



Univerza v Mariboru

Fakulteta za naravoslovje
in matematiko

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

Predmet:	Matematična fizika 2
Course title:	Mathematical Physics 2

Študijski program in stopnja Study programme and level	Študijska smer Study field	Letnik Academic year	Semester Semester
Fizika, 1. stopnja		2	4
Physics, 1st cycle		2	4

Vrsta predmeta / Course type

Univerzitetna koda predmeta / University course code:

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial	Klinične vaje work	Druge oblike študija	Samost. delo Individ. work	ECTS
45		30			165	8

Nosilec predmeta / Lecturer:

Jeziki / Languages: Predavanja / Lectures:
Vaje / Tutorial:

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:

Pogojev ni. Priporočljiva znanja so: formalno in neformalno predznanje na področjih matematične analize, algebre, mehanike, elektromagnetizma, termodinamike.

Prerequisites:

None. Recommended knowledge: formal or non-formal knowledge in the field of mathematical analysis, algebra, mechanics, electromagnetism, thermodynamics.

Vsebina:

Content (Syllabus outline):

1) Vektorji
Skalarna in vektorska polja, gradient (tokovi in potenciali), divergenca, rotor, drugi odvodi, Gaussov teorem, Stokesov teorem.

2) Analitične aproksimacije
Linearna interpolacija, Diracova delta funkcija, Taylorjeva vrsta funkcije več spremenljivk, limite, variacijski račun, Euler-Lagrangeeve enačbe.

3) Funkcijska analiza
Fourierova transformacija, Laplaceova transformacija, korelacijske funkcije, avtokorelacijska funkcija.

4) Navadne diferencialne enačbe
Hitrostna polja, analitične metode reševanja, primeri enačb prvega reda, enodimenzionalna stacionarna polja, reševanje s pomočjo Laplaceove transformacije.

5) Parcialne diferencialne enačbe
Valovna, difuzijska in Schrödingerjeva enačba, metoda separacije, robni pogoji, reševanje s pomočjo Fourierove transformacije, Greenove funkcije.

6) Verjetnostni račun
Splošni pojmi, porazdelitve (zvezna, Gaussova, Maxwellova, Poissonova), spektri, povprečja, fluktuacije, stohastični procesi, simulacije Monte Carlo.

1) Vectors
Scalar and vector fields, gradient (flows and potentials), divergence, curl, second derivatives, Gauss theorem, Stokes theorem.

2) Analytical approximations
Linear interpolation, Dirac delta function, Taylor series of function of multiple variables, limits, variational calculus, Euler–Lagrange equations.

3) Functional analysis
Fourier transformation, Laplace transformation, correlation functions, autocorrelation function.

4) Ordinary differential equations
Velocity fields, analytical methods, few examples of ordinary differential equations, used in physics, one dimensional stationary fields, Laplace transformation method.

5) Partial differential equations
Wave, diffusion equation and Schrödinger equation, method of separation of variables, boundary conditions, Fourier transformation method, Green functions.

6) Probability calculus
General introduction, distributions (continuous, Gauss, Maxwell, Poisson), spectra, averages, fluctuations, stochastic processes, Monte Carlo simulations.

Temeljni literatura in viri / Readings:

- I. Kuščer, A. Kodre: Matematika v fiziki in tehniki; DMFA; Ljubljana 1994.
- S. Pahor: Uvod v analitično mehaniko. DMFA, Ljubljana 1989.
- I. Vidav: Variacijski račun. DMFA, Ljubljana 1991.
- K.F. Riley, M.P. Hobson, S.J. Bence: Mathematical Methods for Physics and Engineering; Cambridge University Press; Cambridge 2000.
- Brešar: Matematika III; Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Maribor, Maribor 1995.
- C. Harper: Introduction to Mathematical Physics. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1976.
- Arfken: Mathematical Methods for Physicists. New York, S. Francisco, London: Academic Press, 1970.

- B. M. Budak, A. A. Samarskii, A. N. Tikhonov: A collection of problems on Mathematical Physics. New York: Pergamon Press, 1980.
- J. Kevorkian: Partial Differential Equations. Belmont: California Wadsworth Brooks/Cole, 1990.
- V. Bitsadze, D. F. Kalinichenko: A Collection of problems on the Equations of Mathemammtical Physics. Moscow: Mir Publishers, 1980.
- Slavinec M., Ambrožič M., Repnik R. Matematična fizika 1, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, 2016.
- Ambrožič M., Repnik R., Slavinec M., Višja matematika v fiziki, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, 2018.

Cilji in kompetence:

Cilj predmeta je kompleksno razumevanje fizikalnih zakonitosti in pridobitev sposobnosti za kvantitativni opis fizikalnih zakonitosti in napovedati ter izračunati rezultate

Objectives and competences:

The goal of this subject is complex understanding of physical laws and ability to qualitatively describe them, predict and calculate results.

Predvideni študijski rezultati:

Znanje in razumevanje:

Po uspešno zaključeni učni enoti je študent zmožen:

- razlikovati skalarna in vektorska polja ter uporabiti vektorske operatorje (gradient, divergenca, rotor),
- uporabiti analitične aproksimacije za poenostavitev fizikalnih problemov in analitično kvantitativno obravnavo,
- uporabiti operacije za funkcijsko analizo,
- izraziti dani fizikalni problem v obliki diferencialne enačbe oziroma sistema diferencialnih enačb in ga analizirati,
- razumeti verjetnostni račun za vse vrste naključnih spremenljivk in ga uporabiti v pomembnih naravoslovnih in družboslovnih aplikacijah,
- uporabiti zahtevna matematična orodja na konkretnih primerih,
- tvoriti ustrezne matematične modele za fizikalne probleme, oblikovati robne pogoje in vrednotiti ter interpretirati dobljene rezultate.

Intended learning outcomes:

Knowledge and understanding:

On completion of this course student is able to:

- distinguish between scalar field and vector field and use vector operators (gradient, divergence, curl),
- use analytical approximations to simplify physics problems and quantitative analysis,
- use operations for functional analysis,
- express a given physical problem in the form of differential equation or system of differential equations and analyse it,
- understand in detail the probability calculus for all types of random variables and is capable of using it in important nature and social science applications,
- use the demanding mathematical tools in specific examples,
- create suitable mathematical model for describing physics phenomena, formulate boundary conditions and evaluate and interpret results.

Prenesljive/ključne spretnosti in drugi atributi:

Rešitev fizikalnih in tehničnih problemov z matematičnimi orodji in postopki.

Transferable/Key Skills and other attributes:

Solution of physical and technical problems using the mathematical tools and methods.

Metode poučevanja in učenja:

Predavanja (razlaga, razgovor, demonstracija) in eksperimentalna predavanja
 Problemski pouk (postavitev problema, izbira potrebnih matematičnih orodij za reševanje, postavitev matematičnega modela, analitično in numerično reševanje, interpretacija dobljenih rešitev)
 Seminarske vaje (metoda dela s tekstom, metoda pisnih in grafičnih del, uporaba programskih orodij)

Poučevanje in učenje potekata z didaktično uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije..

Learning and teaching methods:

Lectures (explanation, discussion, demonstration) and experimental lectures
 Problem based learning (setting up physical problem, selection of appropriate mathematical tools, setting up a mathematical model, finding of an analytical or numerical solution, interpretation of obtained solutions)
 Seminar work (work with text, work with graphic elements, use of computer tools)

Teaching and learning are done through the didactic use of ICT.

Delež (v %) /

Weight (in %) **Assessment:**

Načini ocenjevanja:

Način (pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, projekt):

Pisni izpit

40

Written exam

Ustni izpit

40

Oral exam

Samostojna naloga

20

Individual work

Vsaka izmed naštetih obveznosti mora biti opravljena s pozitivno oceno.

For a successfully finished course, all parts have to be positive.

Opravljena samostojna naloga je pogoj za pristop k pisnemu izpitu.

Done individual work is a prerequisite to access the written exam.

Pozitivna ocena iz pisnega izpita je pogoj za pristop k ustnemu izpitu.

A passing grade of a written exam is required to access the oral exam.

Reference nosilca / Lecturer's references:

HÖLBL, Arbresha, PAL, Kaushik, SLAVINEC, Mitja, KRALJ, Samo. Slave-master mechanism of thermotropic liquid crystal phase transitional behavior. *Physica. B, Condensed matter*. [Print ed.]. Oct. 2022, vol. 642, str. 1-8. ISSN 0921-4526. DOI: [10.1016/j.physb.2022.414142](https://doi.org/10.1016/j.physb.2022.414142). [COBISS.SI-ID [117878531](https://www.cobiss.si/id/117878531)]

LI, Wen-Jing, JIANG, Luo-Luo, CHEN, Zhi, PERC, Matjaž, SLAVINEC, Mitja. Optimization of mobile individuals promotes cooperation in social dilemmas. *Chaos, solitons and fractals*. [Print ed.]. Dec. 2020, vol. 141, str. 1-7. DOI: [10.1016/j.chaos.2020.110425](https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110425). [COBISS.SI-ID [37159939](#)]

HÂNCEAN, Marian-Gabriel, SLAVINEC, Mitja, PERC, Matjaž. The impact of human mobility networks on the global spread of COVID-19. *Journal of complex networks*. [Online ed.]. Dec. 2020, vol. 8, iss. 6, 14 str. ISSN 2051-1329. DOI: [10.1093/comnet/cnaa041](https://doi.org/10.1093/comnet/cnaa041). [COBISS.SI-ID [55149571](#)]
