



DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas lietuvių kalba	Dalyko (modulio) pavadinimas anglų kalba	Kodas
Medžiagotyra ir funkcinės nanomedžiagos	Materials Science and Functional Nanomaterials	

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
Koordinuojantis: prof. dr. Simas Šakirzanovas Kitas (-i): dr. Živilė Stankevičiūtė	Chemijos ir geomokslų fakultetas, Chemijos institutas Naugarduko 24, LT-03225 Vilnius

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) tipas
antra	privalomas

Igyvendinimo forma	Vykdyto laikotarpis	Vykdyto kalba (-os)
Auditorinė	II (pavasario semestras)	Anglų kalba

Reikalavimai studijuojančiajam	
Išankstiniai reikalavimai: Bendroji chemija, neorganinė chemija, fizikinė chemija, fizika, organinė chemija, analizinė chemija	Gretutiniai reikalavimai (jei yra): Kristalografijos ir fizikinės chemijos bendros žinios

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos	Savarankiško darbo valandos
5	135	80	55

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos			
Dalyko tikslas yra suteikti fundamentalią supratimą apie medžiagų struktūros ir savybių ryšį, koncentruojant pagrindinį dėmesį į neorganines medžiagas. Plačiame kontekste nagrinėjamos medžiagų mechaninės savybės, šių savybių kaita nuo apdirbimo/gamybos metu keičiamos medžiagų mikrostruktūros. Klausytojai bus supažindinti su pagrindiniais dėsniniais vertinant ir prognozuojant nanomedžiagų mechanines, elektrines, magnetines, optines savybes.			
Programos numatomi studijų rezultatai	Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
A. Įgyti žinių ir supratimą apie nanomedžiagų sandarą, sintezės ir analizės būdus, taikymo galimybes ir sieti šias žinias ir supratimą su mokslo tiriamąja veikla	A.2. apibūdinti nanostuktūrizuotų medžiagų savybes ir struktūrines ypatybes A.3. paaiškinti procesus, kurie vyksta sintetinant nanostuktūrizuotas medžiagas	Paskaitos, pratybos, laboratoriniai darbai	Koliokviumas, pratybų kontroliniai, laboratorinių darbų aprašų sudarymas, egzaminas
C. Išlavinti įgūdžius spręsti nežinomo pobūdžio problemas, rinkti, apibendrinti ir kritiškai vertinti mokslinę informaciją, jos patikimumą, suprasti atsakomybę už savo sprendimus.	C.2. analizuoti, apibendrinti ir kritiškai vertinti mokslinę ir praktinę informaciją.	Savarankiškas darbas	literatūros apžvalgos pristatymas
D. Išsiugdyti gebėjimą nuolat savarankiškai mokytis, kritiškai vertinti naujoves, veikti aplinkybėmis, kada stokojama išsamios informacijos bei instrukcijų, pagrįsti daromas išvadas, pateikti informaciją įvairaus pasirengimo asmenims.	D.1. apsibrėžti su chemija ir giminingais mokslais susijusių mokslinių ir praktinių interesų ratą. D.2. nuolat savarankiškai tobulėti profesinė prasme, kritiškai vertinti su chemijos ir nanochemijos mokslu susijusias naujoves. D.3. įvairaus pasirengimo auditorijai aiškiai ir moksliai pateikti su chemija ir nanomedžiagų chemija susijusią informaciją.	Paskaitos, seminarai	Koliokviumas, literatūros apžvalgos pristatymas, egzaminas

Temos	Kontakt. darbo valandos					Visas kontakt. darbas	Savarankiškas darbas	Savarankiškų studijų laikas ir užduotys
	Paskaitos	Seminarai	Pratybos	Lab. darbai	Praktika			Užduotys
1. Įžanga (medžiagų istorija, klasifikacija, pažangios medžiagos, šiuolaikinės technologijos poreikis)	1							Literatūros skaitymas
2. Atomo struktūra ir cheminis ryšys (fundamentalūs principai, ryšio energija, medžiagų savybių priklausomybė nuo cheminio ryšio)	1							Literatūros skaitymas
3. Kristalinių kietų medžiagų struktūra (elementarioji gardelė, metalų kristalų struktūra, kristalografinės plokštumos, polikristalinės medžiagos, anizotropija)	2		2					Literatūros skaitymas
4. Kietų medžiagų defektai (priemaišos, defektai tūryje, grūdėtoji sandara)	2		2					Literatūros skaitymas
5. Difuzija (difuzijos mechanizmai, parametrai įtakojantys difuziją, difuzija kietose medžiagose)	2		2					Literatūros skaitymas
6. Mechaninės metalų savybės (įtempio ir deformacijos ryšys, tamprios ir plastinės savybės, kietumas)	2		2					Literatūros skaitymas
7. Dislokacijos ir grūdinimo mechanizmai (dislokacijų charakteristikos, grūdinimas smulkinant grūdėtąją struktūrą, perkristalinimas)	2		2					Literatūros skaitymas
8. Triktis (trikties priežastys, trikties mechanika, nuovargis, valkšnumas)	2		2					Literatūros skaitymas
9. Fazinės diagramos (apibrėžimai ir koncepcijos, dviejų komponentų diagramos, geležis-anglis sistema)	2		2					Literatūros skaitymas
10. Faziniai virsmai ir medžiagų mikrostruktūra, mechaninės savybės (metastabili būseną, pusiausvyroji būseną, faziniai virsmai ir mechaninės savybės)	2		2					Literatūros skaitymas, koliokviumas
11. Metalų lydinių apdirbimas (geležies lydiniai ir kitų metalų lydiniai)	1							Literatūros skaitymas
12. Keraminių medžiagų struktūra ir savybės (keramikos struktūra, mechaninės savybės)	2		2					Literatūros skaitymas
13. Keraminių medžiagų taikymas ir apdirbimas (stiklo keramika, temperatūrai atspari keramika, abrazyvai, pažangi keramika)	1		2					Literatūros skaitymas
14. Kompozitai (polimerinių medžiagų pagrindai, kompozitai sustiprinti dalelėmis, kompozitai sustiprinti skaidulomis, struktūriniai kompozitai)	2		2					Literatūros skaitymas
15. Medžiagų korozija ir irimas (korozijos greitis, korozijos mechanizmai)	1		2					Literatūros skaitymas
16. Medžiagų elektrinės savybės (elektrinis laidumas, puslaidininkiai, dielektrinės savybės)	1		2					Literatūros skaitymas
17. Terminės medžiagų savybės (terminis plėtimasis, terminis laidumas)	1		2					Literatūros skaitymas
18. Magnetinės medžiagų savybės (diamagnetizmas, paramagnetizmas, feromagnetizmas, antiferomagnetizmas, magnetinė anizotropija)	2		2					Literatūros skaitymas

19. Optinės medžiagų savybės (šviesos sąveika su kietomis medžiagomis, šviestukai ir jų gamybos principas)	2		2					Literatūros skaitymas
20. Medžiagų mokslo ir inžinerijos ekonominis, aplinkosauginis ir socialinis poveikis	1							Literatūros skaitymas
Laboratoriniai darbai								
1) Kietafazė gadolinio volframato sintezė ir fazinis perėjimas				4				Darbo aprašas
2) Nanoporėtos zeolitinės medžiagos sintezė				4				Darbo aprašas
3) Termochrominio ir triboliuminescencinio vario (I) junginio sintezė ir optinės savybės				4				Darbo aprašas
4) Nanokristalinio ZnO sintezė ir augimo greičio kinetika				4				Darbo aprašas
	32		32	16		80	55	

Vertinimo strategija	Svoris proc.	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
Laboratorinių darbų aprašai ir jų gynimas	10 %	Semestro pabaigoje	Darbo aprašo nuoseklumas, tvarka. Eksperimentinių rezultatų apdorojimas ir analizė. Darbo išvados.
Uždavinių kontroliniai (2 vnt.)	40 %	Vienas po 7-8 savaičių, antras prieš egzaminą	Analogiškų uždavinių, išspręstų pratybų metu, sprendimas.
Literatūros analizės pristatymas	10 %	Semestro pabaigoje	Pateikiamos analizės nuoseklumas, detalizacija. Pasirinkta analizės seka ir akcentuojamų problemų (iššūkių) svarba apžvalgos kokybei.
Koliokviumas	20 %	Semestro viduryje	10-15 atvirų klausimų (skirtingo lygio nuo žinių patikrinimo iki analitinio vertinimo)
Egzaminas	20 %	Birželį	15-20 atvirų klausimų (skirtingo lygio nuo žinių patikrinimo iki analitinio vertinimo).

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas	Leidimo vieta ir leidykla	Prieiga internete ar VU bibliotekoje
Privalomoji literatūra					
William D. Callister, David G. Rethwisch	2014	Materials science and engineering: an introduction		Wiley-Interscience, New York.	Yra ChGF bibliotekoje
Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright	2011	The science and engineering of materials		Springer	
Bradley D. Fahlman	2011	Materials chemistry		Springer	
Papildoma literatūra					
Kas metai sąrašas bus keičiamas, priklausomai nuo paskirtų literatūros apžvalgos temų.					



COURSE UNIT (MODULE) DESCRIPTION

Course unit (module) title	Code
Materials Science and Functional Nanomaterials	

Lecturer(s)	Department(s) where the course unit (module) is delivered
Coordinator: prof. dr. Simas Sakirzanovas Other(s): Dr. Živilė Stankevičiūtė	Faculty of Chemistry and Geosciences, Institute of Chemistry Naugardukas str. 24, LT-03225 Vilnius

Study cycle	Type of the course unit (module)
Second	Compulsory

Mode of delivery	Period when the course unit (module) is delivered	Language(s) of instruction
Face to face	2nd semester	English

Requirements for students	
Prerequisites: General Chemistry, Inorganic Chemistry, Physical Chemistry, Physics, Organic Chemistry, Analytical Chemistry	Additional requirements (if any): The student should have some basic knowledge of crystallography and physical chemistry

Course (module) volume in credits	Total student's workload	Contact hours	Self-study hours
5	135	80	55

Purpose of the course unit (module): programme competences to be developed		
<p>The course intends to give fundamental understanding of the properties of different materials, with special reference to the connection to atomic structure, molecular structure, preparation and function. Materials Science and Inorganic Functional Materials is graduate course which provides a comprehensive introduction to the language and techniques of solid-state and materials chemistry. Emphasis will be placed on properties-structure relation of inorganic materials and the utility/limitations of a variety of physical characterization methods. Inorganic materials with various physical properties such as electric conductivity, dielectric properties, magnetic properties is used in variety of fields such as catalysts, sensors and energy conversion. Functional materials have been taking important roles of supporting the basis of the present information society. This is an interdisciplinary course exploring the application of materials through the molecular origins of the bulk physical properties. The course is useful for future work in chemical and materials industry.</p> <p>After successful completion of this course student should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determine the peculiarities of modern materials science. • Use modern methods of characterization. • Explain properties of functional materials. • Explain properties of functional nanomaterials. 		
Learning outcomes of the course unit (module)	Teaching and learning methods	Assessment methods
<p>It is expected that the student after taking the course will be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Explain how the micro- and nanostructure at different levels affects the properties of materials 2. Predict the properties and interactions of chemical substances by understanding their composition at the atomic level, making connections to structure, 	<p>Lectures, Laboratory work, Self-study.</p> <p>Tutorials (Problem-solving classes): Problems will be assigned in conjunction with each</p>	<p>Final exam, presentation, laboratory work defense</p>

bonding, and thermodynamics as necessary. 3. Demonstrate basic insights into the synthesis and characterization of various types of inorganic materials. 4. Understand and identify the similarities and differences among important classes of materials including glasses, metals, polymers, biomaterials, and semiconductors. 5. Overview of important materials classes, their compositions, bonds, structure, defects, and areas of use: Construction materials and mechanical properties, functional materials and physical properties (e.g. optical, electrical, magnetic, catalytic).	topic covered. Exercises and problems will be comparable to ones that appear on an exam. They are meant to help teach the basic ideas and techniques of a given topic and students will be called on to present solutions to these exercises in class.	
--	--	--

Content: breakdown of the topics	Contact hours					Total contact hours	Self-study hours	Self-study work: time and assignments
	Lectures	Seminars	Exercises	Laboratory work	Internship/work placement			Assignments
This is only a tentative material. The instructor reserves the right to deviate or alter the structure of this course at any time.								
1. Introduction (historical perspective, classification of materials, advanced materials, modern materials' needs)	1					1	1	Optional reading
2. Atomic structure and interatomic bonding (fundamental concepts, bonding forces and energies, bonding type-materials classification correlations)	1					1	1	Optional reading
3. The structure of crystalline solids (unit cells, metallic crystal structures, crystallographic planes, polycrystalline materials, anisotropy)	2		2			4	2	Compulsory reading
4. Imperfections in solids (impurities in solids, bulk or volume defects, grain-size determination)	2		2			4	2	Compulsory reading
5. Diffusion (diffusion mechanisms, factors that influence diffusion, diffusion in materials)	2		2			4	2	Compulsory reading
6. Mechanical properties of metals (concepts of stress and strain, elastic properties of materials, hardness)	2		2			4	3	Compulsory reading
7. Dislocations and strengthening mechanisms (characteristics of dislocations, strengthening by grain size reduction, recrystallization)	2		2			4	2	Compulsory reading
8. Failure (fundamentals of fracture, principles of fracture mechanics, fatigue, creep)	2		2			4	2	Compulsory reading
9. Phase diagrams (definitions and basic concepts, binary phase diagrams, the iron-carbon system)	2		2			4	2	Compulsory reading
10. Phase transformations: development of microstructure and alteration of mechanical properties (metastable versus equilibrium states, review of phase transformations and mechanical properties)	2		2			4	2	Compulsory reading, mid-term exam
11. Applications and processing of metal alloys (ferrous alloys, nonferrous alloys)	1					1	2	Compulsory reading
12. Structures and properties of ceramics (ceramic structures, mechanical properties)	2		2			4	2	Compulsory reading
13. Applications and processing of ceramics (glass-ceramics, refractories, abrasives,	1		2			3	2	Compulsory reading

advanced ceramics)								
14. Composites (introduction to polymers, particle-reinforced composites, fiber-reinforced composites, structural composites)	2		2			4	2	Compulsory reading
15. Corrosion and degradation of materials (corrosion rates, forms of corrosion)	1		2			3	2	Compulsory reading
16. Electrical properties (electrical conduction, semiconductivity, dielectric behavior)	1		2			3	2	Compulsory reading
17. Thermal properties (thermal expansion, thermal conductivity)	1		2			3	2	Compulsory reading
18. Magnetic properties (diamagnetism and paramagnetism, ferromagnetism, antiferromagnetism, magnetic anisotropy)	2		2			4	2	Compulsory reading
19. Optical properties (light interactions with solids, luminescence, materials of importance—light-emitting diodes)	2		2			4	2	Compulsory reading
20. Economic, environmental, and societal issues in materials science and engineering	1					1	2	Optional reading
Laboratory activity: Laboratory courses are prepared in such manner, that students would get insight to materials, with different properties, synthesis and subsequent characterization. The laboratory project list is preliminary and subject to change.								
Check-in: Introduction to safety rules and safety behavior in the lab.				0,5		0,5		Optional reading
1) Gadolinium wolframate solid-state synthesis and phase transition;				3,5		3,5	4	Lab report
2) Synthesis of foam-shaped nanoporous zeolite material;				4		4	4	Lab report
3) Synthesis of a photoluminescent, thermochromic and triboluminescent copper (I) compound;				4		4	4	Lab report
4) ZnO nanocrystal synthesis and growth kinetics evaluation;				4		4	4	Lab report
	32		32	16		80	55	

Assessment strategy	Weight, %	Deadline	Assessment criteria
Laboratory work	10 %	At the end of semester	The quality of prepared report and answer to the questions during defense
Problem solving mid-term exams (2 times)	40 %	One after 7-8 weeks, second before the final exam	Solving of numerical problems.
Presentation	10 %	At the end of semester	Quality of presentation, activity during discussions
Mid-term exam (1 time)	20 %	In a middle of the course (after 7-8 weeks)	Open answer questions
Final Exam	20 %	June	Open answer questions

Graded content

Exams and Presentation: A total of four exams will be given, two on exercises, one mid-term and one final exam. Besides, each student will be assigned a topic relevant to the course taken. They will be expected to give a 20 minute presentation using up to 20 slides. It is compulsory to attend the laboratory practical sessions. There are no make-ups for a missed laboratory. If student miss a laboratory or leave before the experiment is complete student must submit a written excuse to the instructor. A student who misses at least one lab without an excuse will fail the course.

Course Policies

Attendance to class is expected. If any class session is missed, it is the responsibility of the student to find out if any assignments or schedule changes were made during the missed class.

Author	Year of publication	Title	Issue of a periodical or volume of a	Publishing place and house or web link
--------	---------------------	-------	--------------------------------------	--

			publication	
Compulsory reading				
William D. Callister, David G. Rethwisch	2014	Materials science and engineering: introduction		Wiley-Interscience, New York.
Donald R. Askeland, Pradeep P. Fulay, Wendelin J. Wright	2011	The science and engineering of materials		Springer
Bradley D. Fahlman	2011	Materials chemistry		Springer
Optional reading				
Every year it will depend on assigned presentation topics				