)	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	5 ore, referințele 1, 2, 5, 6
Metode numerice pentru ecuații diferențiale ordinare (Adams-Bashforth-Moulton, Runge-Kutta)	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	2 ore, referința 7
Soluția analitică a problemei celor două corpuri. Elemente orbitale	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	3 ore, referințele 3, 4
Problema celor n corpuri (formularea problemei, integrale prime, studii numerice în cazul $n = 3$, problema restrânsă a celor trei corpuri). Aplicații	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	4 ore, referințele 2, 3, 4
Teoria canonică a perturbațiilor (sisteme integrabile, teorema lui Liouville, variabile acțiune-unghe, sisteme hamiltoniene cvasiintegrabile, funcții perturbatoare, dezvoltări în serie a funcțiilor perturbatoare)	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	5 ore, referințele 2, 5, 6
Rezonanțe orbitale și rezonanțe spin-orbitale	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	2 ore, referințele 1, 2
Modelarea dinamicii în jurul corpurilor nesferice	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	2 ore, referințele 4, 7

Bibliography

Referințe principale:

1. A. Celletti, Stability and Chaos in Celestial Mechanics, Springer-Verlag, Berlin (2010).
2. A. Morbidelli, Modern Celestial Mechanics. Aspects of Solar System Dynamics, Taylor & Francis Scientific Publishers, Cambridge (2011).
3. C. D. Murray, S.F. Dermott, Solar system dynamics, Cambridge University Press, 1999.
4. D.A. Vallado, Fundamentals of astrodynamics and applications, McGraw-Hill 1997.

Referințe suplimentare:

5. V.I. Arnold. Mathematical methods of Classical Mechanics, second edition translated by K. Vogtmann and A. Weinstein, Springer-Verlag (1989).
6. C. Efthymiopoulos, Canonical perturbation theory, stability and diffusion in Hamiltonian systems: applications in dynamical astronomy, in 3rd La Plata International School on Astronomy and Geophysics "Chaos, Diffusion and Non-integrability in Hamiltonian Systems - Applications to Astronomy" (1st edition), P. Cincotta, C. Giordano, C., Efthymiopoulos, eds., Uni. Nac. de la Plata, La Plata (2011).
7. O. Montenbruck, E. Gill, Satellite orbits, Science (Vol. 134), Springer Berlin Heidelberg, 2000.

8.2 Seminary / Laboratory	Teaching methods	Remarks (number of hours, references)
Elemente de mecanică teoretică (cinematică, dinamică, coordonate generalizate, ecuații Lagrange)	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	5 ore, referințele 1, 2, 5, 6
Elemente de mecanică Hamilton (transformări canonice, condiții de canonicitate, integrale prime)	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	5 ore, referințele 1,2,5,6
Propagarea orbitelor folosind integratori cu un singur pas și cu mai mulți pași (Runge-Kutta, Adams-Bashforth-Moulton)	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	4 ore, referința 7
Indicatori de haos (exponenți Lyapunov, aplicația Poincare). Aplicații în sistemul Henon și Heiles (1964));	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	3 ore, referințele 1, 2
Soluția analitică a problemei celor două corpuri. Elemente orbitale	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	3 ore, referințele 3, 4
Variabilele Delaunay	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	2 ore, referințele 3, 4
Elemente ale teoriei canonice a perturbațiilor	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	3 ore, referințele 2, 5, 6
Rezonanțe orbitale și rezonanțe spin-orbitale. Aplicații:	Prelegerea, explicația, conversația, demonstrația, dialogul	3 ore, referințele 1,2

Bibliography**Referințe principale:**

1. A. Celletti, Stability and Chaos in Celestial Mechanics, Springer-Verlag, Berlin (2010).
2. A. Morbidelli, Modern Celestial Mechanics. Aspects of Solar System Dynamics, Taylor & Francis Scientific Publishers, Cambridge (2011).
3. C. D. Murray, S.F. Dermott, Solar system dynamics, Cambridge University Press, 1999.
4. D.A. Vallado, Fundamentals of astrodynamics and applications, McGraw-Hill 1997.

Referințe suplimentare:

5. V.I. Arnold. Mathematical methods of Classical Mechanics, second edition translated by K. Vogtmann and A. Weinstein, Springer-Verlag (1989).
6. C. Efthymiopoulos, Canonical perturbation theory, stability and diffusion in Hamiltonian systems: applications in dynamical astronomy, in 3rd La Plata International School on Astronomy and Geophysics "Chaos, Diffusion and Non-integrability in Hamiltonian Systems - Applications to Astronomy" (1st edition), P. Cincotta, C. Giordano, C., Efthymiopoulos, eds., Uni. Nac. de la Plata, La Plata (2011).
7. O. Montenbruck, E. Gill, Satellite orbits, Science (Vol. 134), Springer Berlin Heidelberg, 2000.

9. Coordination of the contents with the expectations of the community representatives, professional associations and relevant employers in the corresponding domain

Studentii va fi capabili să aplice diverse metode pentru a studia dinamica corpurilor din sistemul solar (planete, asteroizi, sateliți, nave spațiale, deșeuri spațiale). Cursul oferă suportul necesar pentru familiarizarea studenților cu problemele cu care se confruntă în prezent industria spațială, agențiile spațiale și cercetătorii care lucrează în mecanica cerească, astrodinamică și științele spațiale.

10. Assessment and examination

10.1 Continuous assessment		Percentage (min. 30%)		50
Course	Assessment type			Written assessment
	Percentage			50
	Failure to pass the continuous assessment results in failure to pass the final assessment			No
	Assessment methods	Details	Percentage	with reexamination
		Continuous written assessment	100	No
Seminary / Laboratory	Assessment type			Oral assessment
	Percentage			50
	Failure to pass the continuous assessment results in failure to pass the final assessment			No
	Assessment methods	Details	Percentage	with reexamination
		Project	100	No

10.2 Final assessment	Percentage (max. 70%)	50
	Assessment type	Final written assessment

10.3 Special notes (special situations is assessment)	

10.4 Minimum performance standard	
1. Să identifice și să selecteze metodele corecte de abordare a unei teme date. 2. Să cunoască și să utilizeze corect noțiunile de bază și instrumentele matematice studiate la acest curs.	

Date,
Course coordinator,
Prof. PhD. CATALIN BOGDAN GALES

Seminary coordinator,
Prof. PhD. CATALIN BOGDAN GALES

Aproval date in the department,

Head of the departament,
Prof. PhD. IONEL DUMITREL GHIBA