

## RTU studiju kurss "Pusvadītāju nanostruktūras"

32000 Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte

## Vispārējā informācija

Kods	MFZ701
Nosaukums	Pusvadītāju nanostruktūras
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītbspēks	Artūrs Medvids - Habilitētais doktors, Profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 3.0 kredītpunkti, 4.5 EKPS kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV
Anotācija	<p>Lekciju kurss ietver kvantu mehānikas pamatjēdzienu apgūšanu, kas ir pamats tam, lai varētu izprast nanostruktūru īpašības.</p> <p>De Broja hipotēze par mikro daļiņas korpuskulāro-viļņu duālismu, Deividsona - Džermena eksperimentāla elektronu viļņu īpašības apstiprināšana un Heizenberga nenoteiktības princips pavēra ceļu kvantu mehānikas kā nozares izveidei.</p> <p>Šrēdingera vienādojums apraksta mikrodaļiņas īpašības, ņemot vērā mikrodaļiņu viļņu dabu. Šrēdingera vienādojuma atrisinājums ir funkcija ar viļņu funkcijas īpašībām. Atrisinot stacionāro Šrēdingera vienādojumu brīvai mikrodaļiņai un mikrodaļiņai, kas ievietota potenciāla bedrē, var redzēt, ka brīvajai daļiņai enerģija mainās nepārtraukti, proporcionāli impulsa kvadrātam, bet potenciāla bedrē tas mainās lēcienveidā, pieņem noteiktu diskretu vērtību, tātad – kvantējas. Katram enerģijas līmenim atbilst galvenais kvantu skaitlis <math>n</math>.</p> <p>Elektronu un caurumu koncentrācija un to līmeņu apdzīvotība atkarībā no temperatūras un pusvadītāja zonas platuma pakļaujas Paula principam un Makvela – Bolcmana statistikai.</p> <p>Neierobežotā pusvadītāju kristālā elektronu un caurumu efektīvās masas stāvokļa blīvums ir paraboliska funkcija no to impulsa, bet ja mēs ierobežojam elektronu kustību kaut vienā virzienā (<math>x</math>), tad efektīvās masas stāvokļa blīvums mainās ar pārtraukumiem un blīvums starp tiem pieaug. Ja mēs ierobežojam elektronu kustību divos virzienos (<math>x,y</math>), tad efektīvās masas stāvokļa blīvums mainās lielākiem pārtraukumiem un blīvums starp tiem vēl vairāk pieaug. Ja mēs ierobežojam elektronu kustību visos trijos virzienos (<math>x,y,z</math>), tad efektīvās masas stāvokļa blīvums mainās lieliem pārtraukumiem un tas maksimāli pieaug. Šeit aprakstītie gadījumi atbilst kvantu ierobežojuma efektam (KIE) kvantu bedrē, kvantu diegiem un kvantu punktiem. Kvantu ierobežojuma efekta apstākļos strauji mainās pusvadītāja fizikālās īpašības: optiskās, elektriskās, mehāniskās un siltuma īpašības, jo manās pusvadītāja zonu struktūras. Netiešo zonu pusvadītāji Si, Ge un C kļūst par tiešo zonu pusvadītājiem. Tā rezultātā starojumu rekombinācijas kvantu izeja daudzkārt palielinās un absorbcijas un luminiscences spektrā notiek zilā nobīde. Viela kļūst blīvāka un cietāka. Pusvadītājos un metālos ir zināms elektronu KIE, eksitonu KIE, fononu KIE un plazmonu KIE.</p>
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Orientēties pusvadītāju nanostruktūru fizikālajās īpašībās. Iegūt zināšanas kvantu fizikas nozīmīgu nanostruktūru ar noteiktām fizikālajām īpašībām iegūšanā, kā arī prast izskaidrot pusvadītāju nanostruktūru fizikālo īpašību sakarības. kompetencēs un prasmēs
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Patstāvīgais darbs tiks organizēts studentiem liekot sagatavoties uz praktiskajām nodarbībām un kontroldarbiem. Patstāvīgā darba mērķis: veidot praktiskā darba iemaņas problēm-uzdevumu risināšanā par lekcijās izklāstītajām tēmām pusvadītāju nanostruktūru fizikas jomā.
Literatūra	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.E.L. Wolf, Nanophysics and Nanotechnology, Second Edition, WILEY-VHC Verlag &amp; Co, Weinheim 2006 292.</li> <li>2. Chang Q. Sun, Size dependence of nanostructures: Impact of bond order deficiency, Volume 35, Issue 1, 2007, Pages 1-159.</li> <li>3. Nanowires Science and Technology, Edited by Nicoleta Lupugy, ISBN 978-953-7619-89-3, 402 pages, Publishing date: February 2010, Intech, Vukovar, Croatia.</li> <li>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.</li> <li>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 &amp; Nanotechnology, Vol.10, pp.1094-1098, 2010.</li> <li>6. Artur Medvid, Igor Dmitruk, Pavels Onufrijevs, Iryna Pundyk, Laser-induced self-organization of nano-wires on SiO2/Si interface, Microelectronics Journal, Vol.40, Issue 3, pp. 449-451, 2009.</li> </ol>
Nepieciešamās priekšzināšanas	Vispārīgā fizika vismaz 6 KP apjomā, Vispārīgā matemātika vismaz 9 KP apjomā

## 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.	4	0	0	0
2. Kvantu mehānika: Šrēdingera vienādojums un tā atrisinājums attiecībā uz brīvo daļiņu, daļiņu potenciālā bedrē un ūdenī	8	0	0	0
3. Elektronu statistika pusvadītājā.	4	0	0	0

4. Kvantu ierobežojuma efekts kvantu bedrē, kvantu	8	0	0	0
5. Nanostruktūru fizikālas īpašības: elektriskās, optiskās, mehāniskas un siltuma īpašības.	8	0	0	0
6. Nanostruktūru fotovadītspēja.	2	0	0	0
Semināri	14	0	0	0
Kopā:	48	0	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 un referāti praktiskajās nodarbībās. Ieskaite. Kritēriji: spēj izskaidrot fizikālos efektus, kas tiek novēroti pusvadītāju nanostruktūrās.
Spēj noteikt nanostruktūras veidošanas tehnoloģijas.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi, mājas darbi un referāti praktiskajās nodarbībās. Ieskaite. Kritēriji: spēj identificēt tehnoloģiju, ar kuru veidota noteikta nanostruktūra.
Spēj izvēlēties pusvadītāju nanostruktūru veidošanai paņēmieni atkarībā no dotā uzdevuma.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi, mājas darbi un referāti praktiskajās nodarbībās. Ieskaite. Kritēriji: spēj izvēlēties optimālo nanostruktūru veidošanas paņēmieni.
Spēj izvēlēties lāzera starojuma parametrus nanostruktūru veidošanai atbilstošam pusvadītājam.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi, mājas darbi un referāti praktiskajās nodarbībās. Ieskaite. Kritēriji: spēj izvēlēties lāzera starojuma parametrus, lai iegūtu nanostruktūras.
Spēj pamatot pusvadītāju nanostruktūru pielietojumu tehnikā.	Pārbaudes veidi: kontroldarbi, mājas darbi un referāti praktiskajās nodarbībās. Ieskaite. Kritēriji: spēj atrast nanostruktūru pielietojumu tehnikā.

#### **Studiju kursa plānojums**

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	3.0	2.0	1.0	0.0	*		