



Univerza v Mariboru

Fakulteta za naravoslovje
in matematiko

UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

Predmet:	Uvod v fotoniko
Course title:	Introduction to Photonics

Študijski program in stopnja Study programme and level	Študijska smer Study field	Letnik Academic year	Semester Semester
Fizika, 1. stopnja		3	6
Physics, 1st cycle			

Vrsta predmeta / Course type

Izbirni / elective

Univerzitetna koda predmeta / University course code:

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Vaje Tutorial	Lab. vaje Laboratory work	Terenske vaje Field work	Samost. delo Individ. work	ECTS
45		15			120	6

Nosilec predmeta / Lecturer:

Nataša Vaupotič

Jeziki /

Predavanja / Lectures:

slovenski/Slovenian in/and angleški/English

Languages:

Vaje / Tutorial:

slovenski/Slovenian in/and angleški/English

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

Priporočeno je predznanje iz klasične in moderne fizike ter matematične fizike.

Vsaka izmed naštetih obveznosti v načinih ocenjevanja mora biti opravljena s pozitivno oceno. Opravljene sprotne naloge so pogoj za pristop k pisnemu in ustnemu izpitu.

Prerequisites:

Recommended is pre-knowledge from classical and modern physics, as well as mathematical physics.

Each of the listed obligations in the assessment methods must be completed with a positive grade. Completed coursework is a prerequisite for taking the written and oral exams.

Vsebina:

Content (Syllabus outline):

Svetloba kot žarki, valovanje, fotoni; kvantizacija elektromagnetnega polja, votlinsko sevanje. Polarizacija: linearna, krožna in eliptična polarizacija, Jonesove matrike, lom in odboj na ravni površini, Brewsterjev kot, popoln odboj, evanescentno polje. Interferenca: Fabry – Perotov interferometer, odbojnost in prepustnost večplastnih nanosov, dielektrična zrcala. Koherenca: časovna in prostorska, avtokorelacijska funkcija. Oblika in širina spektralnih črt: naravna širina, homogena in nehomogena širitev; povezava med koherenco in širino spektralnih črt. Laserji: optični resonatorji, stimulirana emisija, optično črpanje, ojačanje, prag delovanja, Gaussovi snopi, preslikave Gaussovih snopov z lečami, vrste laserjev, primerjava laserjev in nekoherentnih svetil, tehnološka uporaba laserjev Optična vlakna: valovni vodnik, eno in večrodovno vlakno, izgube, disperzija, žarkovna analiza, valovna slika Optično anizotropne snovi: razširjanje svetlobe v optično enosnih kristalih, modulacija svetlobe, optični retarderji, optična aktivnost, Faradayev in Kerrov pojav.	Light as rays or waves or photons; quantization of EM field, cavity radiation. Polarization: linear, circular, elliptic, Jones calculus, diffraction and refraction on a plane surface, Brewster angle, total reflection, evanescent field. Interference: Fabry – Perot interferometer, reflection and transmission of multilayer films, dielectric mirrors. Spatial and temporal coherence, autocorrelation function. Shape and width of spectral lines: natural width, homogeneous and nonhomogeneous broadening; correlation between the spectral width and coherence length. Lasers: optical resonators, stimulated emission, optical pumping, gain, threshold, Gaussian beams, transformation of Gaussian beams with lenses, types of lasers, comparison of lasers and incoherent light sources, lasers in technology. Optical fibres: guided waves, single mode and multimode fibres, losses, dispersion, ray analysis, wave picture. Optically anisotropic materials: light propagation in optically uniaxial crystals, modulation of light, retarder plates, optical activity, Faraday and Kerr effect.
--	--

Temeljni literatura in viri / Readings:

1. G. Brooker, Modern Classical Optics (Oxford University Press, New York, 2002).
2. M. Čopič, M. Vilfan, Fotonika (Založba Univerze v Ljubljani, Ljubljana, 2020).
3. I. Drevenšek Olenik, M. Vilfan, Optika (Založba Univerze v Ljubljani, Ljubljana, 2023).
4. D. Donlagić, M. Završnik, D. Donlagić, Fotonika: uvodna poglavja (Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Maribor, 1997).

Dodatna literatura / Additional Readings:

1. F. G. Smith, T. A King, Optics and Photonics, An introduction (Wiley, Chichester, 2000).
2. D. Meschede, Optics, Light and Lasers (Wiley-VCH, Weinheim, 2004).

Cilji in kompetence:

Študenti usvojijo teoretična znanja s področja valovne optike, načinov izsevanja svetlobe, delovanja in uporabe laserjev, razširjanja svetlobe skozi anizotropne snovi ter prenosa informacije po optičnih vlaknih in jih znajo

Objectives and competences:

Students obtain an advanced knowledge from the field of wave optics, light emission, the use and work of lasers, propagation of light through anisotropic materials and transfer of information with the use of optical fibres. They are capable of using the knowledge for solving

uporabiti pri reševanju ustreznih problemov z rabo matematičnih orodij.

problems with the use of mathematical methods.

Predvideni študijski rezultati:

Znanje in razumevanje

Po uspešno zaključeni učni enoti bodo študenti zmožni:

- opredeliti, v katerih primerih lahko svetlobo obravnavajo kot žarke, kdaj kot elektromagnetno valovanje in kdaj kot tok fotonov;
- uporabiti Maxwellove enačbe za obravnavo odboja in loma svetlobe na meji dveh neprevodnih snovi, na zaporedju poljubnega števila tankih plasti, ter za opis razširjanja svetlobe skozi izotropne in anizotropne dielektrike;
- napovedati učinek določenih optičnih elementov na lastnosti izhodne svetlobe glede na lastnosti vpadne svetlobe v odvisnosti od fizikalnih parametrov optičnih elementov;
- povezati obliko in širino spektralnih črt z longitudinalno koherenco svetlobe ter velikost izvora s transversalno koherenco;
- opredeliti ključne lastnosti laserjev in analizirati razširjanje laserske svetlobe skozi različne optične elemente ter optična vlakna.

Prenosljiva znanja

Po uspešno zaključeni učni enoti bodo študenti zmožni:

- uporabiti matematične metode linearne algebre, realne in kompleksne analize v eni in več dimenzijah in analizo nelinearnih diferencialnih enačb za reševanje realnih problemov;
- zreducirati različne kompleksne optične pojave na osnovne optične zakonitosti;
- uporabljati sodobno računalniško programsko opremo kot pomoč pri kvantitativni obravnavi zahtevnih fizikalnih problemov.

Intended learning outcomes:

Knowledge and understanding

On completion of this course students will be able to:

- define cases in which light can be considered as rays, electromagnetic wave or a stream of photons;
- use Maxwell's equations to study reflection and refraction of light on a plane boundary of two non-absorptive dielectrics, on a thin film and multiple stacks of thin layers, and to describe light propagation through isotropic and anisotropic dielectrics;
- predict the effect of some optical elements on the properties of the transmitted light as a function of properties of the incident light and physical parameters of optical elements;
- connect the shape and width of spectral lines with the longitudinal coherence of light and the size of a source with the transverse coherence;
- define crucial properties of lasers and analyse propagation of laser light through variable optical elements and optical fibres.

Transferable knowledge

On completion of this course students will be able to:

- use mathematical methods of linear algebra, real and complex analysis in one and more dimensions and analysis of nonlinear differential equations to solve real problems;
- reduce different complex optical phenomena to basic laws of optics;
- use modern ICT software to quantitatively study complex physical problems.

Metode poučevanja in učenja:

Learning and teaching methods:

predavanja teoretične vaje tutorsko delo razlaga razgovor demonstracija delo s tekstom metoda pisnih in grafičnih del uporaba simulacij uporaba simulacijskih okolij Poučevanje in učenje potekata z didaktično uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije.	lectures theoretical exercises tutorial work explanation discussion demonstration work with text work with graphic elements use of simulations use of simulation software Teaching and learning are done through the didactic use of ICT.
---	---

Načini ocenjevanja:	Delež (v %) / Weight (in %)	Assessment:
Sprotne naloge	40%	Coursework
ustni izpit	30%	Oral exam
pisni izpit	30%	Written exam

Opombe:

Pisni izpit se lahko nadomesti s tremi pisnimi kolokviji.

Ustni izpit se lahko nadomesti s tremi ustnimi kolokviji.

Comments:

Written exam can be replaced by three written midterm examinations.

Oral exam can be replaced by three oral midterm examinations.

Reference nosilca / Lecturer's references:

1. MATKO, Vojko, GÓRECKA, Ewa, POCIECHA, Damian, MATRASZEK, Joanna, VAUPOTIČ, Nataša. Interpretation of dielectric spectroscopy measurements of ferroelectric nematic liquid crystals. *Physical review research*. 2024, vol. 6, iss. 4, [article no.] l042017, 6 str. ISSN 2643-1564. DOI: [10.1103/PhysRevResearch.6.L042017](https://doi.org/10.1103/PhysRevResearch.6.L042017), [COBISS.SI-ID [212927491](https://cobiss.si/id/212927491)]
2. VAUPOTIČ, Nataša, POCIECHA, Damian, RYBAK, Paulina, MATRASZEK, Joanna, ČEPIČ, Mojca, WOLSKA, Joanna M., GÓRECKA, Ewa. Dielectric response of a ferroelectric nematic liquid crystalline phase in thin cells. *Liquid crystals*. [Online ed.]. 2023, vol. 50, no. 4, str. 584-595, ilustr. ISSN 1366-5855. DOI: [10.1080/02678292.2023.2180099](https://doi.org/10.1080/02678292.2023.2180099). [COBISS.SI-ID [147790083](https://cobiss.si/id/147790083)]

3. SZYDŁOWSKA, Jadwiga, ČEPIČ, Mojca, VAUPOTIČ, Nataša, et al. Ferroelectric nematic-isotropic liquid critical end point. *Physical review letters*. [Print ed.]. 2023, vol. 130, no. 21, str. 216802-1-216802-5. ISSN 0031-9007. DOI: [10.1103/PhysRevLett.130.216802](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.216802). [COBISS.SI-ID [153660675](#)]
4. POCIECHA, Damian, VAUPOTIČ, Nataša, MAJEWSKA, Magdalena, CRUICKSHANK, Ewan, WALKER, Rebecca, STOREY, John M. D., IMRIE, Corrie T., WANG, Cheng, GÓRECKA, Ewa. Photonic bandgap in achiral liquid crystals - a twist on a twist. *Advanced materials*. [Online ed.]. 2021, vol. 33, no. 39, str. 2103288-1-2103288-7. ISSN 1521-4095. DOI: [10.1002/adma.202103288](https://doi.org/10.1002/adma.202103288). [COBISS.SI-ID [80061955](#)]