

## RTU studiju kurss "Nanomateriālu pētīšanas metodes"

32000 Dabaszinātņu un tehnoloģiju fakultāte

**Vispārējā informācija**

Kods	DA0006
Nosaukums	Nanomateriālu pētīšanas metodes
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles; Brīvās izvēles
Atbildīgais mācībspēks	Gundars Mežinskis - Habilitētais doktors, Profesors
Mācībspēks	Līga Orlova - Doktors, Vadošais pētnieks Ludmila Mahņicka-Goremikina - Doktors, Vadošais pētnieks
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 6.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Studiju kursa ietvaros tiks sniegtas ziņas par nanomēroga objektu pētīšanas metodēm, to iekārtām un iegūto rezultātu interpretāciju. Detalizēti tiks apskatītas rentgenstaru un neitronu difrakcijas, transmisijas un skenējošās elektronu mikroskopijas metodes. Lekciju un laboratorijas darbu laikā studenti padziļināti iepazīsies ar Skenējošās elektronu mikroskopijas un atomspēka mikroskopijas nanomateriālu pētīšanas metodēm.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir veidot zināšanas par nanomateriālu pētīšanas metodēm, izmantojamām iekārtām un iegūto datu interpretāciju. Studiju kursa uzdevumi ir nostiprināt zināšanas par populārākajām materiālu struktūras un īpašību pētīšanas metodēm un attīstīt kompetenci standartizētās nanomateriālu pētīšanas metodēs, it sevišķi rentgenstaru difrakcijas, skenējošās elektronu un atomspēka mikroskopijas jomās.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Patstāvīgais darbs saistīts ar literatūras studijām, praktisku uzdevumu risināšanu, gatavošanos testiem un diskusijām. Sagatavošanās laboratorijas darbiem, izmantojot lekcijās un patstāvīgi iegūtās teorētiskās zināšanas. Laboratorijas darbu rezultātu apstrāde un noformēšana.
Literatūra	Obligātā literatūra 1. H. Czikchos, T. Saito, L. Smith. Springer Handbook of Materials Measurement Methods. Springer Science + Business Media Inc., 2006. 2. E. Craig. Nanomaterials: an introduction to properties, synthesis and applications. New York : Larsen & Keller, 2019. 3. S. V. Kalinin, A. Gruverman. Scanning probe microscopy of functional materials : nanoscale imaging and spectroscopy. New York : Springer, 2011. Papildus literatūra 2. G. Balasubramanian. Advances in Nanomaterials. Fundamentals, Properties and Applications. Springer International Publishing 2018. 1. S. Thomas, R. Thomas, A. K. Zachariah, R. K. Mishra. Thermal and Rheological Measurement Techniques for Nanomaterials Characterization. Elsevier Inc. 2017. 2. B. Bhushan. Scanning Probe Microscopy in Nanoscience and Nanotechnology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010
Nepieciešamās priekšzināšanas	Ķīmijas un fizikas zināšanas bakalaura studiju līmenī.

**Studiju kursa saturs**

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienēs studijas		Nepilna laika neklātienēs studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Rentgenstaru un neitronu difrakcija. Neitronu izkliede. Ritviolda analīze.	2	3	0	0
Neelastiskā neitronu izkliede. Mazo leņķu izkliede.	2	3	0	0
Transmisijas elektronu mikroskopija. Aspektu formas nanokristāliem. Elektronu hologrāfija. Lorentza mikroskopija.	2	3	0	0
„In situ” TEM un nanomērījumi. Termodinamiskās nanokristālu īpašības.	2	3	0	0
Nanomērījumi mehāniskajām īpašībām nanošķiedrām. Nanodaļiņu elektronu enerģijas zudumu spektroskopija.	2	3	0	0
1. tests. 1.-5. lekciju materiāls.	2	3	0	0
Skenējošās elektronu mikroskopijas (SEM) pamatprincipi. Elektronu optika.	2	3	0	0
SEM iegūstamais minimālais kūļa diametrs. Kontrasta veidošanās un tā interpretācija. SEM Everharta-Tornleja detektors. Sekundāro elektronu detektors. Citi detektori.	2	3	0	0
Skenējošā tuneļmikroskopija (STM). STM pētījumi metāliem un pusvadītāju virsmām.	2	3	0	0
Atoma spēka mikroskopijas (AFM) izmantošana spēku spektra analīzei. Spēka sensors. Laterālo spēku mikroskopija. Spēka mikroskopa darbība bezkontakta režīmā.	4	6	0	0
Nanoklāsteru un nanokristālu optiskā spektroskopija. Ramaņa un Furjē transformācijas infrasarkanā spektru pētījumi kvantu punktiem.	2	3	0	0
2. tests. 6.-10. lekcijas materiāls.	2	3	0	0
1. laboratorijas darbs. Rentgenstaru difrakcija. Ritviolda analīze.	4	6	0	0
2. laboratorijas darbs. Skenējošā elektronu mikroskopija.	4	6	0	0

3.laboratorijas darbs. Atoma spēka mikroskopija.	4	6	0	0
4.laboratorijas darbs. Diferenciāli termiskā analīze nanomateriāliem.	4	6	0	0
Fotosprieguma spektroskopija virsmām un robežvirsmām. Magnētisko īpašību raksturošana ar magnetometriju.	2	3	0	0
Mosbauera spektroskopija. Pulveru neitronu difrakcija. Termiskā analīze. Datu interpretācija.	4	6	0	0
<b>Kopā:</b>	<b>48</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Pārzina nanomēroga objektu pētīšanas metodes. Spēj orientēties pētīšanas metožu kalibrēšanas jautājumos un izmantošanas ierobežojumos. Pārzina lekcijās pasniegto materiālu.	Pārbaudes veids: 2 testi. Kritēriji: pārzina teorētiskos pamatus, nepieciešamo tehnoloģisko aprīkojumu un pētījumu apstākļus dažādajām pētījumu metodēm. Spēj sniegt vismaz 50% gadījumā pareizas atbildes uz testa jautājumiem.
Spēj sagatavot paraugu mērījumiem un spēj orientēties mērījumu iekārtu izmantošanā.	Pārbaudes veids: 4 laboratorijas darbi. Kritēriji: students prot sagatavot paraugus mērījumiem. Pārzina tehnoloģisko aprīkojumu mērījumiem. Spēj analizēt iegūtos rezultātus.
Saprot un spēj analizēt laboratorijas darbu laikā iegūtos rezultātus. Prot izskaidrot izmantotā aprīkojuma darbības principus.	Pārbaudes veidi: laboratorijas darbu ieskaite. Kritēriji: spēj analizēt laboratorijas darbā iegūtos rezultātus saistībā ar darba teorētisko pamatojumu. Pārzina laboratorijas darba rezultātu apstrādes, analīzes un interpretācijas metodes. Prot izskaidrot un pamatot iegūtos rezultātus.
Spēj orientēties nanomateriālu struktūras un nanoobjektu īpašību pētīšanas metožu principos un iekārtās.	Pārbaudes veids: rakstiskais eksāmens. Kritēriji: pārzina lekciju materiālu. Prot pamatot optimālās pētīšanas metodes, paraugu sagatavošanu konkrētam materiālam.

### Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Testi	30
Laboratorijas darbi	20
Eksāmena vērtējums	50
<b>Kopā:</b>	<b>100</b>

### Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi			Brīvās izvēles pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	6.0	44.0	0.0	20.0		*			*	