

**RTU studiju kurss "Nanofotonika"**

32000 Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte

**Vispārējā informācija**

Kods	DA0344
Nosaukums	Nanofotonika
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītbspēks	Andris Ozols - Habilitētais doktors, Docents
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 6.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Nanofotonika (jeb nanooptika) ir zinātne par optiskajām parādībām nanometru izmēru telpiskajā apgabalā un to izmantošanu. Tā ir radusies 20. g.s. beigās, apvienojoties fotonikai un nanotehnoloģijām. Tā aplūko optiskā starojuma koncentrāciju, vielas koncentrāciju un optiskās parādības nanometru apgabalā. Nanofotonikai ir vairākas nozares, kuras tiek aplūkotas šajā studiju kursā – tuvā lauka mikroskopija, materiāli ar kvantu ierobežojumiem, plazmonika, optisko nanomateriālu sintēze un izpēte, molekulārās nanostruktūras, nanokompozītu fotoniskās ierīces, nelineārā nanooptika, optiskā nanolitogrāfija, biomateriāli nanofotonikai. Bez tam studiju kursā tiks aplūkoti arī tādi fundamentāli jautājumi kā fotonu un elektronu lokalizācija un kooperatīvie efekti, enerģijas pārnese, kvantu pāreju nanokontrolē. Sevišķa uzmanība tiek pievērsta nanofotonikas lietišķajai pusei – nanofotoniskajām ierīcēm un pētniecības metodēm.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir dot iespēju studentam kļūt kompetentiem nanofotonikā. Studiju kursa uzdevumi ir sniegt studentam pamatzināšanas nanofotonikā, attīstīt spēju orientēties nanofotonikas jautājumos un izmantot iegūtās zināšanas tālākajā zinātniskajā un praktiskajā darbā nanofotonikā.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Pastāvīgais darbs tiks organizēts semināru ietvaros, kur studentiem būs jāgatavo referāti. Bez tam nopietns patstāvīgais darbs būs nepieciešams, lai sekmīgi nokārtotu eksāmenu.
Literatūra	Obligātā literatūra 1. S.V.Gaponenko. Introduction to Nanophotonics. Cambridge University Press, Edinburgh, New York, 2010, 465 p. 2. Paras. P.Prasad. Nanophotonics. J.Wiley- Interscience. A John Wiley&Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2004, 415 p. 3. J.Tominaga, T.Nakano. Optical Near-field Recording. Springer, Berlin, 2005, 123 p. 4. Smart Light-Responsive Materials. Edited by Yue Zhao and Tomiki Ikeda. A John Wiley&Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2009, 514 p. Papildus literatūra 5. Introduction to Organic Electronic and Optoelectronic Materials and Devices. Edited by Sam-Shajing Sun and Larry R.Dalton. CRC Press. Taylor&Francis Group, Boca Raton, 2008, 910 p. 6. W.L.Barnes, A.Dereux, T.W.Ebbesen. Surface plasmon subwavelength optics. Nature, 2003, vol.424, No 6950, pp.824-830. 7. S.Maruo, O.Nakamura, S. Kawata. Evanescent-wave holography by use of surface-plasmon resonance. Applied Optics, 1997, vol.36, No11, pp.2343-2346. 8. S.Bang, S.So, J.Rho. "Realization of broadband negative refraction in visible range using vertically stacked hyperbolic metamaterials". Scientific Reports, 2019, vol. 14093, No9,; <a href="https://doi.org/10.1038/s41598-019-50434-3">https://doi.org/10.1038/s41598-019-50434-3</a> . metamaterial with high transmission, low reflection, and low loss in terahertz waveband. Optics Express, 2018, vol.26, No7, pp.8314-8324. 9. T.Suzuki, M.Sekiya, T.Sato, Y.Takebayashi. Negative refractive index metamaterial with high transmission, low reflection, and low loss in terahertz waveband. Optics Express, 2018, vol.26, No7, pp.8314-8324.
Nepieciešamās priekšzināšanas	Nepieciešamas ir priekšzināšanas par elektromagnētiskajiem viļņiem (ieskaitot Maksvela vienādojumus), fizikālajā optikā, sevišķi jautājumos par interferenci un difrakciju, kvantu optikā un kvantu mehānikas pamatjautājumos fizikas kursa ietvaros. Brīvi jāorientējas diferenciāl – un integrālrēķinos. Jāzina vielas ķīmiskās uzbūves jautājumi.

**Studiju kursa saturs**

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienē studijas		Nepilna laika neklātienē studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Ievads nanofotonikā. Nanofotonikas priekšmets, nanofotonikas nozares.	2	3	0	0
Nanofotonikas pamati. Fotoni un elektroni. Nanomēroga optiskās parādības. Nanomēroga elektronu mijiedarbe ar fotoniem. No 6 kontaktstundām 3 būs prakt.d. stundas.	6	9	0	0
Optikas īpatnības tuvajā laukā. Tuvā lauka optiskā mikroskopija. Atomu nanoskopija. No 4 kontaktstundām 1 būs prakt.d. stunda.	4	6	0	0
Materiāli ar kvantu ierobežojumiem. Kvantu bedres, vadi, punkti un aploces neorganiskos pusvadītājos. No 4 kontaktstundām 2 būs prakt.d. stundas.	4	6	0	0
Kvantu ierobežojumu ietekme uz optiskajām īpašībām. Kvantu pāreju nanokontrolē. Vienfotonu kvantu punktu starotāji. No 4 kontaktstundām 1 būs prakt.d. stunda.	4	6	0	0

Plazmonika. Jēdziens par plazmoniēm. Optiskie virsmas plazmoni. Plazmonikas nanostruktūras. Zemviļņu atveru parādības.	6	9	0	0
Virsmas plazmoni optiskajos diskos. Rimstošo viļņu hologrāfija ar plazmonu starpniecību. No 4 kontaktstundām 2 būs prakt.d. stundas.	4	6	0	0
Optisko nanomateriālu sintēze un izpēte. Sintēzes metodes. Nanostruktūru pašizveide. No 4 kontaktstundām 1 būs prakt.d. stunda.	4	6	0	0
Optisko materiālu molekulārās nanostruktūras. Nanostrukturētie polimēri, molekulārās mašīnas, dendrimeri.	4	6	0	0
Nanokompozīti fotonikai. Nanokompozītu viļņvadi. Nanolāzeri, izkliedes lāzeri. No 4 kontaktstundām 2 būs prakt.d. stundas.	4	6	0	0
Oglekļa nanocauruļu gaismas starotāji un uztvērēji Nanoantenas. Nanomateriāli informācijas optiskajam ierakstam.	4	6	0	0
Nelineārā nanooptika. Nanokompozīti nelineārajā optikā. No 4 kontaktstundām 2 būs prakt.d. stundas.	4	6	0	0
Optiskā nanolitogrāfija. Divfotonu un tuvā lauka metodes. Plazmonu izmantošana. Nanodrukāšana.	4	6	0	0
Azosavienojumu kontrolēta fototransformācija nanolīmenī. Tilpuma dinamiskie hologrāfiskie režģi. No 4 kontaktstundām 2 būs prakt.d. stundas.	4	6	0	0
Biomateriāli nanofotonikā. Analogie biomateriāli. Baktērijas kā bionanosintezatori.	4	6	0	0
Nanofotonika biotehnoloģijā un nanomedicīnā. Nanodaļiņas optiskajā diagnostikā un mērķētajā terapijā.	2	3	0	0
<b>Kopā:</b>	<b>64</b>	<b>96</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Spēj identificēt nanostruktūras, kur izpaužas optisko parādību atšķirība no mikro un makromēroga.	Pārbaudes veidi: praktiskie darbi (kontroldarbi, mājas darbi, referāti) un eksāmens. Kritēriji: students brīvi orientējas optiskajās nanostruktūrās, pārzina kvantu fizikas likumsakarības.
Spēj klasificēt un analizēt kā nanofotonikas sistēmiskās sakarības, tā arī aprakstīt konkrētas to izpausmes.	Pārbaudes veidi: praktiskie darbi (kontroldarbi, mājas darbi, referāti) un eksāmens. Kritēriji: students klasificē un analizē nanofotonikas likumsakarības dotajās situācijās.
Spēj izprast nanofotonisko ierīču (piemērama, nanolāzeru, tuvā lauka mikroskopa, plazmonu filtru) darbību un novērtēt attiecīgo komerciālo ierīču raksturlielumus.	Pārbaudes veidi: praktiskie darbi (kontroldarbi, mājas darbi, referāti) un eksāmens. Kritērijs: students reāli novērtē konkrētas nanofotonikas ierīces veikspēju.
Kā izpildītājs spēj piedalīties projektos, kuros tiek pētītas materiālu nanofotoniskās īpašības un kuros tiek izstrādātas nanofotoniskās ierīces.	Pārbaudes veidi: praktiskie darbi (kontroldarbi, mājas darbi, referāti) un eksāmens. Kritērijs: students spēj atrisināt nanofotonikas uzdevumu.

### Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Eksāmens	50
Praktiskie darbi	50
<b>Kopā:</b>	<b>100</b>

### Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	6.0	48.0	16.0	0.0		*	