

RTU studiju kurss "Pusvadītāju nanostruktūras"

32000 Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte

Vispārējā informācija

Kods	DA0320
Nosaukums	Pusvadītāju nanostruktūras
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītbspēks	Artūrs Medvids - Habilitētais doktors, Profesors
Mācītbspēks	Jevgenijs Kaupužs - Doktors, Vadošais pētnieks Pāvels Onufrijevs - Doktors, Docents
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 6.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Studiju kurss rada iespēju apgūt kvantu mehānikas teorijas pamatus, lai varētu izprast pusvadītāju nanostruktūru īpašības. Atrisinot stacionāro Šrēdingera vienādojumu mikrodaļiņai, kas ievietota potenciāla bedrē, var redzēt, ka potenciāla bedrē enerģija mainās lēcienveidīgi, pieņemot noteiktas diskretas vērtības, tātad – kvantējas, un tādējādi izpaužas kvantu ierobežošanas efekts. Šī efekta apstākļos strauji mainās pusvadītāja fizikālās īpašības: optiskās, elektriskās, mehāniskās un siltuma īpašības, jo mainās pusvadītāja zonu struktūra. Netiešo zonu pusvadītāji Si, Ge un C kļūst par tiešo zonu pusvadītājiem. Tā rezultātā starojuma rekombinācijas kvantu izeja daudzkrāt palielinās un absorbcijas un luminiscences spektrā notiek zilā nobīde. Viela kļūst blīvāka un cietāka.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Kursa mērķis ir attīstīt teorētiskās zināšanas un praktiskās iemaņas par pusvadītāju nanostruktūrām un to raksturošanas metodēm. Uzdevumi: Nostiprināt studenta zināšanas par kvantu fizikas nozīmi pusvadītāju nanostruktūrās ar noteiktām fizikālām īpašībām, kā arī izskaidrot parādības, kas tiek novērotas nanostruktūrās.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Patstāvīgas mācību, zinātniskās literatūras studijas, gatavošanās kontroldarbiem un diskusijām, individuālā projekta izstrāde. Individuālā projekta teorētisko un praktisko rezultātu prezentācija.
Literatūra	1. E.L. Wolf, Nanophysics and Nanotechnology, Second Edition, WILEY-VHC Verlag & Co, Weinheim 2006 292. 2. Chang Q. Sun, Size dependence of nanostructures: Impact of bond order deficiency, Volume 35, Issue 1, 2007, Pages 1-159. 3. Nanowires Science and Technology, Edited by Nicoleta Lupugy, ISBN 978-953-7619-89-3, 402 pages, Publishing date: February 2010, Intech, Vukovar, Croatia. 4. Carra, C., Medvids, A., Litvinas, D., Ščajev, P., Malinauskas, T., Selskis, A., Roman, H., Bazaka, K., Levchenko, I., Riccardi, C. Hierarchical Carbon Nanocone-Silica Metamaterials: Implications for White Light Photoluminescence. ACS Applied Nano Materials, 2022, Vol. 5, No. 4, 4787-4800.lpp. ISSN 2574-0970. Pieejams: doi:10.1021/acsnm.1c04283. 5. A. Medvid', P. Onufrijevs, K. Lyutovich, M. Oehme, E. Kasper, N. Dmitruk, O. Kondratenko, I. Dmitruk, and I. Pundyk, "Self-Assembly of Nanohills in Si1-xGex/Si Hetero-Epitaxial Structure Due to Ge Redistribution Induced by Laser Radiation" J. Nanoscience & Nanotechnology, Vol.10, pp.1094-1098, 2010. 6. A. Medvid', P. Onufrijevs, E. Dauksta, and N. A. Sobolev, Homo-and hetero structures formation in semiconductors by laser radiation: First stage of quantum cones formation, vol. 205–206. 2014. 7. A. Medvids, L. Grase, P. Onufrijevs, H. Mimura, V. Yukhymchuk, and G. Mezinskis, "Two-stage mechanism of Zn nanoparticles formation in ZnO crystal by Nd:YAG laser radiation," Phys. Status Solidi Curr. Top. Solid State Phys., vol. 14, no. 7, Jul. 2017. 8. J. Kaupužs, A. Medvids, P. Onufrijevs, and H. Mimura, "Origin of n-type conductivity in ZnO crystal and formation of Zn and ZnO nanoparticles by laser radiation," Opt. Laser Technol., vol. 111, no. September 2018, pp. 121–128, 2019.
Nepieciešamās priekšzināšanas	Vispārīgā fizika, Vispārīgā matemātika

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienes studijas		Nepilna laika neklātienes studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
1. Mikrodaļiņu duālisms.	5	7	0	0
2. Kvantu mehānika: Šrēdingera vienādojums un tā atrisinājums attiecībā uz brīvo daļiņu, daļiņu potenciālā bedrē un ūdeņradī.	5	7	0	0
3. Elektronu statistika pusvadītājā.	5	8	0	0
4. Kvantu ierobežošanas efekts kvantu punktā, kvantu diegā, kvantu akā.	6	9	0	0
5. Nanostruktūru fizikālās īpašības: elektriskās, optiskās, mehāniskās un siltuma īpašības.	6	9	0	0
6. Nanostruktūru fotovadītspēja.	5	8	0	0
Laboratorijas darbs. Nezināma materiāla identificēšana	8	12	0	0
Laboratorijas darbs. Zn nanodaļiņu veidošana.	8	12	0	0
Laboratorijas darbs. TiO2 nanoslāņa veidošana (anatāza fāzē) uz Ti plaknes ar lāzera starojumu.	8	12	0	0

Laboratorijas darbs. Periodiskas struktūras veidošana Si un Ge kristālos ar lāzera palīdzību.	8	12	0	0
Kopā:	64	96	0	0

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Spēj izskaidrot fizikālos efektus, kas rodas pusvadītāju nanostruktūrās.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi, mājas darbi, referāts un eksāmens. Kritēriji: spēj izskaidrot fizikālos efektus, kas tiek novēroti pusvadītāju nanostruktūrās.
Spēj noteikt nanostruktūras veidošanas tehnoloģijas.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi, mājas darbi, referāts un eksāmens. Kritēriji: spēj identificēt tehnoloģiju, ar kuru veidota noteikta nanostruktūra.
Spēj izvēlēties pusvadītāju nanostruktūru veidošanai paņēmieni atkarībā no dotā uzdevuma.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi, mājas darbi, referāts un eksāmens. Kritēriji: spēj izvēlēties optimālo nanostruktūru veidošanas paņēmieni.
Spēj izvēlēties lāzera starojuma parametrus nanostruktūru veidošanai atbilstošam pusvadītājam.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi, mājas darbi, referāts un eksāmens. Kritēriji: spēj izvēlēties lāzera starojuma parametrus, lai iegūtu nanostruktūras.
Spēj pamatot pusvadītāju nanostruktūru pielietojumu tehnikā.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi, mājas darbi, referāts un eksāmens. Kritēriji: spēj atrast nanostruktūru pielietojumu tehnikā.

Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Eksāmens	50
Individuālais darbs par pusvadītāju nanostruktūrām / referāts	15
Individuālais eksperimentālais darbs par pusvadītāju nanostruktūrām /laboratorijas darbi	35
Kopā:	100

Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	6.0	32.0	0.0	32.0		*	