

## DOKTORANTŪROS STUDIJŲ DALYKO SANDAS

Dalyko pavadinimas	Mokslo kryptis (šaka) kodas	Fakultetas / Centras	Katedra
Nanomedžiagų tyrimo metodai	Chemija N 003	ChGF	Fizikinės chemijos
Studijų būdas	Kreditų skaičius	Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos		Konsultacijos	3
Individualus	7	Seminarai	

### Dalyko anotacija

„Nanomedžiagų tyrimo metodų“ studijų dalykas yra skirtas doktorantams, siekiant suteikti teorinių žinių, būtinų pažangių ir sudėtingų nanomedžiagų mokslo tyrimų ir analizės vykdymui. Dalyko studijų metu, individualiai ir konsultacijų metu bus aptariamas platus spektras metodų ir tyrimų, naudojamų nanomedžiagų kūrimo/sintetiniame, charakterizavime ir pritaikyme. Doktorantai susipažins su pažangiausias nanomedžiagų tyrimų metodais, išmoks kritiškai analizuoti eksperimentinius duomenis ir veiksmingai perteikti savo tyrimų rezultatus. Doktorantūros studijų dalykas ugdys tiek bendrąsias, tiek dalykines kompetencijas, reikalingas inovatyviam darbui nanotechnologijų ir susijusiose srityse, savarankiškam tyrimų planavimui. Šis dalykas skirtas paruošti doktorantus savarankiškiems tyrimų projektams, tarpdisciplininiam bendradarbiavimui ir būsiamam indėliui į mokslinę bendruomenę.

Dalyko temos apims:

1. **Charakterizavimo metodai: Mikroskopija**  
Skenuojanti elektroninė mikroskopija (SEM), transmisinė elektroninė mikroskopija (TEM), atominės jėgos mikroskopija (AFM) ir kitos pažangios vaizdinimo technologijos.
2. **Charakterizavimo metodai: Spektroskopija**  
Ramano spektroskopija, rentgeno fotoelektronų spektroskopija (XPS), Furjė transformacijų infraraudonųjų spindulių spektroskopija (FTIR) medžiagų analizei.
3. **Nanomedžiagų paviršiaus funkcionalizavimas ir tyrimo metodai**  
Nanomedžiagų modifikavimo ir funkcionalizavimo metodai.
4. **Nanomedžiagų mechaninės savybės ir jų tyrimo metodai**  
Mechaninių savybių, tokių kaip elastingumas, kietumas ir lūžio stipris, tyrimas ir vertinimas nanoskalėje.
5. **Nanomedžiagų optinės savybės ir jų tyrimo metodai**  
Plazmonikos, kvantinių taškų ir kitų optinių reiškinių, būdingų nanomedžiagoms, tyrimas.
6. **Nanomedžiagų elektrinės ir magnetinės savybės ir jų tyrimo metodai**  
Laidumas, superlaidumas ir magnetizmas nanostruktūruotose medžiagose bei jų pritaikymo galimybės.
7. **Nanomedžiagos medicinoje ir biotechnologijose ir jų tyrimo metodai**  
Nanomedžiagų taikymas vaistų pernešimo sistemose, diagnostikoje, inžinerijoje.
8. **Nanomedžiagų poveikis aplinkai ir jų tyrimo metodai**  
Nanomedžiagų poveikio aplinkai analizė, įskaitant toksiškumą ir ekologines rizikas.
9. **Skaičiavimo metodai, DI nanomedžiagų tyrimuose**  
Simuliacijos technikos ir skaičiavimo modeliavimas, naudojami nanomedžiagų elgsenai prognozuoti ir jų savybėms optimizuoti.
10. **Nanomedžiagos energijos taikymuose ir jų tyrimo metodai**  
Nanomedžiagų vaidmuo atsinaujinančioje energetikoje, įskaitant jų pritaikymą baterijose, kuro elementuose ir saulės elementuose.
11. **Nanomedžiagos jutikliams ir detektoriams ir jų tyrimo metodai**  
Nanodetektorių, skirtų cheminiams, biologiniams ir aplinkos pokyčiams aptikti, kūrimas ir tyrimo metodai.
12. **Tyrimų etika ir sauga nanotechnologijose**  
Etiniai svarstymai, sauga ir reglamentai, susiję su nanomedžiagų ir nanotechnologijų tyrimais.
13. **Kvantiniai efektai nanomedžiagose ir jų tyrimo metodai**  
Kvantinio apribojimo, tuneliavimo ir dydžio priklausomų elektroninių savybių nanostruktūrose, tokiose kaip kvantiniai taškai tyrimas.
14. **Nanomedžiagos katalizėje ir jų tyrimo metodai**  
Nanomedžiagų kaip katalizatorių vaidmuo.
15. **Nanomedžiagos fotonikos taikymams ir jų tyrimo metodai**  
Nanostruktūrų, naudojamų fotoniniuose prietaisuose, tokiuose kaip lazeriai, šviesolaidžiai ir optiniai pluoštai, tyrimas, akcentuojant šviesos ir medžiagos sąveiką nanoskalėje.

16. **Hibridinės nanomedžiagos ir jų tyrimo metodai: Kompozitai ir heterostrukūros**  
Hibridinių nanomedžiagų, apjungiančių kelias fazes ar medžiagas, pvz., grafeno pagrindu pagamintus kompozitus ar nanodaleles, dizainas, gamyba ir taikymai.
17. **Nanomedžiagos pažangiojoje gamyboje ir 3D spausdinime ir jų tyrimo metodai**  
Nanomedžiagų naudojimo priedų gamybos technologijose tyrimas ir jų vaidmuo funkcinių, sudėtingų mikro- ir nanoskalės struktūrų kūrime.
18. **Daugiafunkcinės nanomedžiagos ir jų tyrimo metodai**  
Nanomedžiagų, turinčių daugiafunkcines savybes, tokias kaip optinių, magnetinių ir katalizinių savybių derinimas vienoje sistemoje, kūrimas pažangioms reikmėms.
19. **Nanoelektronika ir nanoskalės prietaisai ir jų tyrimo metodai**  
Nanoelektronikos prietaisų, tokių kaip tranzistoriai, atminties įrenginiai ir molekulinė elektronika, dizainas ir gamyba
20. **Nanotoksikologija ir rizikos vertinimas**  
Biologinių sąveikų, toksikologinių efektų ir inžinerinių nanomedžiagų rizikos vertinimo gyvuose organizmuose bei ekosistemose analizė.
21. **Termodinamika ir kinetika nanomedžiagose ir jų tyrimo metodai**  
Termodinamikos principų taikymas nanomedžiagų fazių perėjimams, stabilumui ir formavimosi reakcijų kinetiniams aspektams suprasti.
22. **Pažangūs „in situ“ charakterizavimo metodai**  
Metodai, skirti realaus laiko nanomedžiagų pokyčiams stebėti esant įvairioms sąlygoms (pvz., aukštai temperatūrai, mechaniniam stresui ar vykstant reakcijoms).
23. **Tvarumo aspektai nanomedžiagų tyrimuose**

#### Pagrindinė literatūra

1. NANOSTRUCTURES AND NANOMATERIALS: SYNTHESIS, PROPERTIES AND APPLICATIONS. Illustrated Edition, by Guozhong Cao. Publisher : Imperial College Press; Illustrated edition (April 12, 2004)
2. Advanced Materials Characterization Techniques: Material characterization – Electronic & Optical properties, by Dr. Subhamoy Singha Roy, by Guozhong Cao. Publisher : LAP LAMBERT Academic Publishing (October 13, 2022). Publisher : Springer; 2024th edition (December 19, 2024)
3. Characterization of Nanoparticles Intended for Drug Delivery (Methods in Molecular Biology Book 2789) 3rd Edition, by Jeffrey D. Clogston (Editor), Rachael M. Crist (Editor), Marina A. Dobrovolskaia (Editor), Stephan T. Stern (Editor). Publisher : Humana; 3rd edition (March 20, 2024)
4. Nanomaterials for Advanced Technologies, by Jitendra Kumar Katiyar (Editor), Vinay Panwar (Editor), Neha Ahlawat (Editor). Publisher: Springer (May 24, 2022)

Konsultuojančiųjų dėstytojų vardas, pavardė	Mokslo laipsnis	Svarbiausieji darbai mokslo kryptyje (šakoje) paskelbti per pastaruosius 5 metus
Urtė Prentice	Doc. Dr.	<p>Kasputė, G.; Ramanavicius, A.; Prentice, U. Molecular Imprinting Technology for Advanced Delivery of Essential Oils. <i>Polymers</i>, 2024, 16, 244. <a href="https://doi.org/10.3390/polym16172441">https://doi.org/10.3390/polym16172441</a></p> <p>Sarvutiene. J.; Prentice, U.; Ramanavicius, S.; Ramanavicius, A. Molecular imprinting technology for biomedical applications, <i>Biotechnology Advances</i>, 2024, 17, 108318. <a href="https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2024.108318">https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2024.108318</a></p> <p>Dronina, J., Samukaite-Bubniene, U. &amp; Ramanavicius, A. Towards application of CRISPR-Cas12a in the design of modern viral DNA detection tools (Review). <i>J Nanobiotechnol</i>, 2022, 20, 41. <a href="https://doi.org/10.1186/s12951-022-01246-7">https://doi.org/10.1186/s12951-022-01246-7</a></p> <p>Samukaite-Bubniene, U.; Valiūnienė, A.; Bucinskas, V.; Genys, P.; Ratautaite, V.; Ramanaviciene, A.; Aksun, E.; Tereshchenko, A.; Zeybek, B.; Ramanavicius, A.,</p>

		Towards supercapacitors: Cyclic voltammetry and fast Fourier transform electrochemical impedance spectroscopy based evaluation of polypyrrole electrochemically deposited on the pencil graphite electrode, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2021, 610, 125750. <a href="https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.125750">https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.125750</a>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Patvirtinta Vilniaus universiteto ir Fizinių ir technologijos mokslų centro Chemijos mokslo krypties doktorantūros komitete 2025 m. kovo 3 d., protokolo Nr. 15600-KT-79.

Komiteto pirmininkas prof. habil. dr. Audrius Padarauskas.